

РЕГІСТР СУДНОПЛАВСТВА УКРАЇНИ

**ПРАВИЛА
КЛАСИФІКАЦІЇ ТА ПОБУДОВИ
МОРСЬКИХ СУДЕН**

Том

4



Київ 2020

Регістр судноплавства України.

Правила класифікації та побудови морських суден. Том 4

Це видання Правил класифікації та побудови морських суден підготовлене на основі їх третього видання 2011р., з врахуванням змін і доповнень, включених у Бюлетені змін і доповнень №1 (2014р.), №2 (2016р.), №3 (2017р.), №4 (2019р.), та врахуванням змін до застосовних міжнародних конвенцій та кодексів, прийнятих відповідними резолюціями Морською міжнародною організацією (ІМО), уніфікованих вимог і рекомендацій Міжнародної асоціації класифікаційних товариств (МАКТ) і змін до застосовних резолюцій Європейської економічної комісії ООН і директив Європейського Парламенту та Ради, змін і доповнень, прийнятих за результатами аналізу Правил інших Класифікаційних товариств, а також з досвіду їх застосування (більш детально див. Вступ).

У четвертому томі містяться частини:

XI «Електричне обладнання»;

XIII «Матеріали»;

XIV «Зварювання»;

XV «Автоматизація».

Правила класифікації та побудови морських суден Регістра судноплавства України затверджені згідно з діючим положенням і вступають в силу 01.01.2020 року.

Правила публікуються українською та англійською мовами. У разі розбіжностей між текстами українською та англійською мовами та сумнівів щодо тлумачення Правил текст українською мовою переважатиме.

**Офіційне видання
Регістр судноплавства України**

Реєстрація внесення змін та доповнень

[illegible]

Вступ

Це видання Правил класифікації та побудови морських суден 2020 року, порівняно з їх виданням 2011 року з внесеними в них бюлетенями змінами та доповненнями, містить нижчезазначені зміни та доповнення.

ЧАСТИНА XI. ЕЛЕКТРИЧНЕ ОБЛАДНАННЯ

1. За текстом вимог в частині посилання на стандарти ISO замінені посиланнями на стандарти ДСТУ (діючі станом на 01.05.2019 р.) з допущенням застосування відповідних стандартів ISO та EN.

2. Розділ 1:

підрозділ 1.2 доповнений визначеннями:

«1.2.20 Електроенергетична установка (ЕЕУ) із змінюваною частотою основного джерела електроенергії»;

«1.2.29 Судно, призначене для експлуатації в умовах низьких температур»;

підрозділ 1.3 доповнений 1.3.3.4 стосовно нагляду за виготовленням електричного обладнання суден, призначених для тривалої експлуатації в умовах низьких температур.

3. Розділ 7: доповнений новим пунктом 7.23.5 системи контролю продуктивності вентиляції паливної системи при використанні природного газу, як палива, з урахуванням УІ МАКТ GF 15 (July 2018).

4. Розділ 8:

у пункті 8.7.2 уточнені пояснення;

підрозділ 8.8 доповнений новим пунктом 8.8.4.

5. Розділ 9: пункт 9.2.1 приведений відповідно до Правила II-1/43.1.2 МК СОЛАС 74.

6. Розділ 13: у пункті 13.3.1 уточнені пояснення.

7. Розділ 14: у пункті 14.1.3.2 уточнені пояснення.

8. Розділ 17:

підрозділ 17.3 доповнений новим пунктом 17.3.8;

вимоги 17.7.2.4 відносно захисту підшипників від блукаючих струмів викладені згідно з 10.3.4;

підрозділ 17.11 доповнений новим пунктом 17.11.6;

підрозділ 17.12 уточнені вимоги пункту 17.12.3.2;

підрозділ 17.14 доповнений новим пунктом 17.14.6 з вимогою до живлення систем управління ГЕУ.

9. Розділ 18:

в таблицю 18.2.3.1 внесені зміни;

підрозділ 18.3 уточнені вимоги пункту 18.3.4.5.

10. Розділ 20: уточнені вимоги пункту 20.4.1.

11. Розділ 22:

підрозділ 22.4 доповнений новим пунктом 22.4.3 з вимогами до захисту конденсаторів в СЕЕС з розподілом електричної енергії постійного струму;

довопнений новим підрозділом 22.8 з вимогами до ГЕУ, що одержує і використовує електричну енергію постійного струму.

12. Частина доповнена новими розділами наступного змісту:

«23. Вимоги до електричного обладнання суден, які використовують природний газ, як паливо»;

«24. Спеціальні вимоги до вентиляльних генераторних агрегатів»;

«25. Вимоги до електричного обладнання суден, призначених для експлуатації в умовах низьких температур».

13. Внесені зміни редакційного характеру.

ЧАСТИНА XV. АВТОМАТИЗАЦІЯ

1. За текстом вимог в частині посилання на стандарти ISO замінені посиланнями на стандарти ДСТУ (діючі станом на 01.05.2019 р.) з допущенням застосування відповідних стандартів ISO та EN.

2. Розділ 1: підрозділ 1.2 доповнюється визначенням «FMEA».

3. Розділ 3: в пункт 3.1.2 внесені зміни.

4. Розділ 4:

в таблиці 4.2.10-1 і 4.2.10-2 внесені зміни з урахуванням УВ МАКТ M35 (Rev.8 Jan 2019);

в пункт 4.3.10 внесені зміни з урахуванням УІ МАКТ SC 283 (Aug 2017);

в таблицю 4.4.6-2 внесені зміни з урахуванням УВ МАКТ M36 (Rev.6 Dec 2018);

в пункт 4.11.1 внесені зміни відносно сигналізації в житлових приміщеннях механіків.

5. Розділ 6: в таблицю 6.1.3 внесені зміни.

6. Розділ 8: в пункт 8.9.3 внесені зміни.

ЧАСТИНА XIII. МАТЕРІАЛИ

1. За текстом вимог в частині посилання на стандарти ISO замінені посиланнями на стандарти ДСТУ (діючі станом на 01.05.2019 р.) з допущенням застосування відповідних стандартів ISO та EN.

2. Розділ 2:

в пункті 2.2.10.3 уточнені вимоги до відбору зразків додаткових випробувань основного металу для конструкцій, що працюють при низьких температурах;

в пунктах 2.5.1.6, 2.5.5 уточнені вимоги до випробувань льодостійкого покриття;

пункт 2.5.7 переопрацьований з урахуванням аналізу Правил інших класифікаційних товариств;

доповнений новим підрозділом 2.6 з вимогами до випробувань не видаляємих перед зварюванням ґрунтів

3. Розділ 3:

внесений новий пункт 3.2.6.5 з урахуванням УВ МАКТ W11 (Rev.9 May 2017);

підрозділ 3.2 у пункті 3.2.3 внесені зміни, уточнені вимоги пунктів 3.2.8.1, 3.2.8.3, в таблицю 3.2.8.3 внесені зміни;

підрозділ 3.3 у пункти 3.3.1.1 і 3.3.1.2 внесені зміни;

підрозділ 3.4 у пункти 3.4.1.1 і 3.4.1.2 внесені зміни;

підрозділ 3.9 пункт 3.9.1.5 виключений, нумерація пунктів 3.9.1.6 і 3.9.1.7 змінена на 3.9.1.5 і

3.9.1.6 відповідно;

підрозділ 3.10 у пункти 3.10.1.1 і 3.10.1.5 внесені зміни;

підрозділ 3.11 у пункті 3.11.2 внесені зміни;

підрозділ 3.12 у пункті 3.12.9.5.1 внесені зміни;

підрозділ 3.15 уточнені вимоги пункту 3.15.2.1;

підрозділ 3.17 у пункті 3.17.1.2 внесені зміни;

підрозділ 3.18 у пункт 3.18.17 внесені зміни.

4. Розділ 5:

підрозділ 5.1 у пункті 5.1.7 внесені зміни;

підрозділ 5.3 у пункти 5.3.1.6 і 5.3.4.2 внесені зміни.

5. Розділ 6: таблиця 6.5.3.1 змінена в частині вимог до іспитів льодостійких покриттів з урахуванням практичного досвіду.

6. Розділ 7:

у пункти 7.2.1.2, 7.2.4.2, 7.2.4.2.4 і 7.2.4.5.3 внесені зміни.

7. Розділ 8:

у пункти 8.1.2, 8.2.2, 8.4.2.5, 8.4.2.6 і 38.1.1 внесені зміни;

підрозділ 8.1 доповнений новим пунктом 8.1.3.3.5.

8. Розділ 9 доповнюється новим підрозділом 9.6 на підставі практичного досвіду технічного нагляду за виробництвом шаруватого композиційного матеріалу «сталь-титан».

9. Розділ 10:

підрозділ 10.3 у пункті 10.3.2.1 уточнені вимоги до фанери.

10. Частина доповнена новим розділом наступного змісту:

«11. Матеріали, які використовуються для суден, призначених для експлуатації в умовах низьких температур».

11. Внесені зміни редакційного характеру.

ЧАСТИНА XIV. ЗВАРЮВАННЯ

1. За текстом вимог в частині посилання на стандарти ISO замінені посиланнями на стандарти ДСТУ (діючі станом на 01.05.2019 р.) з допущенням застосування відповідних стандартів ISO та EN.

2. Розділ 1:

у пункт 1.1.3 внесені зміни;

у пункті 1.2.1 уточнені пояснення;

3. Розділ 2:

у 2.1.9 замінене посилання на «Збірку нормативно-методичних матеріалів Регістру СРСР (книга четверта) посиланням на 6.5.4.3 частини XIII «Матеріали»;

доповнена табл. 2.2.4;

у пункт 2.2.5 і таблиці 2.2.5-1 і 2.2.5-2 додані нові категорії зварювальних матеріалів і вимоги для зварювання конструкцій зі сталі високої міцності з урахуванням УВ МАКТ UR W23 (Rev.2 Apr 2018);

у таблицях 2.2.7.1-1 і 2.2.7.1-2 замінені номери на 2.2.7-1 і 2.2.7-2 та внесені доповнення;

у пункти **2.8.1, 2.12.1, 2.13.15** внесені зміни.

4. Розділ 3:

у пункти **3.1.2.2.1** (останній абзац), **3.1.3.3** та таблицю 3.1.1.2-2 внесені зміни;

пункт **3.1.6** оформлений окремим підрозділом **3.2**;

підрозділи **3.2, 3.3, 3.4** перенумеровані відповідно як **3.3, 3.4, 3.5**;

у пункти **3.2.5.15** (примітка), **3.5.4.1** та таблиці 3.2.5.14-2, 3.2.5.14-3, 3.4.1.2 (виноска 2) внесені зміни;

5. Розділ 4:

у пункти **4.1.3.3, 4.1.5.1, 4.1.5.4** (примітка), **4.1.7.1, 4.1.8.2, 4.1.8.6, 4.1.8.8, 4.2.1.2, 4.5.4.1, 4.8.3.2**, рис. 4.2.2.1, рис. 4.8.4.2 та таблиці 4.2.4.4-2, 4.2.4.4-3, 4.3.1.1, 4.5.1.3.2, 4.8.1.4-2 (для A-7ss), внесені зміни:

у таблиці 4.1.2.3 додані нові категорії зварювальних матеріалів для зварювання конструкцій зі сталі високої міцності з урахуванням УВ МАКТ UR W23 (Rev.2 Apr 2018);

у пункті **4.2.3.1** додані нові категорії зварювальних матеріалів для випробувань з визначення вмісту дифузійного водню в наплавленому матеріалі з урахуванням УВ МАКТ UR W23 (Rev.2 Apr 2018);

у таблицях 4.3.1.1, 4.4.1.4 та 4.5.2.1 і на рис. 4.3.2.1, рис. 4.4.2.2.1, рис. 4.6.2.3 – 1 змінено умовне позначення поздовжніх циліндричних зразків для випробування на розтягування TL на LT з урахуванням УВ МАКТ UR W17 (Rev.5 Mar 2018);

розділи: **4.9** позначений як **4.6, 4.6** – як **4.7, 4.7** – як **4.9**;

у пункти **4.6.1.1, 4.10.1.2, 4.10.1.4, 4.10.2** і таблиці 4.9.1.3-1, 4.9.1.3-2, 4.9.1.4, 4.9.3.6 внесені зміни;

у пункті **4.6.1.2** доповнена нова категорія зварювальних матеріалів 5Y40 для зварювання сталей підвищеної міцності з урахуванням УВ МАКТ UR W17 (Rev.5 Mar 2018);

у пункті **4.7.1.1** уточнені вимоги щодо стану поставки сталей високої міцності з урахуванням УВ МАКТ UR W23 (Rev.2 Apr 2018);

у пункті **4.7.1.3** доповнені нові категорії зварювальних матеріалів Y89 і Y96 для зварювання сталей високої міцності з урахуванням УВ МАКТ UR W23 (Rev.2 Apr 2018);

у таблиці 4.7.2.4 доповнені нові категорії зварювальних матеріалів Y89 і Y96 для зварювання сталей високої міцності з урахуванням УВ МАКТ UR W23 (Rev.2 Apr 2018);

у пункті **4.7.3.1** уточнені вимоги до основного металу для виготовлення проб для випробувань стикового зварного з'єднання з урахуванням УВ МАКТ UR W17 (Rev.5 Mar 2018);

у таблиці 4.7.3.3 доповнені нові категорії зварювальних матеріалів Y89 і Y96 для зварювання сталей високої міцності з урахуванням УВ МАКТ UR W23 (Rev.2 Apr 2018);

у таблиці 4.7.4.2 доповнені нові індекси категорії за значенням границі плинності Y89 і Y96 з урахуванням УВ МАКТ UR W23 (Rev.2 Apr 2018);

у пункті **4.7.5** доповнені умови перевірки зварювальних матеріалів, що мають в позначенні категорії індекс класифікації Y89 і Y96, з урахуванням УВ МАКТ UR W23 (Rev.2 Apr 2018);

6. Розділ 5 «Допуск зварювальників» переопрацьований з наведенням загальних положень та заміною вимог на посилання на національні і/або міжнародні стандарти та вимоги розд. 4 частини 3 «Технічний нагляд за виготовленням матеріалів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів і виробів.

7. Розділ 6 «Схвалення технологічних процесів зварювання сталевих конструкцій і виробів» переопрацьований з наведенням загальних положень та заміною вимог на посилання на вимоги розд. 6 частини 3 «Технічний нагляд за виготовленням матеріалів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів і виробів.

8. Розділ 7 «Схвалення технологічних процесів зварювання алюмінієвих сплавів» переопрацьований з наведенням загальних положень та заміною вимог на посилання на вимоги розд. 7 частини 3 «Технічний нагляд за виготовленням матеріалів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів і виробів.

9. Розділ 8 В пункт **8.1.1** внесені зміни.

10. Внесені зміни редакційного характеру.

ЗМІСТ

Вступ.....	4

ЧАСТИНА XI. ЕЛЕКТРИЧНЕ ОБЛАДНАННЯ

1	Загальні положення	15
1.1	Область поширення	15
1.2	Визначення і пояснення	15
1.3	Обсяг нагляду	16
1.4	Технічна документація	19
2	Загальні вимоги	20
2.1	Умови роботи	20
2.2	Електромагнітна сумісність	21
2.3	Матеріали	24
2.4	Конструктивні вимоги і ступінь захисту електричного обладнання	24
2.5	Захисні заземлення не струмоведучих металевих частин	26
2.6	Блискавкозахист	28
2.7	Розміщення електричного обладнання	29
2.8	Спеціальні електричні приміщення	30
2.9	Електричне обладнання вибухозахищеного виконання	30
2.10	Антистатичне заземлення	32
2.11	Пристрої та системи контролю опору	33
3	Основне джерело електричної енергії	34
3.1	Склад і потужність основного джерела електричної енергії	34
3.2	Електричні агрегати	35
3.3	Кількість і потужність трансформаторів	36
3.4	Живлення від зовнішнього джерела електричної енергії	36
3.5	Системи з'єднання агрегатів джерела електричної енергії	36
4	Розподіл електричної енергії	38
4.1	Системи розподілу	38
4.2	Допустимі напруги	38
4.3	Живлення відповідальних пристроїв	39
4.4	Живлення електричних (електронних) систем автоматизації	40
4.5	Живлення об'єднаних пультів керування судном	40
4.6	Розподільні пристрої	40
5	Електричні приводи суднових механізмів і пристроїв	47
5.1	Загальні вимоги	47
5.2	Блокування роботи механізмів	47
5.3	Вимикальні пристрої безпеки	47
5.4	Комутаційна та пускорегулювальна апаратура	47
5.5	Електричні приводи і керування рульових пристроїв	48
5.6	Електричні приводи якірних і швартовних механізмів	50
5.7	Електричні приводи насосів	50
5.8	Електричні приводи вентиляторів	50
5.9	Електричні приводи шлюпкових лебідок	51
5.10	Електричні приводи водонепроникних і протипожежних дверей	51
5.11	Електричні приводи топкових пристроїв котлів та інсинераторів	52
5.12	Електричні приводи засобів осушення носових приміщень навалювальних суден ..	52
5.13	Електричне обладнання лебідок обслуговування якорів	52
6	Освітлення	53
6.1	Загальні вимоги	53
6.2	Живлення кіл основного освітлення	53
6.3	Аварійне освітлення	54
6.4	Вимикачі у колах освітлення	54
6.5	Світильники жевріючого розряду	55

6.6	Штепсельні розетки	55
6.7	Освітленість	55
6.8	Сигнально-розпізнавальні ліхтарі	56
6.9	Світло-сигнальні та освітлювальні засоби гвинтокрильних палуб	57
7	Внутрішній зв'язок і сигналізація	59
7.1	Машинні електричні телеграфи	59
7.2	Службовий внутрішній зв'язок	59
7.3	Сигналізація. Загальні вимоги	60
7.4	Авральна сигналізація	61
7.5	Сигналізація виявлення пожежі	62
7.6	Сигналізація попередження про пуск системи об'ємного пожежогасіння	67
7.7	Сигналізація зачинення водонепроникних та протипожежних дверей	67
7.8	Сигналізація у приміщеннях механіків	67
7.9	Сигналізація контролю дієздатності машинного персоналу	67
7.10	Сигналізація надходження води у вантажні трюми навалювальних суден, пасажирських суден, які мають на борту 36 осіб та більше, а також вантажних суден із одним трюмом, які не є навалювальними суднами	68
7.11	Сигналізація граничної концентрації вибухонебезпечних і отрутних газів	68
7.12	Сигналізація положення дверей пасажирських та вантажних накатних суден (ро-ро)	69
7.13	Сигналізація попередження про пуск стаціонарної системи пожежогасіння місцевого застосування	70
7.14	Системи телевізійного спостереження та сигналізації	71
7.15	Сигналізація рівня у збірних цистернах стічних вод	72
7.16	Сигналізація про перевищення температури сальників валів, підшипників і корпусів насосів	72
7.17	Сигналізація про перевищення максимально допустимої температури вантажу	72
7.18	Сигналізація по надлишковому тиску або вакууму у вантажних танках	72
7.19	Сигналізація про досягнення верхнього і граничного рівня у вантажних танках	72
7.20	Сигналізація про досягнення верхнього рівня в переливній цистерні системи приймання та перекачування палива	73
7.21	Сигналізація про досягнення верхнього рівня в стічній цистерні системи судового палива та/або цистерні для збирання витоків мастила	73
7.22	Сигналізація про наявність людей у середині охолоджувальних приміщень, комор, трюмів	73
7.23	Система сигналізації і контроль паливної системи при використанні природного газу, як палива	73
7.24	Сигналізація про досягнення нижнього рівня у витратних цистернах гідравлічної системи дистанційного керування клапанами	77
7.25	Сигналізація про досягнення гранично допустимого рівня у стічних колодязях вантажних трюмів з бризкопроникними закриттями	77
7.26	Сигналізація про досягнення допустимого рівня у стічних колодязях вантажних насосних приміщень нафтоналивних суден	77
8	Захисні пристрої	78
8.1	Загальні вимоги	78
8.2	Захист генераторів	78
8.3	Захист електричних двигунів	80
8.4	Захист рульових пристроїв	80
8.5	Захист трансформаторів	81
8.6	Захист акумуляторів	81
8.7	Захист контрольних ламп, вольтметрів, конденсаторів і котушок напруги	81
8.8	Захист силових напівпровідникових пристроїв	82
8.9	Пристрої захисного вимикання (ПЗВ)	82
9	Аварійні електричні установки	83
9.1	Загальні вимоги	83
9.2	Приміщення аварійних джерел електричної енергії	83
9.3	Аварійні джерела електричної енергії на вантажних судах	84

9.4	Розподіл електричної енергії від аварійних джерел	85
9.5	Пускові пристрої аварійних дизель-генераторів	86
9.6	Аварійно-попереджувальна сигналізація і захист приводних двигунів аварійних дизель-генераторів	86
9.7	Джерела безперебійного живлення	87
10	Електричні машини	88
10.1	Загальні вимоги	88
10.2	Контактні кільця, колектори і щітки	88
10.3	Підшипники	88
10.4	Термодатчики	89
10.5	Перевантаження	89
10.6	Генератори змінного струму	90
10.7	Генератори постійного струму	90
10.8	Електромагнітні гальма	91
10.9	Асинхронні електродвигуни, які живляться від напівпровідникових перетворювачів частоти	91
11	Трансформатори	92
11.1	Загальні вказівки	92
11.2	Перевантаження, зміна напруги і паралельна робота	92
12	Силові напівпровідникові пристрої	93
12.1	Загальні вимоги	93
12.2	Допустимі параметри спотворень напруги	93
12.3	Системи керування і сигналізації	93
12.4	Вимірювальні прилади	93
13	Акумулятори	94
13.1	Загальні вимоги	94
13.2	Розміщення акумуляторів	94
13.3	Опалення	95
13.4	Вентиляція	95
13.5	Зарядження акумуляторних батарей	95
13.6	Встановлення електричного обладнання в акумуляторних приміщеннях	95
13.7	Електростартерний пуск двигунів внутрішнього згорання	96
14	Електричні апарати і встановлювальна арматура	97
14.1	Електричні апарати	97
14.2	Встановлювальна арматура	98
15	Електричні нагрівальні та опалювальні прилади	99
15.1	Загальні вимоги	99
15.2	Опалювальні прилади	99
15.3	Нагрівальні пристрої для палива, мастила та води	99
15.4	Системи із застосуванням кабелів нагрівання	100
16	Кабелі та проводи	101
16.1	Загальні вимоги	101
16.2	Жили	101
16.3	Ізоляційні матеріали	101
16.4	Оболонки	102
16.5	Захисні покриття	102
16.6	Маркування	103
16.7	Монтажні проводи	103
16.8	Кабельна мережа	103
17	Гребні електричні установки	113
17.1	Загальні вимоги	113
17.2	Визначення і пояснення	113
17.3	Структура гребних електричних установок	114
17.4	Системи збудження	114
17.5	Електромагнітна сумісність (ЕМС) ГЕУ	115
17.6	Первинні двигуни генераторів ГЕУ	115

17.7	Генератори ГЕУ	116
17.8	Розподільні щити ГЕУ	117
17.9	Силові трансформатори ГЕУ	117
17.10	Напівпровідникові перетворювачі ГЕУ	117
17.11	Засоби захисту фільтрів гармонійних складових	118
17.12	Гребні електричні двигуни	119
17.13	Спеціальні вимоги до заглибних поворотних гребних електричних двигунів (ЗПГЕД) і до приводів гвинтурульових колонок (ГРК)	120
17.14	Системи керування гребними електричними установками	122
17.15	Електричні муфти	127
18	Додаткові вимоги до електричного обладнання на напругу понад 10000В до 15кв	128
18.1	Загальні вимоги	128
18.2	Проектування системи	128
18.3	Електричні машини	131
18.4	Силові трансформатори	132
18.5	Кабелі	132
18.6	Розподільні пристрої і щити керування	132
18.7	Розміщення (монтаж)	134
19	Вимоги до електричного обладнання, які залежать від призначення судна	136
19.1	Пасажирські судна	136
19.2	Нафтоналивні і нафтозбиральні судна	140
19.3	Судна, призначені для перевезення транспортних засобів із паливом у баках, включаючи стислий водень або стислий природний газ, необхідним для руху цих транспортних засобів	144
19.4	Судна спеціального призначення	145
19.5	Судна для перевезення контейнерів	147
19.6	Судна-катамарани	148
19.7	Плавучі крани і кранові судна	148
19.8	Плавучі доки	148
19.9	Стоянкові судна	153
19.10	Риболовецькі судна	153
19.11	Судна, які перевозять небезпечні вантажі	155
20	Вимоги до електричного обладнання холодильних установок	159
20.1	Загальні вказівки	159
20.2	Живлення і комутація	159
20.3	Вентиляція	159
20.4	Освітлення	159
21	Запасні частини і предмети забезпечення	160
22	Спеціальні вимоги до електричного обладнання суднової електроенергетичної системи (СЕЕС) з розподілом електричної енергії на постійному струмі	161
22.1	Загальні положення	161
22.2	Системи з'єднань агрегатів джерела електричної енергії	161
22.3	Розподіл електричної енергії	161
22.4	Захисні пристрої	162
22.5	Електричні машини	162
22.6	Трансформатори живлення споживачів змінного струму	163
22.7	Перетворювачі електричної енергії	163
22.8	Гребні електричні установки	163
23	Вимоги до електричного обладнання суден, які використовують природний газ, як паливо	165
24	Спеціальні вимоги до вентильних генераторних агрегатів	166
24.1	Загальні положення	166
24.2	Визначення і пояснення	166
24.3	Приводні (первинні) двигуни	166
24.4	Генератори	166
24.5	Напівпровідникові перетворювачі	167

24.6	Системи охолодження і мастила	167
24.7	Регулювання напруги	167
24.8	Регулювання частоти обертання	167
24.9	Регулювання частоти напруги	167
24.10	Захисні пристрої	167
24.11	Перенавантаження	168
24.12	Синхронізація	168
24.13	Розподіл потужності при паралельній роботі	168
24.14	Схеми підключення і режими роботи	168
24.15	Вимірювальні прилади	169
25	Вимоги до електричного обладнання суден, призначених для тривалої експлуатації в умовах низьких температур	170

ЧАСТИНА XV. АВТОМАТИЗАЦІЯ

1	Загальні положення	171
1.1	Сфера поширення	171
1.2	Визначення і пояснення	171
1.3	Обсяг нагляду	172
1.4	Технічна документація	172
2	Конструкція систем автоматизації, їх елементів і пристроїв	173
2.1	Загальні вимоги	174
2.2	Вимоги до елементів і пристроїв	174
2.3	Системи автоматизованого керування	175
2.4	Системи аварійно-попереджувальної сигналізації, захисту, індикації і реєстрації	175
3	Живлення систем автоматизації	181
3.1	Загальні вимоги	181
4	Судна зі знаком автоматизації AUT1 у символі класу	182
4.1	Загальні вимоги	182
4.2	Автоматизовані головні механізми і рушії	182
4.3	Автоматизовані котельні установки	191
4.4	Автоматизовані судові електростанції	193
4.5	Автоматизовані компресорні установки	196
4.6	Автоматизовані насосні установки	196
4.7	Автоматизовані осушувальні установки машинних приміщень	196
4.8	Автоматизовані холодильні установки	197
4.9	Пристрої на ходовому містку	198
4.10	Пристрої в машинних приміщеннях	199
4.11	Пристрої в житлових приміщеннях механіків	199
5	Судна зі знаком автоматизації AUT2 у символі класу	200
5.1	Загальні вимоги	200
5.2	Пристрої на ходовому містку	200
5.3	Пристрої в машинних приміщеннях	200
5.4	Судові електростанції	200
5.5	Осушувальні установки машинних приміщень	200
6	Судна зі знаком автоматизації AUT3 у символі класу	201
6.1	Загальні вимоги	201
6.2	Пристрої на ходовому містку	203
6.3	Пристрої в машинних приміщеннях	204
6.4	Пристрої в житлових приміщеннях механіків	204
7	Комп'ютери і комп'ютерні системи	205
7.1	Сфера поширення	205
7.2	Визначення і пояснення	205
7.3	Загальні вимоги до конструкції комп'ютерних систем контролю і керування ...	206
7.4	Вимоги до апаратного забезпечення	206

7.5	Вимоги до програмного забезпечення	207
7.6	Вимоги до конфігурації систем	209
7.7	Інтерфейс користувача	210
7.8	Навчання	211
7.9	Випробування і перевірки	211
7.10	Програмувальні електронні системи	211
8	Системи динамічного позиціонування	216
8.1	Сфера поширення і знаки у символі класу	216
8.2	Визначення і пояснення	216
8.3	Обсяг нагляду	217
8.4	Технічна документація	217
8.5	Конструкція систем динамічного позиціонування	217
8.6	Електроенергетична система	218
8.7	Система пропульсивних (підрулювальних) механізмів	219
8.8	Пости керування	220
8.9	Комп'ютерні системи керування СДП	220
8.10	Системи визначення місцеположення (координат) позиціонування	221
8.11	Датчики параметрів впливу на судно зовнішніх сил	221
8.12	Система аварійно-попереджувальної сигналізації	222
8.13	Кабельні траси і трубопроводи механізмів і пристроїв СДП	223
9	Система якірного позиціонування	224
9.1	Сфера поширення	224
9.2	Визначення і пояснення	224
9.3	Системи керування	224
9.4	Допоміжні підрулювальні пристрої для якірних систем	224

ЧАСТИНА XIII. МАТЕРІАЛИ

1	Загальні положення	225
1.1	Область поширення	225
1.2	Визначення і пояснення	225
1.3	Обсяг нагляду	226
1.4	Маркування і документи	228
1.5	Лабораторії, які проводять випробування	229
2	Методи випробувань	231
2.1	Загальні вказівки	231
2.2	Методи випробувань металевих матеріалів	231
2.3	Методи випробувань неметалевих матеріалів	242
2.4	Випробування на зварюваність	249
2.5	Випробування льодостійкого покриття	249
2.6	Випробування заводських, не видаляємих перед зварюванням ґрунтів	257
3	Сталь і чавун	261
3.1	Загальні вказівки	261
3.2	Суднобудівна сталь	261
3.3	Сталь для котлів, теплообмінних апаратів і посудин, що працюють під тиском	276
3.4	Сталеві труби	277
3.5	Сталь для конструкцій, що працюють при низьких температурах	279
3.6	Сталь для ланцюгів і комплектуючих їх виробів	285
3.7	Сталеві поковки	289
3.8	Сталеві виливки	295
3.9	Виливки з чавуну з кулястим графітом	299
3.10	Виливки із сірого чавуну	302
3.11	Ковкий чавун	303
3.12	Сталеві виливки для гребних гвинтів	303
3.13	Сталь високої міцності для зварних конструкцій	309
3.14	Зет-сталь	314

3.15	Сталеві канати	316
3.16	Корозійностійка (нержавіюча) сталь	317
3.17	Плакована сталь	325
3.18	Корозійностійка (нержавіюча) сталь нормальної і підвищеної міцності для вантажних танків нафтоналивних суден	331
3.19	Застосування листової сталі категорії міцності YP47	336
3.20	Вимоги до застосування над товстої листової сталі	340
4	Мідь і сплави на основі міді	347
4.1	Напівфабрикати із міді і сплавів на основі міді	347
4.2	Виливки гребних гвинтів	348
5	Алюмінієві сплави	358
5.1	Алюмінієві сплави, які деформуються	358
5.2	Ливарні алюмінієві сплави	364
5.3	Шаруватий композиційний матеріал «алюміній – сталь»	365
6	Пластмаси і матеріали органічного походження	371
6.1	Загальні вказівки	371
6.2	Полімерні композиційні матеріали	372
6.3	Шаруваті текстильні матеріали	373
6.4	Пінопласти	374
6.5	Захисні покриття	375
6.6	Канати із рослинного і синтетичного волокна	378
6.7	Відсвічуючі матеріали для рятувальних засобів	378
6.8	Труби і арматура із пластмас	380
6.9	Полімерний композиційний матеріал для перехідних містків нафтоналивних суден	381
7	Якірні і швартовні ланцюги	382
7.1	Якірні ланцюги і комплектуючі їх вироби	382
7.2	Швартовні ланцюги і комплектуючі їх вироби	389
8	Вимоги щодо виготовлення якорів	412
8.1	Загальні вимоги	412
8.2	Матеріали	413
8.3	Виготовлення якорів	413
8.4	Випробування і оформлення документів	415
9	Титанові сплави	418
9.1	Загальні вимоги	418
9.2	Титанові сплави, які деформуються	418
9.3	Титанові сплави для АЕУ	424
9.4	Труби	425
9.5	Ливарні титанові сплави	428
9.6	Шаруватий композиційний матеріал «сталь - титан»	429
10.	Матеріали, які використовуються в системах зберігання вантажу газозовів	433
10.1	Загальні вимоги	433
10.2	Металеві матеріали для систем зберігання вантажу газозовів	433
10.3	Фанера	433
10.4	Скловата	434
10.5	Скловолокно, що застосовується в мембранах газозовів	434
10.6	Гумотехнічні вироби	434
10.7	Перліт (вулканічне скло)	434
10.8	Плівка, яка виключає прилипання	435
10.9	Мастики, в'язучі речовини, лакофарбуючі покриття	435
11.	Матеріали, які використовуються для суден, призначених для тривалої експлуатації в умовах низьких температур	437

ЧАСТИНА XIV. ЗВАРЮВАННЯ

1.	Загальні положення	438
1.1	Область поширення	438

1.2	Визначення і пояснення	438
1.3	Загальні вимоги	438
1.4	Обсяг технічного нагляду	438
1.5	Технічна документація	439
2.	Технологічні вимоги до зварювання	440
2.1	Загальні положення	440
2.2	Зварювання корпусів суден і суднового обладнання	441
2.3	Зварювання виробів суднового машинобудування	445
2.4	Зварювання суднових парових котлів і посудин, які працюють під тиском	446
2.5	Зварювання суднових трубопроводів	447
2.6	Зварювання виливок і поковок	447
2.7	Зварювання чавуну	448
2.8	Зварювання плакованої сталі	448
2.9	Паяння твердим припоєм	448
2.10	Зварювання алюмінію і його сплавів	448
2.11	Зварювання міді та її сплавів, важких металів та інших не залізних металів	449
2.12	Зварювання сталі високої міцності	449
2.13	Зварювання титану та його сплавів	449
3.	Контроль зварних з'єднань	453
3.1	Загальні положення	453
3.2	Вимоги щодо проведення і основних параметрів неруйнівного контролю зварних з'єднань	458
3.3	Обсяг неруйнівного контролю	470
3.4	Оцінка якості зварних з'єднань сталевих корпусних конструкцій	473
3.5	Оцінка якості зварних з'єднань корпусних конструкцій із алюмінієвих сплавів	484
4.	Зварювальні матеріали	492
4.1	Загальні положення	492
4.2	Загальні вимоги до зварювання проб і проведення випробувань	497
4.3	Покриті електроди для ручного дугового зварювання суднобудівних сталей нормальної і підвищеної міцності	503
4.4	Комбінація «дріт-флюс» для дугового зварювання під шаром флюсу	510
4.5	Зварювальний дріт і комбінація «дріт-газ» для дугового зварювання в середовищі захисних газів	518
4.6	Зварювальні матеріали для електрошлакового і електрогазового вертикального зварювання	525
4.7	Зварювальні матеріали для зварювання сталей високої міцності	528
4.8	Зварювальні матеріали для зварювання корозійностійкої (нержавіючої) сталі і наплавлення	532
4.9	Зварювальні матеріали для зварювання алюмінієвих сплавів	546
4.10	Зварювальні матеріали для зварювання титанових сплавів	550
5.	Допуск зварювальників	554
5.1	Загальні положення	554
6.	Схвалення технологічних процесів зварювання сталевих конструкцій і виробів	555
6.1	Загальні положення	555
7.	Схвалення технологічних процесів зварювання алюмінієвих сплавів	555
7.1	Загальні положення	555
8.	Схвалення технологічних процесів зварювання титанових сплавів	555
8.1	Загальні положення	555

ЧАСТИНА XI. ЕЛЕКТРИЧНЕ ОБЛАДНАННЯ

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 ОБЛАСТЬ ПОШИРЕННЯ

1.1.1 Ця частина Правил поширюється на електричні установки суден, які підлягають технічному нагляду Регістру, а також на окремі види електричного обладнання відповідно до

1.1.2 Відповідні вимоги цієї частини Правил рекомендується поширювати також на встановлене на суднах електричне обладнання, не зазначене в **1.3.2** і **1.3.3**.

1.2 ВИЗНАЧЕННЯ І ПОЯСНЕННЯ

Визначення і пояснення, що належать до загальної термінології Правил, зазначені в Загальних положеннях класифікаційної та іншої діяльності та в частині I «Класифікація» Правил класифікації та побудови суден¹.

У цій частині Правил прийняті наступні визначення:

1.2.1 *Аварійне джерело електричної енергії* - джерело електричної енергії, призначене для живлення необхідних суднових споживачів у разі зникнення напруги на головному розподільному щиті.

1.2.2 *Аварійне освітлення* - освітлення приміщень і просторів судна світильниками, що одержують живлення від аварійного або аварійного перехідного джерела електричної енергії.

1.2.3 *Аварійне перехідне джерело електричної енергії* - джерело електричної енергії, призначене для живлення необхідних споживачів з моменту зникнення напруги на шинах ГРЩ до моменту включення на шини АРЩ аварійного генератора.

1.2.4 *Аварійний розподільний щит* - розподільний щит, що призначений для приймання електричної енергії безпосередньо від аварійного або аварійного перехідного джерела електричної енергії у випадку виходу з ладу основного джерела електричної енергії та її розподілу аварійним споживачам.

1.2.5 *Аварійні споживачі* - споживачі, які у випадку виходу з ладу основного джерела електричної енергії повинні живитися від аварійного джерела електричної енергії.

1.2.6 *Антистатичне заземлення* - електричне з'єднання, що забезпечує вирівнювання потенціалів статичної електрики конструктивних частин обладнання і корпусу судна за рахунок їх безпосереднього контакту або через провідники антистатичного заземлення.

Провідниками антистатичного заземлення є:

металеві перемички, що з'єднують підлягаюче антистатичному заземленню обладнання, екрани кабелів, трубопроводи тощо між собою і/або із корпусом судна або іншим заземленим обладнанням;

нанесені на поверхні обладнання прошарки електропровідних речовин: металізації, провідних пластмас, компаундів, мастик, антистатичних лакофарбових покриттів тощо.

1.2.7 *Безпечна напруга* - напруга, безпечна для персоналу. Ця умова вважається виконаною, якщо обмотки трансформаторів, перетворювачів та інших пристроїв для зниження напруги є електрично розділеними і знижена напруга цих пристроїв або джерел електричної енергії не перевищує:

50В між полюсами при постійному струмі;

50В між фазами або між фазами і корпусом судна при змінному струмі.

1.2.8 *Блискавковловлювач* - верхня частина блискавковідвідного пристрою, призначена для безпосереднього сприйняття атмосферних розрядів.

1.2.9 *Важкозаймистий електроізоляційний матеріал* - матеріал, який витримує випробування, необхідні відповідно до Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів та виробів.

1.2.10 *Валогенератори* - генератори, що приводяться в дію від головних механізмів і живлять судову електричну мережу або окремих споживачів.

1.2.11 *Вивідний провід* - провід, який електрично з'єднує блискавковловлювач із заземленням.

1.2.12 *Відповідальні пристрої* - пристрої, нормальна робота яких забезпечує безпеку плавання судна, безпеку людей, які перебувають на судні, і збереження вантажу; відповідальні пристрої підрозділяються на пристрої першої та другої категорії.

¹ Далі – частина I «Класифікація».

1 Відповідальні пристрої першої категорії - пристрої, які повинні постійно перебувати у робочому (увімкненому) стані для забезпечення руху і керованості судна. До таких пристроїв належать пристрої, перелічені у **1.3.2.1**.

2 Відповідальні пристрої другої категорії - пристрої, які можуть не перебувати постійно у робочому стані для забезпечення руху і керованості судна, але які необхідні для забезпечення безпеки судна. Ці пристрої повинні бути готові до негайно приведення їх у дію. До таких пристроїв належать пристрої, перелічені у **1.3.2.2**.

1.2.13 Гальванічна іскробезпека - стан обладнання і систем судна, при якому виключається можливість виникнення пожежі або вибуху від електричних іскрінь при гальванічному контакті судна з береговою спорудою або іншим судном, викликаних електрохімічними явищами і блукаючими струмами в навколишніх морській воді і ґрунті.

1.2.14 Головний розподільний щит - розподільний щит, що призначений для приймання електричної енергії безпосередньо від основного джерела електричної енергії і розподілу її судновим споживачам.

1.2.15 Джерело безперебійного живлення (ДБЖ) - комбінація перетворювачів (випрямляч – інвертор), перемикачів (байпас) та джерела накопичення енергії, для підтримання напруги при навантаженні у випадку несправності у мережі живлення.

1.2.16 Електрична мережа - сукупність усіх зв'язаних між собою установок однакової номінальної напруги.

1.2.17 Електрична установка малої потужності - електрична установка судна із сумарною потужністю джерел електричної енергії до 50кВт (50кВ·А).

1.2.18 Електростатична іскробезпека - стан обладнання і систем судна, за якого виключається можливість виникнення пожежі або вибуху від розрядів статичної електрики.

1.2.19 Електроенергетична установка (ЕЕУ) - комплекс суднового електротехнічного обладнання, об'єднаного процесом вироблення, розподілу і перетворення електричної енергії в інші види енергії (механічну, теплову, світлову, хімічну тощо).

1.2.20 Електроенергетична установка (ЕЕУ) із змінюваною частотою основного джерела електроенергії – ЕЕУ, яка розрахована на можливість роботи в заданому діапазоні частот.

1.2.21 Заземлення - електричне з'єднання заземлюваної частини електричного обладнання із корпусом судна.

1.2.22 Зона захисту блискавковідводу - ділянка, усередині якої простір судна захищений від прямих ударів блискавки.

1.2.23 Компетентна організація - організація, яка має відповідні знання і досвід у конкретній області, документи якої визнаються Регістром.

1.2.24 Корпус судна - усі металеві частини судна, які мають надійне електричне з'єднання із зовнішньою металевою обшивкою. Для суден із струмонепровідним корпусом – спеціальний мідний лист площею не менше 0,5м² і товщиною не менше 2мм, прикріплений до зовнішньої обшивки корпусу на рівні нижче ватерлінії для найменшої осадки і використовуваний для заземлення усіх пристроїв, які є на судні.

1.2.25 Невідповідальні пристрої - пристрої, тимчасове відключення яких не знижує безпеку плавання судна, безпеку людей, що перебувають на судні, і збереження вантажу.

1.2.26 Основне джерело електричної енергії - джерело електричної енергії, призначене для живлення всіх електричних пристроїв і систем, необхідних для підтримки нормального експлуатаційного стану судна і нормальних умов для проживання на ньому, не вдаючись при цьому до використання аварійного джерела електричної енергії.

1.2.27 Основна електростанція - приміщення, у якому розташоване основне джерело електричної енергії.

1.2.28 Спеціальні електричні приміщення - приміщення або місця, призначені виключно для електричного обладнання і доступні тільки для обслуговуючого персоналу.

1.2.29 Судно, призначене для експлуатації в умовах низьких температур означає судно, призначене для виконання рейсів в районах або через райони, де середньодобова мінусова температура складає менше –10°C.

1.3 ОБСЯГ НАГЛЯДУ

1.3.1 Загальні положення.

Загальні положення стосовно порядку класифікації, технічного нагляду за побудовою судна і

виготовленням обладнання та оглядів, викладені у Загальних положеннях класифікаційної та іншої діяльності та в частині I «Класифікація».

1.3.2 Нагляд за електричним обладнанням судна.

Технічному нагляду на судні підлягають основні та аварійні джерела електричної енергії, силові та освітлювальні трансформатори і перетворювачі електричної енергії (машинні та статичні), головні та інші розподільні щити, кабельна мережа, а також електричне обладнання, системи і пристрої, перераховані у **1.3.2.1– 1.3.2.4**.

1.3.2.1 Відповідальні пристрої першої категорії:

- .1** рульові пристрої;
- .2** насоси гідравлічних систем гвинтів регульованого кроку;
- .3** вентилятори продувного повітря, паливопідкачувальні насоси, насоси охолодження форсунок, насоси мастила та насоси охолоджувальної води для головних та допоміжних двигунів і турбін, які необхідні для руху;
- .4** вентилятори примусової вентиляції, живильні насоси, циркуляційні водяні насоси, вакуумні насоси та насоси для відкачування конденсату для парових установок на паротурбінних судах, а також для допоміжних котлів на судах, де пара застосовується для обладнання, яке забезпечує відповідальні пристрої першої категорії;
- .5** топкові пристрої головних котлів парових установок на паротурбінних судах, а також для допоміжних котлів на судах, де пара застосовується для обладнання, яке забезпечує відповідальні пристрої першої категорії;
- .6** електрообладнання рушійнорульових колонок (РРК) азимутального (поворотного) типу із насосами мастила та насосами охолоджувальної води, які є єдиним засобом приведення в рух/керування судна;
- .7** електрообладнання гребної електричної установки (ГЕУ) та гребної електричної установки азимутального (поворотного) типу (АЗИПОД) із насосами мастила, насосами охолоджувальної води та системами примусової вентиляції;
- .8** спеціальні генератори електричної енергії та інші джерела живлення, що забезпечують зазначене у **1.3.2.1.1 – 1.3.2.1.7** обладнання;
- .9** гідравлічні насоси, що забезпечують зазначене у **1.3.2.1.1 – 1.3.2.1.8** обладнання;
- .10** обладнання підготовки палива та контролю в'язкості (віскозиметри) для важкого палива;
- .11** сигнально-розпізнавальні ліхтарі, навігаційне обладнання, сигнальні засоби;
- .12** системи/пристрої внутрішнього зв'язку;
- .13** освітлення ;
- .14** пристрої/системи керування, АПС та захисту для обладнання відповідальних пристроїв першої категорії;
- .15** інші відповідальні пристрої першої категорії, які необхідні для забезпечення призначення судна у відповідності до символу класу.

1.3.2.2 Відповідальні пристрої другої категорії:

- .1** брашпили (якірні, швартовні механізми);
- .2** насоси перекачування палива та обладнання для підготовки палива;
- .3** насоси перекачування мастила та обладнання для підготовки мастила;
- .4** підігрівачі важкого палива;
- .5** компресори пускового повітря і повітря для систем керування;
- .6** осушувальні, баластні насоси та насоси кренової системи;
- .7** насоси систем пожежогасіння та інші насоси для подавання вогнегасної речовини;
- .8** вентилятори для машинно-котельних приміщень;
- .9** пристрої, необхідні для підтримання вибухо- та пожежонебезпечних приміщень та просторів у безпечному стані, у тому числі пристрої заземлення корпусу судна на нафтоналивних судах, блискавковідвідні пристрої, а також обладнання, що забезпечує електростатичну і гальванічну іскробезпеку;
- .10** системи пожежної сигналізації;
- .11** електричне обладнання механізмів водонепроникних і протипожежних дверей;
- .12** спеціальні генератори електричної енергії та інші джерела живлення, що забезпечують зазначене у **1.3.2.2.1 – 1.3.2.2.11** обладнання;
- .13** гідравлічні насоси, що забезпечують зазначене у **1.3.2.2.1 – 1.3.2.2.12** обладнання;
- .14** тунельні (у поперечному каналі) та азимутальні підрулювальні пристрої;

.15 пристрої системи інертних газів нафтоналивних суден;
.16 пристрої/системи керування, АПС та захисту для вантажних систем;
.17 електричні приводи холодильних установок, зазначених у 1.1 частини XII «Холодильні установки»;

.18 пристрої/системи керування, АПС та захисту для обладнання відповідальних пристроїв другої категорії;

.19 інші відповідальні пристрої другої категорії, які необхідні для забезпечення призначення судна у відповідності до символу класу.

1.3.2.3 Електричне обладнання, призначене для підтримання мінімальних комфортних умов життєпридатності на судні для екіпажу та пасажирів:

.1 обладнання для приготування їжі;

.2 обладнання для опалювання;

.3 суднова провізійна холодильна установка;

.4 електричне обладнання побутової вентиляції;

.5 обладнання систем водопостачання та санітарних систем;

.6 спеціальні генератори електричної енергії та інші джерела живлення, що забезпечують зазначене у 1.3.2.3.1 – 1.3.2.3.5 обладнання.

1.3.2.4 Інше електричне обладнання:

.1 електричне обладнання технологічних механізмів суден, які виконують переробку живих ресурсів моря і не займаються їх виловом (див.19.4.4.1);

.2 електричне обладнання промислових та технологічних механізмів риболовецьких суден (див.19.10.1.1);

1.3.2.5 Електричне обладнання господарського і побутового призначення підлягає нагляду на судні тільки щодо:

.1 впливу роботи цього обладнання на якість електричної енергії суднової електростанції;

.2 вибору типів, перерізів кабелів і проводів, а також способів прокладання кабелів;

.3 опору ізоляції, заземлення та пристроїв захисту.

1.3.3 Нагляд за виготовленням електричного обладнання.

1.3.3.1 Нагляду при виготовленні підлягають такі види електричного обладнання, призначеного для установок і систем, перелічених у 1.3.2:

.1 електричні агрегати;

.2 електричні машини;

.3 трансформатори;

.4 розподільні щити;

.5 пульти керування і контролю;

.6 електричні муфти і гальма;

.7 пускова, захисна, регульовальна і комутаційна апаратура;

.8 апарати і пристрої внутрішнього зв'язку і сигналізації;

.9 силові статичні перетворювачі, напівпровідникові установки;

.10 підігрівачі палива і мастила;

.11 акумулятори;

.12 кабелі та проводи;

.13 стаціонарні електричні вимірювальні прилади;

.14 електричні прилади і пристрої для вимірювання неелектричних величин;

.15 нагрівальні та опалювальні прилади;

.16 установлювальна арматура;

.17 стаціонарні світильники;

.18 прилади керування і контролю;

1.3.3.2 Електричне обладнання вибухозахищеного виконання повинне підлягати нагляду щодо його вибухозахищеності із боку спеціальної організації, документи якої визнаються Регістром, незалежно від того, підлягає чи ні це обладнання нагляду, що впливає з вимог 1.3.3.1.

1.3.3.3 Обсяг випробувань електричного обладнання після виготовлення і вимоги щодо його випробувань викладені у Правилах з технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів та виробів для суден.

1.3.3.4 Усе електричне обладнання суден, призначених для тривалої експлуатації в умовах низьких температур, яке встановлюється на відкритих палубах та у відкритих приміщеннях, які не

обігріваються, повинне випробовуватись на холодостійкість при температурі в камері, на 10°C нижче розрахункової зовнішньої температури, або при -40°C (залежно від того, що нижче) згідно з **10.5.4.2** частини 4 «Технічний нагляд за виготовленням виробів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів і виробів.

В документах Регістра, які видаються на електричне обладнання, призначене для встановлення на відкритих палубах та у відкритих приміщеннях, які не обігріваються, суден з додатковими знаками **WINTERIZATION(-40)** і **WINTERIZATION(-50)**, повинна міститися вказівка про допустимість його використання при відповідній розрахунковій зовнішній температурі.

1.4 ТЕХНІЧНА ДОКУМЕНТАЦІЯ

1.4.1 Загальні вимоги щодо розгляду і схвалення (погодження) технічної документації та обсягу технічної документації стосовно електричного обладнання, що подається на розгляд і схвалення Регістру по судну в цілому, міститься в розд. 4 частини I «Класифікація».

1.4.2 До початку нагляду за виготовленням електричного обладнання повинна бути подана на розгляд Регістру така документація:

- .1 опис принципу дії та основні характеристики;
 - .2 специфікація (перелік виробів), у якій зазначені усі використані елементи, прилади і матеріали із їх технічними характеристиками;
 - .3 креслення загального виду із розрізами;
 - .4 принципова схема;
 - .5 програма випробувань;
 - .6 результати розрахунку вала ротора (якоря), креслення вузлів кріплення полюсів, активного заліза, колектора тощо, а також місць зварних з'єднань конструкції з валом – для електричних машин з номінальним струмом більше 1000А;
 - .7 розрахунок шин на електродинамічну і термічну стійкість у разі коротких замикань – для розподільних щитів, якщо номінальний струм окремо працюючих генераторів або сума струмів паралельно працюючих генераторів перевищує 1000А;
 - .8 дані динамічної або статичної завадостійкості або зазначення способу випробування електромагнітної сумісності;
 - .9 зазначення конкретних заходів придушення завад.
- У разі необхідності Регістр може вимагати надання додаткової технічної документації, а також даних про надійність.

2. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

2.1 УМОВИ РОБОТИ

2.1.1 Вплив кліматичних умов.

2.1.1.1 Як номінальні робочі температури навколишнього повітря і охолоджувальної води для електричного обладнання повинні застосовуватися зазначені в табл. 2.1.1.1.

Таблиця 2.1.1.1

№ з/п	Місце розташування обладнання	Температура навколишнього повітря та охолоджувальної води, °C			
		Необмежений район плавання		Плавання поза тропічною зоною	
		Повітря	Вода	Повітря	Вода
1	Машинні та спеціальні електричні приміщення, камбузи	Від +45 до 0	+32	Від +40 до 0	+25
2	Відкриті палуби	Від +45 до -25	—	Від +40 до -25	—
3	Інші приміщення	Від +40 до 0	—	Від +40 до 0	—
<i>Примітка.</i> Електронні елементи і пристрої, призначені для умонтування в розподільні щити, пульти або кожухи, повинні надійно працювати при температурі навколишнього середовища до +55°C. Температури до +70°C не повинні викликати пошкоджень елементів, пристроїв і систем					

2.1.1.2 Електричне обладнання повинне надійно працювати в умовах відносної вологості повітря $75 \pm 3\%$ при температурі $+45 \pm 2^\circ\text{C}$ або $80 \pm 3\%$ при температурі $+40 \pm 2^\circ\text{C}$, а також при відносній вологості повітря $95 \pm 3\%$ при температурі $+25 \pm 2^\circ\text{C}$.

2.1.1.3 Якщо електричне обладнання встановлене в приміщеннях, обладнаних пристроями для підтримання заданої температури, то як номінальна робоча температура навколишнього повітря для такого електричного обладнання можуть бути прийняті менші значення ніж зазначені у табл. 2.1.1.1, але не нижче $+35^\circ\text{C}$, за наступних умов:

1. обладнання не є аварійним і розташоване поза машинними приміщеннями;

2. задана температура у приміщенні підтримується, по крайній мірі, двома холодильними установками так, що при виході з ладу будь-якої з них, ті що залишилися забезпечують підтримання заданої температури;

3. обладнання, встановлене в таких приміщеннях, повинне безпечно працювати при температурі $+45^\circ\text{C}$ протягом часу, необхідного для досягнення номінальної робочої температури навколишнього повітря. При цьому холодильне обладнання повинне вибиратися для роботи при температурі навколишнього повітря $+45^\circ\text{C}$;

4. у посту керування, де передбачена постійна вахта, повинна бути передбачена звукова і світлова сигналізація про несправність холодильної установки.

2.1.2 Механічні впливи.

2.1.2.1 Електричне обладнання повинне надійно працювати при вібраціях з частотами від 2 до 80 Гц, а саме: при частотах від 2 до 13,2 Гц з амплітудою переміщень $\pm 1\text{ мм}$ і при частотах від 13,2 до 80 Гц з прискоренням $\pm 0,7g$.

Електричне обладнання, встановлене на джерелах вібрації (дизелі, компресори тощо) або у румпельному відділенні, повинне надійно працювати при вібраціях від 2 до 100 Гц, а саме: при частотах від 2 до 25 Гц з амплітудою переміщень $\pm 1,6\text{ мм}$ і при частотах від 25 до 100 Гц з прискоренням $\pm 4,0g$.

Електричне обладнання повинне надійно працювати також при ударах з прискоренням $\pm 5,0g$ і частоті в межах від 40 до 80 ударів за хвилину.

2.1.2.2 Електричне обладнання повинне безвідмовно працювати при тривалому крені судна до 15° і диференті до 5° , а також при бортовій хитавиці до $22,5^\circ$ з періодом 7–9 с і кильовій до 10° від вертикалі.

Аварійне обладнання повинне, крім того, надійно працювати при тривалому крені до $22,5^\circ$, диференті до 10° , а також при одночасному крені і диференті в зазначених вище межах та бортовій хитавиці до $22,5^\circ$ з періодом $7 \div 9\text{ с}$ і кильовій до 10° від вертикалі.

На газовозах і хімовозах аварійні джерела електричної енергії повинні зберігати працездатність при крені судна до 30° .

2.1.2.3 Електричне обладнання повинне мати відповідну механічну міцність і встановлюватися в

такому місці, де немає небезпеки механічного пошкодження (див. також 2.7.4).

2.1.3 Допустимі відхилення параметрів живлення.

2.1.3.1 Електричне обладнання повинне бути такої конструкції, щоб у всіх випадках, крім зазначених у 10.8.2 і 14.1.3.2 – 14.1.3.3, воно залишалося працездатним при відхиленнях напруги живлення і частоти від значень, зазначених у табл. 2.1.3.1 (див. також 3.1.2.2 і 16.8.3.3).

Таблиця 2.1.3.1

Параметри		Відхилення від номінальних значень		
		тривале, %	короткочасне	
			%	час, с
Перемінний струм	Напруга	+6...–10	±20	1,5
	Частота (діапазон частот ЕЕУ із змінюваною частотою основного джерела електроенергії)	±5	±10	5
Постійний струм	Напруга	±10	5	циклічні відхилення
			10	пульсації

Примітка. При живленні від акумуляторної батареї:
 тривала зміна напруги повинна знаходитися в межах від +30 до –25% для обладнання, що живиться від акумуляторної батареї, підключеної до зарядного пристрою;
 тривала зміна напруги повинна знаходитися в межах від +20 до –25% для обладнання, не підключеного до батареї під час зарядження.

2.1.3.2 Для механізмів і пристроїв на суднах обмеженого району плавання **R3** та **R3-IN**, за винятком механізмів і пристроїв відповідального призначення, допускається застосування електричного обладнання (загальнопромислового виконання), яке частково відповідає зазначеним вимогам.

2.2 ЕЛЕКТРОМАГНІТНА СУМІСНІСТЬ

2.2.1 Загальні вказівки.

2.2.1.1 Ці вимоги поширюються на електричне обладнання та обладнання автоматизації для забезпечення електромагнітної сумісності на борту судна.

2.2.1.2 Обладнання повинне безвідмовно працювати при завадах з параметрами:

1 постійне і змінне (50Гц) магнітне поле – відповідно до табл. 2.2.1.2.1.

Допускається установлення обладнання:

класу 1 – на відстані 2м і більше від потужного джерела поля (шинопровід, груповий трансформатор);

класу 2 – на відстані 1м і більше від потужного джерела поля;

класу 3 – без обмеження відстані від будь-якого джерела поля;

Таблиця 2.2.1.2.1

Клас обладнання	Напруженість, А/м	
	Постійне поле	Змінне поле (50Гц)
1	100	100
2	400	400
3	1000	1000

2 гармонічні складові напруги по ланцюгах живлення відповідно до графіка вищих гармонік суднової мережі, зображеного на рис. 2.2.1.2.2 у логарифмічному масштабі;

3 електростатичні розряди – з амплітудою напруги 8кВ;

4 радіочастотні електромагнітні поля в діапазоні 30МГц – 2 ГГц із середньоквадратичним значенням напруженості поля 10В/м;

5 наносекундні імпульси напруги з амплітудою 2кВ по силовій мережі живлення і 1кВ для сигнальних кабелів і кабелів керування тривалістю 5–50нс;

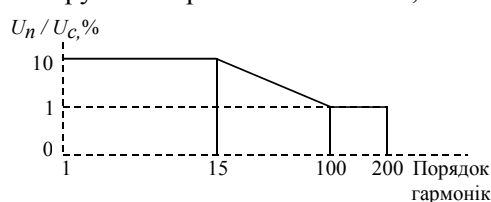


Рис. 2.2.1.2.2 Графік вищих гармонік суднової мережі

.6 радіочастотні завади по колах провідності в діапазоні 150кГц–80МГц із середньоквадратичним значенням напруги 3В і 80%-ою модуляцією на частоті 1кГц;

.7 мікросекундні імпульси напруги протягом 1,2/50мкс по колах живлення з амплітудою 1кВ, які подаються через пристрої зв'язку-розв'язки між кожним ланцюгом і корпусом і 0,5кВ, які подаються через пристрої зв'язку-розв'язки між ланцюгами.

2.2.1.3 Значення сумарного коефіцієнта гармонійних складових кривої напруги не повинне перевищувати 8% і визначається за формулою

$$K_U = \sqrt{\sum_{k=2}^{40} (U_{p,k} / U_{p,1})^2} \cdot 100 \% \quad (2.2.1.3-1)$$

де $U_{p,k}$ – середньоквадратичне значення напруги підгрупи k -ої гармоніки;
 k – порядок гармоніки.

$$U_{p,k} = \sqrt{U^2 k + \sum_{h=-1}^{h=+1} U_{c,k+h}^2}, \text{ В}, \quad (2.2.1.3-2)$$

де U_k – середньоквадратичне значення напруги k -ої гармоніки;

$U_{c,k+h}$ – середньоквадратичне значення спектральної складової, безпосередньо прилеглої до k -ої гармоніки;

k – порядок спектральної складової.

Значення K_U регламентується для цілком укомплектованої суднової електроенергетичної системи.

Для ланцюгів систем гребних електричних установок, безпосередньо не підключених до мережі загальносуднових споживачів, значення сумарного коефіцієнта гармонійних складових викривлень напруги не повинне перевищувати 10%.

Допускається використання окремих шин із $K_U > 8\%$ для живлення потужних джерел гармонічних складових напруги і несприйнятливого до них електрообладнання за умови, що зазначені шини підключаються до основних шин мережі через розв'язуючі пристрої (див. 2.2.2.2).

У випадках перевищення встановленого значення коефіцієнта гармонійних складових викривлень напруги все електрообладнання має бути розраховане на таке перевищення, що повинно бути підтверджено документально.

2.2.1.4 Рівні напруги радіозавод, створюваних у колах живлення, не повинні перевищувати наступних значень у зазначених нижче діапазонах частот:

для обладнання, розташованого на відкритій палубі і ходовому містку:

10 - 150кГц – 96 - 50дБ;

150 - 350кГц – 60 - 50дБ;

350кГц - 30МГц – 50дБ,

для обладнання, розташованого в машинних та інших закритих приміщеннях судна:

10 - 150кГц – 120 - 69дБ;

150 - 500кГц – 79дБ;

500кГц - 30МГц – 73дБ.

Для вимірювання рівня напруги радіозавод повинний використовуватися еквівалент мережі і квазіпіковий вимірювальний приймач.

Ширина смуги пропускання приймача при вимірюваннях в частотному діапазоні від 10 до 150кГц повинна бути 200Гц, а в частотному діапазоні від 150кГц до 30МГц – 9кГц.

2.2.1.5 На суднах, для яких обмеження рівня радіозавод від силових напівпровідникових перетворювачів відповідно до вимог 2.2.1.4 не можливе, мережа живлення засобів автоматизації, радіо- і навігаційного обладнання повинна мати гальванічну розв'язку, що забезпечує загасання не менше ніж 40дБ у діапазоні частот 0,01–30МГц, із мережею живлення цих перетворювачів.

Кабелі живлення обладнання із рівнями радіозавод, що перевищують зазначені у 2.2.1.4, повинні прокладатися на відстані не менше 0,2м від кабелів інших груп обладнання при довжині спільного прокладання більше 1м (див. 2.2.2.8).

2.2.1.6 Рівні створюваного електромагнітного поля радіозавод на відстані 3м від обладнання не повинні перевищувати наступні значення у зазначених нижче діапазонах частот:

для обладнання, розташованого на відкритій палубі і ходовому містку:

150 - 300кГц – 80 - 52дБ;

300кГц - 30МГц – 52 - 34дБ;

30 - 2000МГц – 54дБ, за виключенням діапазону 156 – 165МГц, де він повинний бути рівним 24дБ;

для обладнання, розташованого у машинних та в інших закритих приміщеннях судна:

150кГц - 30МГц – 80 - 50дБ;

30 - 100МГц – 60 - 54дБ;

100 - 2000МГц – 54дБ, за виключенням діапазону 156 – 165МГц, де він повинний бути рівним 24дБ.

Для вимірювання повинний використовуватися квазіпіковий вимірювальний приймач.

Ширина смуги пропускання приймача в діапазоні частот від 150кГц до 30МГц і від 156 до 165МГц повинна бути 9кГц, а в діапазоні частот від 30 до 156МГц і від 165МГц до 1ГГц – 120кГц.

2.2.2 Заходи забезпечення електромагнітної сумісності.

2.2.2.1 Для захисту радіобладнання від електромагнітних завад необхідно враховувати вимоги, які містяться в частині IV «Радіобладнання» Правил щодо обладнання морських суден.

2.2.2.2 Для розділення суднової мережі живлення слід застосовувати обертові перетворювачі, спеціальні трансформатори і фільтри.

2.2.2.3 Екран або металеву броню силових кабелів слід з'єднувати з металевим корпусом відповідного обладнання і заземлювати якнайчастіше, як мінімум, на кожному кінці.

2.2.2.4 Екрани сигнальних кабелів необхідно заземлювати в одній точці на стороні блоку обробки первинного сигналу. При цьому кабель повинний мати зовнішню ізолюючу оболонку.

2.2.2.5 Необхідно дотримуватися безперервності екранування, для чого екрани кабелів слід з'єднувати з корпусами обладнання, у кабельних відгалужувальних і розподільних ящиках, у проходах кабелів через перегородки.

2.2.2.6 Заземлення, виконане з метою захисту від завад, повинне мати електричний опір не більше 0,02Ом, мінімально можливу довжину, вібраційну і корозійну стійкість, доступність для перевірки

2.2.2.7 Екрани кабелів не повинні використовуватися як зворотний провід.

2.2.2.8 Суднові кабелі поділяються за типом переданих сигналів на групи:

.1 коаксіальні кабелі радіоприймальних пристроїв і відеосигналів з рівнем сигналів 0,1мкВ – 500мВ;

.2 екрановані або коаксіальні кабелі з аналоговими і цифровими сигналами з рівнем сигналів 0,1–115В;

.3 екрановані кабелі пристроїв телефонії і радіотрансляції, керування і сигналізації із рівнем сигналів 0,1 – 115В;

.4 неекрановані і розташовані нижче палуби, екрановані і розташовані над палубою кабелі силової мережі і мережі освітлення, із рівнем сигналів 10 – 1000В;

.5 коаксіальні або екрановані кабелі передавальних антен радіопередавача, радіолокаційної станції, ехолота, силових напівпровідникових перетворювачів з рівнем сигналів 10 – 1000В.

2.2.2.9 Кабелі однієї групи можуть прокладатися в одній трасі, якщо різниця рівнів переданих сигналів не впливає на роботу обладнання, чутливого до завад.

Кабелі (траси) різних груп при довжині паралельного прокладання більше 1м повинні бути віддалені один від одного не менше ніж на 0,1м, а їх перетинання повинне виконуватися під прямим кутом.

Кабелі радіолокаційної станції та ехолотів, зазначені в **2.2.2.8.5**, повинні прокладатися в подвійному екрані або, при коаксіальному виконанні, усередині металевій труби. Зовнішній екран повинний заземлюватися разом з основним екраном кабелю.

2.2.2.10 При установленні електричного обладнання і прокладанні кабелів поблизу магнітних компасів, а також для захисту від завад іншого навігаційного обладнання повинні враховуватися вимоги частини V «Навігаційне обладнання» Правил щодо обладнання морських суден.

2.2.2.11 На усіх судах з корпусами із струмонепровідних матеріалів, на яких Правилами вимагається встановлення радіобладнання, усі кабелі, розташовані в радіусі 9м від антен, повинні бути екрановані або захищені від випромінювання завад іншими способами, а все обладнання повинне мати пристрої для заглушення радіозавад.

2.3 МАТЕРІАЛИ

2.3.1 Конструктивні матеріали.

2.3.1.1 Конструктивні частини електричного обладнання повинні виготовлятися із матеріалів міцних, принаймні важкозаймистих, стійких до впливу морської атмосфери і парів масла та палива або повинні бути надійно захищені від впливу цих факторів.

Для обладнання, установленого або призначеного для використання у вибухонебезпечних приміщеннях і просторах, конструктивні частини електричного обладнання повинні виготовлятися із матеріалів, що забезпечують електростатичну і гальванічну іскробезпеку.

2.3.1.2 Гвинти, гайки, петлі та подібні деталі, призначені для кріплення закриттів електричного обладнання, установленого на відкритій палубі та у приміщеннях із підвищеною вологістю, повинні виготовлятися із корозійностійких матеріалів та/або мати надійне антикорозійне покриття.

2.3.1.3 Усі струмоведучі частини електричних пристроїв повинні виготовлятися з міді, мідних сплавів або інших матеріалів, що мають рівноцінні властивості, за винятком:

.1 елементів реостатів, які повинні виготовлятися із механічно міцних матеріалів з високим питомим опором, що витримують високу температуру;

.2 короткозамкнутих обмоток роторів асинхронних та синхронних двигунів, які допускається виготовляти з алюмінію або його сплавів, стійких до морських умов;

.3 вугільних щіток, металокерамічних контактів та інших подібних частин, коли це обумовлено необхідними властивостями;

.4 елементів електричного обладнання, безпосередньо приєднаних до корпусу судна, використаного як зворотний провід при однопровідній системі.

.5 алюмінієвих обмоток високовольних трансформаторів згідно **18.4.1.6**.

2.3.2 Ізоляційні матеріали.

2.3.2.1 Ізоляційні матеріали частин, які перебувають під напругою, повинні мати відповідну діелектричну міцність, бути стійкими проти появи струмів витоку по поверхні, волого- і маслостійкими і достатньо міцними або повинні бути відповідним чином захищені.

Температура нагрівання струмоведучих частин і місць їх з'єднання при номінальному навантаженні не повинна перевищувати допустимої температури нагрівання ізоляційних матеріалів.

2.3.2.2 Для охолодження неізольованих частин електричного обладнання допускається застосування незаймистих рідин.

2.3.2.3 Для ізоляції обмоток машин, апаратів та інших відповідальних пристроїв повинні застосовуватися ізоляційні матеріали відповідно до погоджених стандартів.

Рекомендується застосування ізоляційних матеріалів не нижче класу E.

2.3.2.4 Проводи, які використовуються для внутрішніх з'єднань електричних пристроїв, повинні мати ізоляцію, виготовлену принаймні з важкозаймистих матеріалів, а біля апаратів з підвищеним нагріванням, а також зазначених у розділі **15**, – із негорючих матеріалів.

2.3.2.5 Ізоляційні матеріали, що застосовуються для виготовлення кабелів, – див. **16.3**.

2.4 КОНСТРУКТИВНІ ВИМОГИ І СТУПІНЬ ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

2.4.1 Загальні вимоги.

2.4.1.1 Частини, що потребують заміни під час експлуатації, повинні легко демонтуватися.

2.4.1.2 У разі застосування гвинтових кріплень повинні бути передбачені заходи, що виключають самовідгвинчування гвинтів і гайок, а в місцях, які потребують частого демонтажу і відкривання, – також втрату їх.

2.4.1.3 Ущільнювальні прокладки частин електричного обладнання (дверцят, кришок, оглядових отворів, сальників тощо) повинні забезпечувати відповідний ступінь захисту в умовах експлуатації.

Ущільнення повинні бути прикріплені до кожуха або кришки.

2.4.1.4 Якщо кожухи, щітки і кришки електричного обладнання, розташованого в місцях, доступних неспеціалізованому персоналу, перешкоджають доступу до частин, що перебувають під напругою, то вони повинні відкриватися тільки за допомогою інструментів.

2.4.1.5 Електричне обладнання, в якому може відбуватися утворення конденсату, повинне забезпечуватися пристроями для відведення води. Всередині обладнання повинні бути передбачені канали, що забезпечують відведення конденсату з усіх частин обладнання.

Обмотки і частини під напругою повинні бути розташовані або захищені таким чином, щоб вони не піддавалися впливу конденсату, який може накопичуватися всередині обладнання.

2.4.1.6 Електричне обладнання з примусовою вентиляцією, призначене для встановлення в нижніх частинах вологих приміщень, повинне мати таку систему вентиляції, щоб потрапляння вологи і масляних парів у середину обладнання було мінімальним.

2.4.1.7 Якщо в пульті або щиті керування застосовані вимірювальні прилади з підведенням до них масла, пари або води, повинні бути вжиті заходи, що виключають можливість потрапляння цих компонентів на частини, які перебувають під напругою, у разі пошкодження приладів або трубопроводів.

2.4.2 Ізоляційні відстані.

Відстані між частинами, які перебувають під напругою з різними потенціалами, або між частинами, що перебувають під напругою, і заземленими металевими частинами або зовнішнім кожухом по повітрю і по поверхні ізоляційного матеріалу, повинні відповідати робочим напругам і умовам роботи пристрою з урахуванням властивостей застосованих ізоляційних матеріалів.

2.4.3 Внутрішній монтаж.

2.4.3.1 Увесь внутрішній монтаж електричного обладнання повинний бути виконаний багатодровим проводом.

Монтажні проводи повинні мати маркування згідно схеми підключення.

2.4.3.2 Для внутрішнього монтажу розподільних пристроїв, пультів керування та інших пристроїв розподілу, комутації тощо повинні застосовуватися проводи площею перерізу не менше 1 мм^2 .

Для систем керування, захисту, вимірювання параметрів, сигналізації та внутрішнього зв'язку допускається застосування проводів площею перерізу не менше $0,5\text{ мм}^2$.

Для електронних і електричних пристроїв перетворення і передачі слабких сигналів можуть застосовуватися проводи площею перерізу менше $0,2\text{ мм}^2$.

2.4.3.3 Струмоведачі частини повинні бути закріплені так, щоб вони не зазнавали додаткового механічного навантаження; причому не слід застосовувати гвинти, вгвинчуванні безпосередньо в ізоляційний матеріал.

2.4.3.4 Кінці багатодрових жил, кабелів і проводів повинні бути оброблені залежно від типу застосовуваного затискача або повинні мати кабельні наконечники.

2.4.3.5 Ізольовані проводи повинні укладатися і кріпитися таким чином, щоб спосіб їх кріплення і розташування не зменшував опору ізоляції і вони не піддавалися пошкодженням внаслідок електродинамічних зусиль, вібрацій і струсів.

2.4.3.6 Повинні бути вжиті заходи до того, щоб температури, допустимі для ізолюваного проводу в нормальних експлуатаційних умовах або за час відключення струму короткого замикання, не були перевищені.

2.4.3.7 Підключення ізолюваних проводів до клем або шин повинне виконуватися таким чином, щоб у номінальному робочому режимі ізоляція проводу не піддавалася впливу температури перегрівання.

2.4.4 Ступінь захисту електричного обладнання.

2.4.4.1 Залежно від місця встановлення повинне застосовуватися електричне обладнання із відповідним захисним виконанням або повинні вживатися інші заходи для захисту обладнання від шкідливих впливів навколишнього середовища і захисту персоналу від ураження електричним струмом.

2.4.4.2 Мінімальні ступені захисту електричного обладнання, встановленого в приміщеннях і просторах судна, повинні вибиратися відповідно до табл. 2.4.4.2.

Таблиця 2.4.4.2

Місце розташування електричного обладнання	Найменування електричного обладнання				
	Електричні машини, трансформатори	Розподільні щити, пускорегулювальна апаратура, пускачі	Обладнання зв'язку і сигналізації, встановлювальна апаратура (вимикачі, розетки, сполучні коробки)	Нагрівальні та опалювальні прилади	Світильники
1	2	3	4	5	6
Приміщення і простори, у яких можуть утворюватися вибухонебезпечні суміші пари, газів і пилу з повітрям	<i>Ex</i> (див. 2.9, 19.2.4)	—	<i>Ex</i> (див. 2.9, 19.2.4)	—	<i>Ex</i> (див. 2.9, 19.2.4)

Закінчення табл. 2.4.4.2

1	2	3	4	5	6
Сухі приміщення, сухі житлові приміщення	IP20	IP20	IP20	IP20	IP20
Ходовий місток, радіорубка	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22
Службові приміщення, приміщення рульової машини, відділення холодильних машин (за винятком аміачного обладнання), приміщення аварійного генератора, комори загального призначення. Буфетні, провізійні приміщення	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22
Машинні і котельні приміщення	Вище настилу	IP22	IP22	IP44	IP22
	Нижче настилу	IP44	—	IP44	IP44
	Пости керування (сухі)	IP22	IP22	IP22	IP22
	Закриті приміщення для сепараторів	IP44	IP44	IP44	IP44
Охолоджувачі приміщення, камбузи, пральні, ванни і душові	IP44	IP44	IP55	IP44	IP44
Приміщення для обробки продуктів промислу ¹ , тунелі валопроводів, вантажні трюми	IP55	IP55	IP55	IP55	IP55
Відкриті палуби	IP56	IP56	IP56	IP56	IP56
Машинні і котельні приміщення, захищені стаціонарною системою пожежогасіння місцевого застосування всередині машинних приміщень ²	IP44	IP44	IP44	IP44	IP44
¹ Для електричного обладнання, яке встановлюється в приміщеннях для обробки продуктів промислу і лову, рекомендується додатковий захист для можливості його санітарно-гігієнічної обробки забортною водою. ² При встановленні електроустаткування в прилягаючих зонах, не підданих прямому впливу системи (див. 3.12 частини VI «Протипожежний захист»), за погодженням з Регістром може бути допущений більше низький ступінь захисту за умови застосування відповідних заходів захисту електрообладнання (установка додаткових закриттів і фільтрів припливної вентиляції, захисних екранів тощо). <i>Примітка.</i> Якщо оболонка обладнання не забезпечує необхідного ступеню захисту, слід застосовувати інші методи або інше розташування обладнання для забезпечення ступеня захисту, необхідного згідно з таблицею.					

2.5 ЗАХИСНІ ЗАЗЕМЛЕННЯ НЕСТРУМОВЕДУЧИХ МЕТАЛЕВИХ ЧАСТИН

Металеві корпуси електричного обладнання, що працює при напрузі, яка перевищує безпечну, і не має подвійної або посиленої ізоляції, повинні мати заземлений затискач, позначений символом $\perp$.

Залежно від призначення електричного обладнання повинна бути передбачена можливість заземлення всередині або ззовні корпусу.

2.5.1 Частини, що підлягають заземленню.

2.5.1.1 Металеві частини електричного обладнання, до яких можливий дотик під час експлуатації та які у разі пошкодження ізоляції можуть виявитися під напругою (за винятком зазначених у **2.5.1.2**), повинні мати надійний електричний контакт із частиною, яка забезпечена заземлюючим затискачем (див. також **2.5.3**).

2.5.1.2 Захисні заземлення не потрібні для таких видів обладнання:

- .1 електричного обладнання, що живиться струмом безпечної напруги;
- .2 електричного обладнання, що має подвійну або посилену ізоляцію;

.3 металевих частин електричного обладнання, які закріплені в ізоляційному матеріалі або проходять крізь нього, та які ізольовані від частин, що заземлені і перебувають під напругою, таким чином, що в нормальних робочих умовах вони не можуть виявитися під напругою або стикатися із заземленими частинами;

.4 корпусів підшипників, ізольованих з метою запобігання протікання циркуляційних струмів;

.5 цоколів патронів і кріпильних елементів люмінесцентних ламп, абажурів і відбивачів, кожухів, прикріплених до патронів або світильників, виготовлених із ізоляційного матеріалу або вгвинчених у такий матеріал;

.6 кріпильних елементів кабелів;

.7 для одиночного споживача з напругою до 250В, що одержує живлення від роз'єднувального трансформатора.

.8 обладнання, яке живиться постійним струмом, напруга якого не більша за 50В, чи перемінним струмом, середньоквадратичне значення напруги якого між провідниками не більше за 50В, причому для досягнення такої напруги не повинні використовуватись автотрансформатори.

2.5.1.3 Екранувальні оболонки і металева броня кабелів повинні бути заземлені.

2.5.1.4 Вторинні обмотки усіх вимірювальних трансформаторів струму і напруги повинні бути заземлені.

2.5.2 Заземлення алюмінієвих конструкцій на сталевих суднах.

Надбудови із сплавів алюмінію, прикріплені до сталевому корпусу судна, але ізольовані від нього, повинні заземлюватися не менше ніж двома спеціальними провідниками, що не викликають електролітичної корозії в місці їх з'єднання з надбудовою і корпусом.

Провідність кожного провідника повинна бути не менше еквівалентної провідності мідного проводу з площею перерізу 16мм².

Такі з'єднання, що заземлюють, повинні встановлюватися в різних місцях по периметру надбудови, бути доступними для огляду і захищеними від пошкоджень.

2.5.3 Заземлювальні затискачі та провідники.

2.5.3.1 Кріплення заземлювальних провідників до корпусу судна повинно бути виконане болтами діаметром не менше 6мм; для кріплення проводів площею перерізу до 2,5мм² допускаються болти діаметром 4мм, а для проводів площею перерізу до 4мм² – болти діаметром 5мм. Ці болти не повинні використовуватися для інших цілей, крім кріплення заземлювальних провідників.

Болти, які вгвинчуються у матеріал без гайок, повинні бути з латуні або з іншого корозійностійкого матеріалу.

Місце корпусу, до якого приєднується заземлювальний провідник, повинне бути зачищене до металу і надійно захищене від корозії.

2.5.3.2 Стаціонарне електричне обладнання повинне бути заземлене за допомогою зовнішніх заземлювальних провідників або жили заземлення у живильному кабелі.

У разі використання для заземлення однієї з жил живильного кабелю вона повинна приєднуватися до заземленої частини обладнання всередині його корпусу.

Допускається не застосовувати спеціального заземлення за допомогою зовнішніх заземлюючих провідників, якщо встановлення обладнання забезпечує надійний електричний контакт між корпусом обладнання і корпусом судна в усіх експлуатаційних умовах.

Для заземлення, що виконується зовнішнім заземлювальним провідником, повинні застосовуватися мідні провідники. Можна також застосовувати провідники з іншого корозійностійкого металу, але за умови, що їх опір не буде перевищувати опору необхідного мідного провідника. Площа перерізу мідного заземлювального провідника повинна бути не менше зазначеної в табл. **2.5.3.2**.

Для заземлення, що виконується спеціальною жилою кабелю живлення, площа перерізу цієї жили повинна дорівнювати номінальній площі перерізу жили кабелю живлення – для кабелів площею перерізу до 16мм² і принаймні дорівнювати ½ площі перерізу жили кабелю живлення, але не менше 16мм² – для кабелів площею перерізу більше 16мм². При цьому опір заземлення не повинен перевищувати 0,4Ом.»

2.5.3.3 Заземлення пересувних, знімних і переносних споживачів повинне виконуватися через заземлене гніздо штепсельної розетки або інший заземлений контактний пристрій і мідну заземлювальну жилу гнучкого кабелю живлення.

Площа перерізу заземлювальної жили повинна бути не менше номінальної площі перерізу жили гнучкого живильного кабелю для кабелів перерізом до 16мм² і принаймні дорівнювати ½ площі

перерізу живильного гнучкого кабелю, але не менше 16мм^2 – для кабелів площею перерізу більше 16мм^2 .

Таблиця 2.5.3.2

Площа перерізу жили кабелю, приєднаної до споживача, мм^2	Площа перерізу заземлювального провідника стаціонарного обладнання, мм^2 , мінімальна	
	однодротового	багатодротового
До 2,5	2,5	1,5
2,5–120	$\frac{1}{2}$ площі перерізу приєднаної жили кабелю, але не менше 4	
Понад 120	70	

2.5.3.4 Провідники і жили, які заземлюють обладнання, повинні бути такими, що не википаються.

2.5.3.5 Заземлення екранувальних оболонок і металевої броні кабелів повинне виконуватися одним з таких способів:

1 мідним заземлювальним проводом площею перерізу не менше $1,5\text{мм}^2$ – для кабелів площею перерізу жили до 25мм^2 і не менше 4мм^2 – для кабелів площею перерізу жили більше 25мм^2 ;

2 шляхом відповідного кріплення броні або металевої оболонки до корпусу судна;

3 за допомогою кілець, що знаходяться в кабельних сальниках, за умови, що вони є корозійностійкими, добре провідними і пружними.

Заземлення повинне виконуватися на обох кінцях кабелів, за винятком кабелів кінцевих відгалужених кіл, які допускається заземлювати тільки з боку живлення.

Екранувальні оболонки і металева броня кабелів можуть заземлюватися іншим схваленим способом, якщо зазначені вище способи не приводять до порушення роботи пристрою.

2.5.3.6 Зовнішні заземлювальні провідники повинні бути доступні для контролю і захищені від послаблення і механічних пошкоджень.

2.6 БЛИСКАВКОЗАХИСТ

2.6.1 Загальні вимоги.

2.6.1.1 Судна повинні бути обладнані блискавкозахисними пристроями, захисна зона яких повинна перекривати все обладнання, що потребує блискавкозахисту.

2.6.1.2 Судна, на яких вторинні прояви блискавки можуть призвести до пожеж і вибухів, повинні мати пристрої блискавкозахисного заземлення, що виключають можливість утворення вторинних іскрінь.

2.6.1.3 Блискавкозахисний пристрій повинний складатися з блискавковловлювача, відвідного проводу і заземлення.

На металевих щоглах допускається не встановлювати спеціальні блискавкозахисні пристрої, якщо конструктивно передбачений надійний електричний контакт щогли з металевим корпусом судна або з місцем заземлення.

2.6.2 Блискавковловлювач.

2.6.2.1 На металевих суднах як блискавковловлювач слід використовувати власні вертикально протяжні конструкції: щогли, напівщогли, надбудови тощо, якщо передбачений надійний електричний контакт таких конструкцій з металевим корпусом судна.

Додаткові блискавковловлювачі повинні застосовуватися тільки в тих випадках, коли власні елементи конструкції не забезпечують блискавкозахисту.

2.6.2.2 Якщо на топі металевої щогли встановлене електричне обладнання, повинний бути передбачений надійно заземлений блискавковловлювач.

2.6.2.3 На кожній щоглі або стеньзі, виготовленій з непровідного матеріалу, повинний бути встановлений надійно заземлений блискавковловлювач.

2.6.2.4 Блискавковловлювач повинний бути виготовлений з прута діаметром не менше 12мм . Як матеріал прута можуть застосовуватися мідь, мідні сплави або сталь, захищена від корозії.

Для алюмінієвих щогл повинний застосовуватися алюмінієвий блискавковловлювач.

2.6.2.5 Блискавковловлювач повинний кріпитися до щогли таким чином, щоб він піднімався над топом щогли або будь-яким пристроєм, що знаходиться в топі щогли, не менше ніж на 300мм .

2.6.3 Відвідний провід.

2.6.3.1 Відвідний провід повинний виготовлятися з прута, штаби або багатодротового проводу площею перерізу не менше 70мм^2 у разі застосування міді або її сплавів і не менше 100мм^2 у разі

застосування сталі, причому сталевий відвідний провід повинний бути захищений від корозії.

2.6.3.2 Відвідні проводи повинні прокладатися на зовнішньому боці щогл і надбудов з найменшою кількістю вигинів, які повинні бути плавними із можливо більшим радіусом.

2.6.3.3 Відвідні проводи не повинні проходити через вибухонебезпечні простори і приміщення.

2.6.3.4 На судах із неметалевим корпусом відвідний провід блискавкозахисного пристрою слід прокладати на усьому його шляху (включаючи з'єднання із заземленням) самостійно, не приєднуючи до шин захисного і робочого заземлень.

2.6.4 Заземлення.

2.6.4.1 На композитних судах як заземлення може застосовуватися металевий форштевень або інші металеві конструкції, занурені у воду в усіх умовах плавання.

2.6.4.2 Необхідно передбачити пристрої, що забезпечують приєднання заземлення блискавкозахисного пристрою або сталевому корпусу судна до заземлення на березі, коли судно перебуває у доці або на стапелі.

2.6.4.3 На судах зі струмонепровідним корпусом заземлення повинне виконуватися згідно з **1.2** (див. визначення **1.2.22** частина II «Корпус»).

2.6.5 З'єднання в блискавко-захисному пристрої.

2.6.5.1 З'єднання між блискавковловлювачем, відвідним проводом і заземленням повинні виконуватися зварюванням або болтовими затискачами.

2.6.5.2 Площа контактної поверхні між відвідним проводом і блискавковловлювачем або заземленням повинна бути не менше 1000мм².

З'єднувальні затискачі та сполучні болти повинні бути виготовлені з міді, мідних сплавів або сталі, що має захист від корозії.

2.6.6 Пристрої блискавкозахисного заземлення.

2.6.6.1 Блискавкозахисному заземленню, зазначеному у **2.6.1.2**, підлягають ізольовані металеві конструкції, рухомі з'єднання, трубопроводи, екрани електричних мереж і ліній зв'язку, вузли введення у вибухонебезпечні приміщення.

2.6.6.2 Трубопроводи для нафтопродуктів, а також усі інші трубопроводи, пов'язані з вибухонебезпечними приміщеннями і розташовані на відкритих ділянках палуби або у приміщеннях, що не мають електромагнітного екранування, повинні заземлюватися на корпус судна не більше ніж через кожні 10м за довжиною.

Трубопроводи, розташовані на палубі, де можлива поява вибухонебезпечних газів, не зв'язані з вибухонебезпечними приміщеннями, повинні заземлюватися на корпус судна не більше ніж через кожні 30м за довжиною.

2.6.6.3 Металеві частини, що знаходяться поблизу відвідних проводів, повинні бути заземлені, якщо вони не розташовані на заземлених конструкціях або не мають іншого металевого контакту із корпусом судна. Пристрої або металеві частини, що знаходяться на відстані до 200мм від відвідних проводів, повинні бути сполучені з відвідним проводом таким чином, щоб виключалася можливість утворення вторинних іскрінь.

2.6.6.4 Усі з'єднання елементів заземлення повинні бути доступні для контролю і захищені від механічних пошкоджень.

2.7 РОЗМІЩЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

2.7.1 Електричне обладнання повинно встановлюватися таким чином, щоб був забезпечений зручний доступ до органів керування і до всіх частин, які потребують догляду, огляду і заміни.

2.7.2 Електричні машини з горизонтальним валом повинні бути встановлені так, щоб вал розташовувався паралельно діаметральній площині судна. Встановлення машин з розташуванням вала в іншому напрямі допускається тільки в тих випадках, якщо конструкція машин забезпечує їх нормальну роботу з таким розташуванням і в умовах, зазначених у **2.1.2.2**.

2.7.3 Електричне обладнання, охолоджуване повітрям, повинне розташовуватися таким чином, щоб забір охолоджувального повітря не проводився із ллял або інших місць, у яких повітря може бути забруднене речовинами, які шкідливо діють на ізоляцію.

2.7.4 Електричне обладнання, установлене в місцях, де є вібрації та струси (сильніші, ніж зазначені в **2.1.2.1**), які неможливо усунути, повинне мати конструкцію, що забезпечує нормальну його роботу в цих умовах, або повинне встановлюватися на відповідних амортизаторах.

2.7.5 Електричне обладнання повинне кріпитися таким чином, щоб не зменшувалася міцність і не порушувалася непроникність палуб, перегородок і обшивки корпусу.

2.7.6 Електричне обладнання не повинне встановлюватися в приміщеннях, в яких зберігаються вибухові речовини. Такі приміщення повинні висвітлюватися світильниками, встановленими в суміжних вибухобезпечних приміщеннях. Якщо це неможливо, електричне обладнання повинне бути такої конструкції та виконання, щоб виключити можливість загоряння або вибуху.

2.7.7 Якщо корпуси електричного обладнання виконані з іншого матеріалу, ніж конструкції, на яких вони встановлені, то в разі потреби повинні бути вжиті заходи для запобігання електrolітичній корозії.

2.7.8 При розташуванні обладнання у зонах дії стаціонарної системи пожежогасіння місцевого застосування повинне бути забезпечене виконання вимог **7.13.3** та **7.13.4**.

2.8 СПЕЦІАЛЬНІ ЕЛЕКТРИЧНІ ПРИМІЩЕННЯ

2.8.1 Двері спеціальних електричних приміщень повинні замикатися на замок і відчинятися назовні.

Якщо двері виходять у коридори і проходи житлових та службових приміщень, допускається, щоб вони відчинялися всередину за умови встановлення загорож і упорів. На дверях повинний знаходитися попереджувальний напис. З приміщення двері повинні відчинятися без застосування ключа.

2.8.2 Спеціальні електричні приміщення не повинні бути суміжними з цистернами займистих рідин. Якщо ця вимога конструктивно нездійснима, повинні бути вжиті заходи, що виключають можливість потрапляння займистої рідини до цих приміщень.

2.8.3 Не допускається влаштування виходів, ілюмінаторів, що відкриваються, та інших отворів із спеціальних електричних приміщень у вибухонебезпечні приміщення та простори.

2.8.4 У спеціальних електричних приміщеннях, у проходах і місцях обслуговування при встановленні електричного обладнання відкритого виконання повинні встановлюватися поручні з ізоляційного матеріалу.

2.9 ЕЛЕКТРИЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ВИБУХОЗАХИЩЕНОГО ВИКОНАННЯ

2.9.1 Вимоги цього підрозділу стосуються обладнання, що встановлюється на судах, у закритих і напівзакритих приміщеннях та просторах, у яких можуть утворюватися вибухонебезпечні суміші пари, газів і пилу з повітрям.

До таких приміщень і просторів належать малярські, ліхтарні (для гасових ліхтарів), акумуляторні та приміщення, у яких знаходяться цистерни, механізми і трубопроводи для займистих рідин з температурою спалаху пари 60°C і нижче.

Додаткові вимоги до встановлення електричного обладнання на нафтоналивних судах зазначені у **19.2**;

на судах для перевезення транспортних засобів із паливом у баках – у **19.3**;

на судах, що перевозять небезпечні вантажі – у **19.11**.

2.9.2 Вибухозахищене виконання обладнання повинне бути підтверджене свідоцтвом, виданим компетентною організацією.

Для простих електричних апаратів і компонентів, зазначених в **19.2.4.1.2** і **19.2.4.2.3**, свідоцтво компетентної організації в області вибухозахищеності не потрібне. Наявність підтвердження виготовлювача про відповідність виробу стандартам ДСТУ EN 60079-11 і ДСТУ EN 60079-0 (або відповідним стандартам ІЕС чи EN) є достатнім.

2.9.3 У вибухонебезпечних приміщеннях і просторах допускається установлювати електричне обладнання тільки у вибухозахищеному виконанні з рівнем вибухозахисту, що відповідає категорії та групі найнебезпечнішої газової суміші.

Електричне обладнання, яке встановлюється в наступних приміщеннях, повинне мати рівень вибухозахисту і температурного класу:

1 малярські - підгрупа ІІВ, температурний клас Т2 (див. також **2.9.16**);

2 приміщення для балонів з газом - підгрупа ІІС, температурний клас Т2;

3 акумуляторні - підгрупа ІІС, температурний клас Т1 (див. також **13.6**);

4 приміщення, в яких знаходяться цистерни, механізми і трубопроводи для займистих рідин з температурою спалаху 60°C і нижче - підгрупа ІІВ, температурний клас Т3.

Установлення електродвигунів вентиляторів у приміщеннях, пристосованих для перевезення вибухонебезпечних вантажів, повинне відповідати вимогам **12.7.4** частини VIII «Системи і трубопроводи».

Установлення вібраторів ехолотів та їх кабелів повинне відповідати вимогам **3.7.4** і **3.8.3** частини V «Навігаційне обладнання» Правил щодо обладнання морських суден.

2.9.4 У приміщеннях, в яких пил або волокно може утворити вибухонебезпечні суміші з повітрям, повинне встановлюватися електричне обладнання із ступенем захисту не нижче ніж IP65.

Якщо поява вибухонебезпечної пиловолокнистої суміші може виникнути тимчасово внаслідок пошкодження або нещільності працюючих технологічних пристроїв чи припинення дії вентиляції, то в таких випадках допускається встановлення електричного обладнання із ступенем захисту IP55.

Електричне обладнання, установлене в таких приміщеннях, повинне мати таку оболонку, щоб температура її верхніх горизонтальних або нахилених до горизонталі під кутом до 60° елементів в умовах тривалої роботи була, принаймні, на 75°C нижче ніж температура тління пилу, який є у цьому приміщенні (температуру тління слід визначати для шару пилу товщиною 5мм).

2.9.5 Світильники у вибухозахищеному виконанні повинні бути встановлені таким чином, щоб навколо них, за винятком місця кріплення, залишався вільний простір шириною не менше 100мм.

2.9.6 Кожне обладнання, встановлене у вибухонебезпечних приміщеннях і просторах, крім пожежних оповісників, повинне мати вимикач, який відключає всі проводи під напругою, установлений у безпечному місці поза вибухонебезпечними приміщеннями і просторами.

2.9.7 Безпосереднє кріплення електричного обладнання до стінок цистерн горючих рідин не допускається.

В усіх випадках електричне обладнання повинне кріпитися на відстані не менше 75мм від стінок цистерн.

2.9.8 У закритих і напівзакритих приміщеннях, у яких не можуть утворитися вибухонебезпечні суміші пари або газів, але які мають отвори, що ведуть до вибухонебезпечних приміщень, повинне встановлюватися, як правило, електричне обладнання вибухозахищеного виконання.

Допускається встановлення електричного обладнання невибухозахищеного виконання, якщо виконуються такі умови:

1 у разі припинення дії вентиляції повинна спрацьовувати сигналізація (світлова і звукова), а також автоматично відключатися живлення (в обґрунтованих випадках з тимчасовою затримкою) електричного обладнання;

2 повинне передбачатися блокування, що забезпечує можливість підключення електричного обладнання тільки після достатнього провітрювання приміщення (повітря в приміщенні необхідно замінити не менше 10 разів).

2.9.9 У відсіках/трюмах для перевезення вибухонебезпечних вантажів електричне обладнання, яке не є необхідним для безпеки та керування судном, повинне мати можливість повного відключення та бути захищене від несанкціонованого включення.

Відключення повинне виконуватися із місць, розташованих поза небезпечними зонами, і виконуватися шляхом знімання спеціальних роз'єднувачів або вимикачами із блокуючим пристроєм.

У випадку необхідності встановлення такого обладнання для безпеки і керування судном, воно повинне бути вибухозахищеного виконання: іскробезпечне (*Exia* або *Exib*), з оболонкою під надлишковим тиском (*Exp*), з вибухонепроникною оболонкою (*Exd*), підвищеної надійності проти вибуху (*Exe*).

2.9.10 У вибухонебезпечних приміщеннях і просторах дозволяється прокладати кабелі, призначені тільки для електричного обладнання, встановленого в цих приміщеннях і просторах, за умови виконання вимог **2.9.11**.

Допускається прокладання транзитних кабелів через зазначені приміщення і простори за умови виконання вимог **2.9.11–2.9.15**.

З'єднання кабелів, прокладених у вибухонебезпечних зонах, не допускається.

2.9.11 Кабелі, прокладені у вибухонебезпечних приміщеннях і просторах, повинні мати:

1 металеву броню або обплетення, покриті неметалевою оболонкою, або

2 свинцеву оболонку із додатковим механічним захистом, або

3 мідну оболонку або оболонку з нержавіючої сталі (тільки для кабелів із мінеральною ізоляцією).

2.9.12 Кабелі, що проходять через вибухонебезпечні приміщення і простори, необхідно захищати від механічних пошкоджень.

Проходи кабелів через палуби та перегородки повинні бути ущільнені для попередження проникнення вибухонебезпечних газів або пари.

2.9.13 Усі екрани, а також металеві обплетення кабелів ланцюгів живлення електричних двигунів

і ланцюгів освітлення, що проходять через вибухонебезпечні приміщення і простори або живлять електричне обладнання, встановлене в цих приміщеннях, повинні бути заземлені на обох кінцях.

2.9.14 Кабелі іскробезпечних ланцюгів можуть використовуватися тільки для одного пристрою і повинні прокладатися окремо від інших кабелів.

2.9.15 Кабелі переносних електричних пристроїв, за винятком кабелів іскробезпечних ланцюгів, не повинні проходити через вибухонебезпечні приміщення і простори.

2.9.16 Додаткові вимоги до встановлення електричного обладнання у малярських приміщеннях.

2.9.16.1 В малярських приміщеннях і у вентиляційних каналах, що обслуговують ці приміщення, допускається встановлювати тільки те електричне обладнання, яке необхідне для обслуговування даного приміщення.

Таке електричне обладнання повинне бути вибухозахищеного виконання: іскробезпечне (*Exi*), з оболонкою під надлишковим тиском (*Exp*), з вибухонепроникною оболонкою (*Exd*), з підвищеною надійністю проти вибуху (*Exe*), або мати спеціальний захист (*Exs*).

2.9.16.2 Мінімальні вимоги до електричного обладнання за рівнем вибухозахисту повинні відповідати категорії газової суміші ІІВ і групі газової суміші ТЗ.

2.9.16.3 Кабелі (транзитні, місцеві), що прокладаються у малярських приміщеннях і в просторах, зазначених у **2.9.16.4**, повинні мати металеву броню або повинні бути прокладені в металевих трубах.

2.9.16.4 У просторах на відкритій палубі в межах 1м від отворів припливної і витяжної вентиляції або в межах 3м від зовнішнього отвору штучної витяжної вентиляції допускається встановлювати наступне електричне обладнання: вибухозахищеного виконання відповідно до **2.9.16.1**, вибухозахищеного виконання (*Exn*), обладнання такої конструкції, що не може створювати дугу або іскри, а його поверхня не нагрівається до небезпечних температур під час нормальної роботи.

2.9.16.5 Закриті простори, що ведуть у малярські приміщення, можуть розглядатися як безпечні, якщо виконані усі вказані нижче умови:

1 двері в малярське приміщення забезпечують газонепроникність, не мають утримуючих пристроїв у відкритому стані і мають самозакриваючий пристрій;

2 малярські приміщення забезпечуються незалежною природною вентиляційною системою, яка має забір повітря з місць, розташованих поза вибухонебезпечними просторами;

3 на вході встановлюються застережні написи, що сповіщають про наявність у приміщеннях вогнебезпечних рідин.

2.10 АНТИСТАТИЧНЕ ЗАЗЕМЛЕННЯ

2.10.1 Антистатичне заземлення є обов'язковим засобом забезпечення електростатичної іскробезпеки для всіх типів суден, де є вибухонебезпечні приміщення і простори.

2.10.2 Обладнання, яке установлюють на суднах у закритих і напівзакритих приміщеннях і просторах, у яких можуть утворюватися вибухонебезпечні суміші пари, газів і пилу із повітрям (див. **2.9.1**), а також будь-яке переносне обладнання, яке вносять і установлюють у таких приміщеннях, повинне мати антистатичне заземлення.

На усіх входах у вибухонебезпечні приміщення і простори судна повинні створюватися умови для зняття електростатичного заряду з людей, що туди входять, за допомогою установа металевих заземлених пластин або поруччя, рукояток для зняття заряду при дотику рукою або розміщення зволожуваних матів (килимків) при вході.

2.10.3 Потрібне застосування провідників антистатичного заземлення для наступного обладнання, яке не має безпосереднього сполучення з корпусом судна:

1 вкладних вантажних танків;

2 електрично відділених від корпусу судна вантажних танків і трубопроводів;

3 з'єднань труб, установлених для демонтажу знімних патрубків;

4 арматури з струмонепровідним (наприклад, із політетрафторетилена) матеріалом прокладок або ущільнень.

2.10.4 Не вимагає застосування провідників антистатичного заземлення наступне обладнання:

1 заземлене відповідно до вимог **2.5** стаціонарне і переносне електричне обладнання, екрановані оболонки і металева броня кабелів;

2 труби для прокладення кабелів і кабельні канали, заземлені згідно із **16.8.8**;

3 електрообладнання, обладнання автоматизації, радіообладнання і навігаційне обладнання,

заземлене згідно із 2.2.2;

.4 обладнання і конструкції, що мають блискавкозахисне заземлення згідно із 2.6.6.

2.10.5 Устрій і контроль антистатичного заземлення.

2.10.5.1. Конструкція і місця приєднання провідників антистатичного заземлення повинні бути захищені від механічних пошкоджень і не піддаватися впливу забруднень з високим питомим опором, наприклад, корозійних речовин або фарби.

Провідники антистатичного заземлення повинні бути гарно видимими, щоб визначити наявність можливих пошкоджень.

Установлення і заміна пошкоджених провідників повинні бути легко доступними.

Спосіб приєднання перемичок антистатичного заземлення до неметалевого обладнання, наприклад, до пластмасових трубопроводів, повинний бути визначений виготовлювачем обладнання.

2.10.5.2 Конструкція провідників антистатичного заземлення, що є складовою частиною обладнання, яке поставляється на судно, повинна відповідати вимогам відповідних частин Правил або схвалених Регістром стандартів.

2.10.5.3 Контроль опору антистатичного заземлення повинний здійснюватися переносними приладами будь-якого типу із оперативною напругою постійного струму не більше 10В. Вимірювана величина опору між контрольованим обладнанням, деталлю, конструкцією і корпусом судна не повинна перевищувати 10^6 Ом при площі контакту вимірювального електрода із поверхнею обладнання не більше 20мм^2 .

2.11 ПРИСТРОЇ ТА СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ОПОРУ

2.11.1 У кожній ізольованій судновій електроенергетичній системі з номінальною напругою вище 50В перемінного струму або вище 110В постійного струму повинний бути передбачений автоматичний безперервний контроль величини опору ізоляції струмоведучих частин відносно корпусу судна.

Інтервал між вимірами при періодичному контролі не повинний перебільшувати 300с.

2.11.2 У мережах з напругою 1000В та більше контроль опору ізоляції повинний здійснюватися лише під напругою із використанням пасивних методів контролю (наприклад, із використанням трансформаторів струму нульової послідовності).

2.11.3 Пристрої контролю опору ізоляції у мережах із напругою до 1000В повинні:

бути оснащені індикатором, який показує величину опору;

мати світлову та звукову сигналізацію при зниженні контрольованої величини нижче установленної межі;

дозволяти здійснювати плавне регулювання величини уставки спрацьовування сигналізації у діапазоні від 100кОм до 5кОм. Поточна величина уставки повинна індичіюватися;

володіти швидкодією, достатньою для проведення вимірювання величини опору ізоляції у мережах із існуючими рівнями ємності за час вимірювального циклу пристрою, який не повинний перевищувати 30с;

створювати вимірювальний струм на усіх режимах (також і на перехідних), який не перевищує 0,03А;

передбачати можливість періодичної перевірки справності в умовах експлуатації шляхом створення штучного витоку на землю через активний опір, рівний 80% опору спрацьовування відповідної уставки.

2.11.4 Розташування пристроїв контролю опору ізоляції повинно відповідати вимогам 4.6.4.7.

3. ОСНОВНЕ ДЖЕРЕЛО ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

3.1 СКЛАД І ПОТУЖНІСТЬ ОСНОВНОГО ДЖЕРЕЛА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

3.1.1 На кожному судні повинне бути передбачене основне джерело електричної енергії потужністю достатньою для забезпечення живленням всього електричного обладнання судна в умовах, зазначених у **3.1.5**. Таке джерело повинне складатися, принаймні, з двох генераторів з незалежним приводом.

Для суден валовою місткістю 300 і менше (крім пасажирських) основним джерелом енергії можуть бути акумуляторні батареї.

3.1.2 Кількість і потужність генераторів з незалежним приводом і електричних перетворювачів, які входять до складу основного джерела електричної енергії, повинні бути такими, щоб у разі виходу з ладу будь-якого з них, ті, що залишилися, забезпечували можливість:

.1 живлення необхідного електричного обладнання в умовах, зазначених у **3.1.5**, у разі одночасного забезпечення нормальних побутових умов життєпридатності на судні;

.2 пуску найпотужнішого електродвигуна з найбільшим пусковим струмом. При цьому пуск двигуна не повинний викликати такого зниження напруги і частоти в мережі, яке може спричинити випадання із синхронізму, зупинення двигуна генератора, а також відключення працюючих машин і апаратів;

.3 живлення споживачів, необхідних для пуску пропульсивної установки (див. **1.2** частини VII «Механічні установки») у разі знеструмленого стану судна. Для цієї мети може бути використане аварійне джерело електричної енергії, якщо його власна потужність або сумарна потужність із будь-яким іншим джерелом електричної енергії забезпечує одночасно живлення споживачів, зазначених у **9.3.1–9.3.3** або **19.1.2.1–19.1.2.3** (див. також **2.1.6** частини VII «Механічні установки»), для чого може бути передбачена їх паралельна робота.

3.1.3 Якщо основне джерело електричної енергії необхідне для забезпечення руху і керування судна, повинно бути передбачено, щоб живлення обладнання, необхідного для руху, керування і безпеки судна, підтримувалося постійно або негайно відновлювалося у випадку відмови будь-якого із працюючих генераторів.

При цьому на суднах, де нормальне постачання електричної енергії забезпечується двома і більше генераторами, які працюють паралельно, повинне бути передбачене автоматичне відключення споживачів менш відповідального призначення, що не допускає перевантаження генераторів, які лишилися, при збереженні живлення споживачів, що забезпечують рух, керування і безпеку судна.

На суднах, де нормальне постачання електричної енергії забезпечується одним генератором, при виході його із ладу і знеструмленні ГРЩ повинні бути передбачені:

автоматичний пуск резервного генератора достатньої потужності і підключення його на шини ГРЩ протягом 30с;

автоматичне повторне включення в необхідній послідовності відповідальних пристроїв, що забезпечують рух, керування і безпеку судна.

3.1.4 Замість одного із генераторів із незалежним приводом, зазначених у **3.1.1**, на суднах може бути застосований генератор з приводом від головного двигуна (валогенератор), якщо він відповідає вимогам **3.2.3**, за таких умов:

.1 валогенератор працює з практично постійною частотою обертання (в заданому діапазоні частот ЕЕУ із змінюваною частотою основного джерела електроенергії) при різноманітних режимах ходу судна;

.2 є можливість приведення в дію гребної установки судна у разі виходу з ладу будь-якого генератора з незалежним приводом.

3.1.5 Визначення складу і потужності генераторів основного джерела електричної енергії повинне проводитися з урахуванням таких режимів роботи судна:

.1 ходового режиму;

.2 маневрів;

.3 під час пожежі, пробоїни корпусу або інших умов, які впливають на безпеку плавання судна, у разі роботи основного джерела електричної енергії;

.4 інших режимів відповідно до призначення судна.

3.1.6 Якщо основним джерелом електричної енергії є акумуляторні батареї, їх ємність повинна бути достатньою для забезпечення виконання вимог **3.1.2.1** протягом 8 годин без підзарядки і

повинна бути передбачена можливість зарядки акумуляторних батарей від джерела електричної енергії, розташованого на судні.

3.1.7 На суднах обмеженого району плавання **R3** та **R3-IN** (крім пасажирських) з електричною установкою малої потужності як основне джерело електричної енергії допускається встановлювати тільки один генератор з незалежним приводом або акумуляторні батареї.

3.2 ЕЛЕКТРИЧНІ АГРЕГАТИ

3.2.1 Загальні вимоги.

3.2.1.1 Двигуни, призначені для приводу генераторів, повинні відповідати вимогам розд. 2, 3 і 8 частини IX «Механізми» і додатковим вимогам цього підрозділу.

3.2.1.2 Генератори повинні розраховуватися на безперервну роботу з урахуванням зниження потужності під час експлуатації судна в умовах, зазначених у 2.1.1.1.

3.2.1.3 У разі коротких замикань у судновій мережі генератори повинні забезпечувати величину сталого струму короткого замикання достатню для спрацювання захисних пристроїв.

3.2.1.4 Регулювання напруги генераторів повинне забезпечуватися в межах, зазначених у 10.6 і 10.7 цієї частини, а частоти обертання – в межах, зазначених у 2.11.3 частини IX «Механізми».

3.2.2 Розподіл навантаження при паралельній роботі генераторів.

3.2.2.1 Генератори змінного струму, призначені для паралельної роботи, повинні забезпечуватися такою системою компенсації реактивного спаду напруги, щоб під час паралельної роботи розподіл реактивного навантаження між генераторами не відрізнявся від пропорційної їх потужності більше ніж на 10% номінального реактивного навантаження найбільшого генератора або не більше ніж на 25% номінальної потужності найменшого генератора, якщо це значення менше вищевказаного.

3.2.2.2 При паралельній роботі генераторів змінного струму і навантаженні від 20 до 100% номінальної потужності розподіл навантаження між генераторами повинний бути в межах, зазначених у 2.11.3 частини IX «Механізми».

3.2.3 Валогенератори.

3.2.3.1 У випадку застосування валогенераторів для живлення суднової мережі повинне бути передбачене автоматичне включення в суднову мережу одного чи декількох генераторів з незалежним приводом, або повинна спрацювати аварійно-попереджувальна сигналізація у машинному відділенні або в ЦПК при зниженні частоти мережі нижче допустимої.

3.2.3.2 Валогенератори, призначені для живлення окремих споживачів, можуть працювати з характеристиками, що відрізняються від зазначених у 3.2.1.4.

3.2.3.3 Валогенератори і напівпровідникові перетворювачі (інвертори), що працюють на суднову мережу, повинні витримувати без пошкоджень короткі замикання на шинах ГРЩ. При цьому повинний забезпечуватися сталий струм короткого замикання, достатній для спрацювання захисних пристроїв.

3.2.3.4 Валогенератори повинні бути розраховані, як мінімум, на короточасну паралельну роботу з іншими типами генераторних агрегатів для можливості ручного, а також автоматичного (за наявності) переведення навантаження.

3.2.3.5 Для валогенераторів змінного струму повинні бути передбачені автоматичні пристрої, що запобігають перевантаженню по струму елементів їх систем збудження при роботі з частотою обертання, меншою ніж 90% від номінальної та тривалістю більше 5с. При цьому допускається відповідне зниження напруги на клеммах генераторів.

3.2.3.6 Для кожного валогенератора на ГРЩ повинний бути передбачений пристрій для зняття збудження, а також прилади відповідно до 4.6.4.3.

3.2.3.7 У разі вмикання валогенератора у суднову мережу на ходовому містку повинна автоматично вмикатися світлова попереджувальна сигналізація про те, що зміна режиму роботи головних механізмів може призвести до відхилення параметрів суднової мережі, які виходять за межі, зазначені в 10.6 і 10.7 цієї частини, а також у 2.11.3 частини IX «Механізми».

3.2.3.8 У валогенераторних установках з напівпровідниковими перетворювачами електроенергії допускається використовувати генератори із незалежним приводом як синхронні компенсатори. При цьому між генераторами і їх приводними двигунами повинні бути встановлені автоматичні роз'єднувальні муфти.

3.2.4 Утилізаційні турбогенератори.

3.2.4.1 Утилізаційні турбогенератори, призначені для живлення окремих споживачів, можуть працювати з характеристиками, що відрізняються від зазначених у 3.2.1.4.

3.2.4.2 Утилізаційні турбогенератори, які застосовані для живлення суднової мережі, повинні

бути розраховані на паралельну роботу із генераторами з незалежним приводом. При цьому розподіл навантаження між агрегатами повинний відповідати вимогам **3.2.2**.

3.3 КІЛЬКІСТЬ І ПОТУЖНІСТЬ ТРАНСФОРМАТОРІВ

3.3.1 На суднах, де освітлення та інші відповідальні пристрої живляться через трансформатори, повинно бути передбачено не менше двох трансформаторів такої потужності, щоб у разі виходу з ладу найбільшого з них інші могли задовольнити повну потребу в електричній енергії за всіх умов роботи судна.

Якщо застосовується секціонована система збірних шин, трансформатори повинні бути підключені до різних секцій.

На суднах (крім пасажирських) валовою місткістю менше 300 обмежених районів плавання **R2, R2-S, R2-RS, R3-S, R3-RS, R3, R3-IN** з установкою малої потужності допускається встановлювати тільки один трансформатор.

3.4 ЖИВЛЕННЯ ВІД ЗОВНІШНЬОГО ДЖЕРЕЛА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

3.4.1 Якщо передбачається живлення суднової мережі від зовнішнього джерела електричної енергії, на судні повинний бути встановлений щит живлення від зовнішнього джерела (див. також **4.6.4.6**).

Для суден з електричною установкою малої потужності допускається підключення кабелів живлення суднової мережі від зовнішнього джерела електричної енергії безпосередньо до головного розподільного щита.

3.4.2 На щиті живлення від зовнішнього джерела електричної енергії повинні бути передбачені:

.1 клемні пристрої для підключення гнучкого кабелю;

.2 комутаційні та захисні пристрої для вмикання і захисту стаціонарно прокладеного кабелю головного розподільного щита; при відстані між щитом живлення від зовнішнього джерела електричної енергії та головного розподільного щита менше 10м за довжиною кабелю захисний пристрій допускається не встановлювати;

.3 вольтметр або лампочки сигналізації про наявність напруги на клеммах від зовнішнього джерела струму;

.4 пристрій або можливість вмикання пристрою для контролю за полярністю або порядком проходження фаз;

.5 клемка для заземлення нейтрального проводу від зовнішнього джерела;

.6 табличка, що вказує напругу, рід струму і частоту;

.7 пристрій для механічного закріплення кінця гнучкого кабелю, підведеного до щита, і скоби для підвішування кабелю, які повинні розташовуватися на щиті живлення від зовнішнього джерела або поблизу нього.

3.5 СИСТЕМИ З'ЄДНАНЬ АГРЕГАТІВ ДЖЕРЕЛА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

3.5.1 Якщо агрегати джерела електричної енергії не пристосовані для тривалої паралельної роботи на загальні шини, повинна бути застосована схема з'єднань, яка забезпечує можливість підключення їх на паралельну роботу під час переведення навантаження з одного агрегату на інший.

3.5.2 Генератори постійного струму змішаного збудження, призначені для паралельної роботи, повинні мати зрівняльні з'єднання.

3.5.3 Якщо передбачається паралельна робота генераторів змінного струму, то на головному розподільному щиті повинний бути встановлений синхронізуючий пристрій.

При автоматичній синхронізації повинний бути передбачений пристрій резервної ручної синхронізації одним оператором.

3.5.4 У разі встановлення кількох генераторів постійного струму на головному розподільному щиті повинний бути встановлений пристрій для підмагнічування.

Такий пристрій може бути допущений і для синхронних генераторів змінного струму, якщо він необхідний для початкового збудження.

3.5.5 Якщо не передбачається паралельної роботи між судновими і зовнішніми джерелами електричної енергії на загальні шини суднової електричної установки, система з'єднання в такому випадку повинна мати блокування, що виключає можливість підключення їх на паралельну роботу.

3.5.6 Якщо основне джерело електричної енергії необхідне для забезпечення руху судна, збірні шини головного розподільного щита повинні бути розділені, щонайменше, на дві частини, які у

нормальному стані повинні бути з'єднані автоматичними вимикачами або іншими схваленими засобами (наприклад, автоматичний вимикач без механізму розчіплювання чи роз'єднувач).

Використання болтових з'єднань між секціями ГРЩ як засобу розділення шин не допускається.

Підключення генераторів і дубльованих споживачів повинне бути, за можливістю, симетрично розподілене між частинами збірних шин.

4. РОЗПОДІЛ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

4.1 СИСТЕМИ РОЗПОДІЛУ

4.1.1 У суднових установках допускається застосування таких систем розподілу електричної енергії:

- .1 змінного струму напругою до 1000В:
 - .1.1 трифазна, трипровідна ізольована;
 - .1.2 трифазна, трипровідна із нульовою точкою, заземленою через високоомний резистор або реактор (компенсовано-резистивна нейтраль);
- .2 додатково для змінного струму напругою до 500В включно:
 - .2.1 трифазна, чотирипровідна ізольована;
 - .2.2 трифазна, чотирипровідна із нульовою точкою, заземленою відповідно з 4.1.1.1.2;
 - .2.3 однофазна, двопровідна ізольована;
 - .2.4 однофазна, двопровідна із нульовою точкою, заземленою відповідно з 4.1.1.1.2;
 - .2.5 однофазна, однопровідна з використанням корпусу судна як зворотного проводу (на судах валовою місткістю менше 1600) тільки для напруги до 50В, крім зазначеного у 6.8.4, за умови, що будь-який можливий струм не буде проходити безпосередньо через будь-яке із вибухонебезпечних приміщень;

.3 постійного струму:

- .3.1 двопровідна ізольована;
- .3.2 однопровідна з використанням корпусу судна як зворотного проводу (на судах валовою місткістю менше 1600) тільки для напруги до 50В, крім зазначеного в 6.8.4, за умови, що будь-який можливий струм не буде проходити безпосередньо через кожне із вибухонебезпечних приміщень.

При використанні корпусу судна як зворотного проводу усі кінцеві ланцюги повинні бути двопровідними, а ізольований зворотний провід повинний бути заземлений на заземлювальній шині розподільного щита, від якого ланцюг одержує живлення, у доступному для огляду місці. При цьому повинні бути передбачені пристрої для відключення від корпусу судна заземлювальних шин для перевірки стану ізоляції.

На судах валовою місткістю 1600 і більше допускається застосування місцевих заземлених систем живлення наступних споживачів (за умови, що будь-який можливий струм не буде проходити безпосередньо через кожне з вибухонебезпечних приміщень і просторів):

- .1 системи електричного (аккумуляторного) пуску двигунів внутрішнього згорання;
- .2 системи катодного захисту корпусу судна з накладеним струмом;
- .3 системи контролю і виміру опору ізоляції (див. 4.6.4.7).

4.2 ДОПУСТИМІ НАПРУГИ

4.2.1 Допустимі напруги на затискачах агрегатів джерела електричної енергії з частотою 50 і 60Гц, залежно від прийнятої системи розподілу електричної енергії, зазначені в 4.1.

Додаткові вимоги для пристроїв на напругу більше 1000В зазначені у розд. 18.

4.2.2 Допустимі напруги на затискачах джерел електричної енергії постійного струму не повинні перевищувати таких значень:

500В – для силових систем;

250В – для систем освітлення, обігріву і штепсельних розеток.

4.2.3 Допустимі напруги на затискачах споживачів змінного струму не повинні перевищувати значень, вказаних у табл. 4.2.3.

Таблиця 4.2.3

№ з/п	Споживачі	Допустима напруга, В
1	2	3
1	Стационарні силові споживачі, нагрівальні, камбузні та опалювальні прилади, установлені стаціонарно в приміщеннях інших, ніж зазначені в з/п. 2	1000
2	Переносні силові споживачі, що живляться від штепсельних розеток, установлених стаціонарно під час їх роботи, нагрівальні та опалювальні прилади, установлені в каютах і приміщеннях для пасажирів (див. 15.2.5)	500

Закінчення табл. 4.2.3

1	2	3
3	Освітлення, сигналізація і внутрішній зв'язок, штепсельні розетки для живлення переносних споживачів з подвійною або посиленою ізоляцією або електрично відділених за допомогою ізолюючого трансформатора, пристрої захисного вимикання (ПЗВ).	250
4	Штепсельні розетки, установлені в місцях і приміщеннях з підвищеною вологістю, а також особливо вологих, призначені для живлення споживачів без подвійної або посиленої ізоляції або електрично не відділених	50

4.2.4 Допустимі напруги на затискачах споживачів постійного струму не повинні перевищувати значень, вказаних у табл. **4.2.4**.

Таблиця 4.2.4

№ з/п	Споживачі	Допустима напруга, В
1	Стационарні силові споживачі,	500
2	Нагрівальні, камбузні, опалювальні та інші подібні прилади	250
3	Освітлення, штепсельні розетки ¹	250
¹ Біля штепсельних розеток з напругою, яка вища ніж безпечна, встановлених у приміщеннях з підвищеною вологістю або особливо вологих, повинні бути розміщені написи, що вказують на застосування споживачів з подвійною або посиленою ізоляцією або ж споживачів, електрично відділених від напруги вищої ніж безпечна		

4.3 ЖИВЛЕННЯ ВІДПОВІДАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ

4.3.1 Від шин головного розподільного щита повинні одержувати живлення по окремих фідерах такі споживачі:

- .1 електричні приводи рульових пристроїв (див. також **5.5.2**);
- .2 електричні приводи якірного пристрою (див. також **4.3.3**);
- .3 електричні приводи пожежних насосів;
- .4 електричні приводи осушувальних насосів;
- .5 електричні приводи компресорів і насосів спринклерної системи; обладнання, яке забезпечує роботу піно генераторів системи гасіння пожежі піною високої кратності;
- .6 гірокомпас;
- .7 щит холодильної установки вантажних трюмів;
- .8 електричні приводи агрегатів збудження електричної гребної установки;
- .9 секційні щити основного освітлення;
- .10 щит радіоблабнання;
- .11 щит навігаційного обладнання;
- .12 щит сигнально-розпізнавальних ліхтарів;
- .13 секційні щити і розподільні пристрої живлення інших споживачів відповідального призначення, об'єднаних за принципом однорідності виконуваних функцій;
- .14 розподільні пристрої об'єднаного пульта керування (див. **4.5**);
- .15 щит станції автоматичної сигналізації виявлення пожежі;
- .16 електричні приводи механізмів, що забезпечують роботу головних механізмів;
- .17 щити електричних приводів вантажних, швартовних, шлюпкових та інших пристроїв, вентиляції та нагрівальних приладів;
- .18 пристрої керування гвинтом регульованого кроку;
- .19 зарядні пристрої стартерних акумуляторних батарей і батарей, які живлять відповідальні пристрої;
- .20 щити живлення електричних приводів зачинення водонепроникних дверей і пристроїв, які утримують протипожежні двері у відчиненому стані, а також щити сигналізації про положення і зачинення водонепроникних і протипожежних дверей;
- .21 щит холодильної установки системи вуглекислотного гасіння низького тиску;
- .22 щити освітлення ангарів і світлотехнічного обладнання посадкових майданчиків для гвинтокрилів;

Допускається живлення споживачів, перелічених у **.4, .10, .11, .12, .15, .16, .18, .19, .20** від розподільних пристроїв, зазначених у **.13** або **.14**, по окремих фідерах, що мають комутаційні та

захисні пристрої.

4.3.2 Якщо механізми одного призначення з електричними приводами, зазначеними в **4.3.1**, установлені в подвійній або більшій кількості, за винятком передбачених у **4.3.1.1**, **4.3.1.5** і **4.3.1.8**, то принаймні один із цих електричних приводів повинний одержувати живлення по окремому фідеру від головного розподільного щита. На електричні приводи інших таких механізмів допускається подавати живлення від секційних щитів або спеціальних розподільних пристроїв, призначених для живлення відповідальних споживачів.

Якщо збірні шини на головному розподільному щиті поділені на секції, що мають міжсекційні роз'єднувальні пристрої, то електричні приводи, секційні щити, спеціальні розподільні пристрої або пульти, встановлені в подвійній або більшій кількості чи ті, які живляться по двох фідерах, повинні бути підключені до різних секцій головного розподільного щита.

4.3.3 На вантажних суднах обмежених районів плавання **R2**, **R2-S**, **R2-RS**, **R3-S**, **R3-RS**, **R3**, і **R3-IN**, а в окремих випадках на суднах необмеженого району та обмеженого району плавання **R1** за особливим погодженням із Регістром допускається підключення фідера живлення якірного пристрою до розподільного щита вантажних лебідок або іншого розподільного щита за умови їх живлення безпосередньо від головного розподільного щита і відповідного захисту.

4.3.4 Кінцеві відгалужені ланцюги на номінальний струм більше 16А повинні живити не більше одного споживача.

4.4 ЖИВЛЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ (ЕЛЕКТРОННИХ) СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ

4.4.1 Живлення електричних (електронних) систем автоматизації повинне відповідати вимогам частини XV «Автоматизація».

4.4.2 Живлення пристроїв автоматизації, необхідних для пуску і роботи аварійного дизель-генератора, повинне здійснюватися від стартерної або іншої окремої акумуляторної батареї, розташованої в приміщенні аварійного дизель-генератора.

4.5 ЖИВЛЕННЯ ОБ'ЄДНАНИХ ПУЛЬТІВ КЕРУВАННЯ СУДНОМ

4.5.1 У разі розміщення в пульті керування судном електричного, навігаційного і радіообладнання, електричних пристроїв автоматизації та дистанційного керування головними і допоміжними механізмами, живлення такого обладнання повинне проводитися по окремих фідерах, як вимагає цей підрозділ та інші частини Правил.

Допускається здійснювати живлення обладнання, переліченого в **4.3.1**, від розподільних пристроїв об'єданого пульта керування судном за умови виконання вимог **4.5.2** – **4.5.6** (див. також **9.4.3**).

4.5.2 Розподільні пристрої об'єданого пульта повинні одержувати живлення від головного розподільного щита безпосередньо або через трансформатори по двох незалежних фідерах, підключених до різних секцій збірних шин головного розподільного щита (якщо застосовується секціонування шин).

За наявності на судні аварійного генератора, живлення розподільного пристрою об'єданого пульта повинне здійснюватися по одному фідеру від головного розподільного щита і по одному фідеру від аварійного розподільного щита.

4.5.3 Розподільні пристрої об'єданого пульта керування повинні одержувати незалежне живлення по окремому фідеру також від іншого джерела або джерел, якщо це необхідно, виходячи з вимог до обладнання, що одержує живлення від цих розподільних пристроїв.

4.5.4 На розподільному пристрої повинний бути перемикач фідерів живлення, передбачених у **4.5.2**. Якщо застосовується автоматичний перемикач, повинне бути забезпечене також ручне перемикання фідерів. При цьому повинне бути передбачене необхідне блокування.

4.5.5 Кожний споживач із окремо перелічених у **4.3.1**, який одержує живлення від розподільних пристроїв об'єданого пульта керування, повинний живитися по окремому фідеру (див. також **9.4.3**).

4.5.6 В об'єданому пульті керування повинний бути встановлений пристрій світлової сигналізації про наявність напруги живлення.

4.6 РОЗПОДІЛЬНІ ПРИСТРОЇ

4.6.1 Конструкція розподільних щитів.

4.6.1.1 Каркаси, лицьові панелі та кожухи головних, аварійних, секційних і групових

розподільних щитів повинні виготовлятися з металу або з іншого міцного негорючого матеріалу.

Якщо загальна потужність призначених для паралельної роботи генераторів перевищує 100кВт, генераторні секції головного розподільного щита повинні бути відділені одна від одної та від секцій, що прилягають, перегородками з негорючого матеріалу, які запобігають поширенню іскор і полум'я.

4.6.1.2 Розподільні щити повинні мати достатньо жорстку конструкцію, що витримує механічні напруження, які виникають в умовах експлуатації і внаслідок коротких замикань.

4.6.1.3 Розподільні щити повинні бути, принаймні, захищені від падіння капель. Цього захисту не потрібно, якщо щити призначені для встановлення у місцях, де відсутні умови для потрапляння в розподільні щити вертикально падаючих крапель (див. також **4.6.6.2**).

4.6.1.4 Розподільні щити, призначені для встановлення в місцях, доступних стороннім особам, повинні бути забезпечені дверцятами, що відчиняються спеціальним ключем, однаковим для всіх розподільних щитів на судні.

4.6.1.5 Конструкція дверцят розподільних щитів повинна бути такою, щоб після їх відчинення був забезпечений доступ до всіх частин, що потребують догляду, а частини, які розташовані на дверцятах і перебувають під напругою, повинні бути захищені від випадкового доторкання.

Панелі та дверцята, що відчиняються, на яких розташована електрична апаратура керування і вимірювальні прилади, повинні бути надійно заземлені не менше ніж однією гнучкою перемичкою.

4.6.1.6 Головні, аварійні та секційні розподільні щити, а також пульти керування повинні забезпечуватися поруччям, розташованим на їх лицьовому боці. Розподільні щити з доступом із заднього боку повинні забезпечуватися горизонтальними поруччями, розташованими за щитом.

Як матеріал для поруччя допускається ізоляційний матеріал, дерево або заземлені металеві труби з відповідним ізоляційним покриттям.

4.6.1.7 Генераторні панелі головних розподільних щитів повинні освітлюватися світильниками, які одержують живлення від генератора перед головним вимикачем або не менше ніж від двох різних систем збірних шин за наявності таких систем відповідно з **3.5.6**.

За відсутності вказаних систем може бути допущено живлення світильників від аварійного розподільного щита.

4.6.1.8 Освітлення лицьового боку панелей розподільних щитів не повинно заважати спостереженню і викликати засліплюючої дії.

4.6.1.9 Конструкція розподільних щитів і пультів приставного типу повинна забезпечувати доступ до частин, що потребують обслуговування.

Двері розподільних щитів і розподільних шаф повинні бути обладнані пристроями для фіксування у відчиненому стані.

Висувні блоки і прилади повинні мати пристрої, що запобігають випаданню у висунутому стані.

4.6.1.10 Кожний розподільний пристрій на напругу вищу за безпечну, який має комутаційну і захисну апаратуру і на якому не встановлений вольтметр, повинний бути забезпечений сигнальною лампою, що показує наявність напруги на шинах.

4.6.2 Шини і неізольовані проводи.

4.6.2.1 Гранична температура нагрівання шин і неізольованих проводів розподільних щитів під час номінального навантаження і під час короткого замикання або допустимого для мідних шин односекундного навантаження короткого замикання повинна визначатися за національними стандартами.

4.6.2.2 Зрівняльні шини повинні бути розраховані принаймні на 50% номінального струму найбільшого генератора, який підключається до головного розподільного щита.

4.6.2.3 Якщо шина стикається з ізольованими частинами або знаходиться поблизу них, її тепловий вплив у робочому режимі або у разі короткого замикання не повинний викликати перевищення температури, допустимої для цього ізоляційного матеріалу.

4.6.2.4 Шини і неізольовані проводи в розподільних щитах повинні мати електродинамічну і термічну стійкість під час протікання струмів короткого замикання, що виникають у відповідних місцях ланцюга.

Електродинамічні зусилля, що виникають у шинах і неізольованих проводах під час коротких замикань, повинні визначатися за національними стандартами.

4.6.2.5 Ізолятори та інші частини, призначені для кріплення шин і неізольованих проводів, повинні витримувати зусилля, що виникають під час коротких замикань.

4.6.2.6 Частота власних коливань мідних штабових шин не повинна знаходитися в діапазонах 40–60 і 90–110Гц для номінальної частоти 50Гц; 50–70 і 110–130Гц для номінальної частоти 60Гц.

4.6.2.7 Шини і неізолювані проводи, що належать до різних полюсів, повинні бути марковані такими відмітними кольорами:

- .1 червоним – для позитивного полюса,
- .2 синім – для негативного полюса,
- .3 чорним або зелено-жовті смуги – для заземлювальних проводів,
- .4 блакитним – для середнього проводу.

Зрівняльний провід повинний фарбуватися у колір того полюса, в якому він знаходиться, і додатково білими поперечними смугами.

4.6.2.8 Шини і неізолювані проводи, що належать до різних фаз, повинні бути марковані такими відмітними кольорами:

- .1 жовтим – для фази 1;
- .2 зеленим – для фази 2;
- .3 фіолетовим – для фази 3;
- .4 блакитним – для нейтрального проводу;
- .5 зелено-жовтим – для заземлювальних проводів.

4.6.2.9 З'єднання шин повинне виконуватися таким чином, щоб виключалася можливість появи корозії в місцях їх з'єднання.

4.6.3 Розрахунок струмів короткого замикання і підбір комутаційних електричних апаратів.

4.6.3.1 Комутаційні електричні апарати повинні відповідати, принаймні, національним стандартам і бути підібрані таким чином, щоб:

у нормальних умовах роботи їх номінальні напруги, номінальні навантаження і допустимі температури не були перевищені;

витримувати без пошкоджень і досягнення небезпечних температур передбачені перевантаження в перехідних режимах;

їх характеристики у режимі короткого замикання відповідали очікуваним значенням струму короткого замикання на виводах (клемах) кожного комутаційного апарату при розрахунковому значенні коефіцієнту потужності.

4.6.3.2 Номінальна здатність, що відключає, (I_{cn}) комутаційних електричних апаратів, призначених для відключення струмів короткого замикання, повинна бути не менша ніж:

діюче значення періодичної складової очікуваного значення струму короткого замикання (I_{ac}) для змінного струму;

очікуваний струм короткого замикання при зазначеній постійній часу апарату для постійного струму,

в місці їх установа у момент відключення.

4.6.3.3 Номінальна найбільша здатність, що вмикає, (I_{cm}), комутаційних електричних апаратів, які можуть бути включені в електричне коло, замкнуте накоротко, повинна бути не менше пікового значення очікуваного струму короткого замикання (I_p) у місці їх установа .

4.6.3.4 Струм електродинамічної стійкості комутаційних електричних апаратів, не призначених для відключення струмів короткого замикання, повинний бути не менше пікового значення очікуваного струму короткого замикання (I_p) у місці їх установа .

4.6.3.5 Термічна стійкість комутаційних електричних апаратів при короткому замиканні повинна відповідати тепловому впливу періодичної складової очікуваного значення струму короткого замикання (діюче значення) (I_{ac}) у місці їх установа за час короткого замикання, зумовлений селективною дією пристроїв захисту.

Примітка. Термічна стійкість комутаційного електричного апарату визначається як добуток квадрату діючого значення періодичної складової очікуваного струму короткого замикання, кА, на час, с, $I^2 \times t$, і повинна бути указана у його технічних характеристиках.

4.6.3.6 Номінальний короткочасний допустимий струм (I_{cw}) для комутаційних електричних апаратів у ланцюгах із селективною дією захисту повинний бути не менше діючого значення періодичної складової очікуваного струму короткого замикання за перший напівперіод ($I_{cw} > I_{ac}$).

4.6.3.7 Застосування автоматичного вимикача, який не володіє номінальною експлуатаційною найбільшою здатністю, яка відключає (I_{cs}), і номінальною найбільшою здатністю, яка включає (I_{cm}), що відповідає очікуваному струмові короткого замикання у місці, де він установлений, допускається за умови, що він захищений з боку генератора запобіжниками і/або автоматичним вимикачем, що має, принаймні, необхідні номінали для струмів короткого замикання і не є автоматичним вимикачем генератора.

Подібні пристрої захисту, що володіють лише номінальною граничною найбільшою здатністю, яка відключає, (I_{cu}), не повинні встановлюватися у головних та аварійних розподільних щитах і не повинні застосовуватися у ланцюгах відповідальних та аварійних споживачів.

Характеристики цих пристроїв повинні бути такими, щоб:

.1 у разі відключення максимального очікуваного струму короткого замикання автоматичний вимикач на стороні навантаження не пошкоджувався до стану непридатності для подальшої роботи;

.2 у разі включення автоматичного вимикача на максимальний очікуваний струм короткого замикання інша частина електричної установки не пошкоджувалася; при цьому допускається, щоб автоматичний вимикач, установлений на стороні навантаження, не був негайно придатним до подальшої роботи.

4.6.3.8 У електричних ланцюгах із номінальним струмом навантаження, що перевищує 320А, для захисту від перевантажень повинні встановлюватися автоматичні вимикачі.

Рекомендується застосування автоматичних вимикачів при струмі більше 200А.

4.6.3.9 Вимикачі у ланцюгах генераторів постійного струму змішаного збудження, призначених для паралельної роботи, повинні мати полюс для вирівнювального проводу, механічно з'єднаний із іншими полюсами вимикача таким чином, щоб він вмикався до підключення інших полюсів до шин і вимикався після їх відключення.

4.6.3.10 Розрахунок струмів короткого замикання повинний виконуватися на основі стандартів або розрахункових методів, схвалених Регістром.

4.6.3.11 При розрахунку максимальних та мінімальних струмів короткого замикання джерело струму короткого замикання повинне містити усі генератори, включаючи синхронні компенсатори, що можуть бути паралельно увімкнені, та усі електричні двигуни, які працюють одночасно і здатні дати струм підживлення у точку короткого замикання¹. Розрахунок виконується при трифазному «металевому» замиканні.

Розрахунок струмів короткого замикання необхідно виконувати для всіх електричних ланцюгів, у яких установлене електричне обладнання, що вибирається і перевіряється із урахуванням величини допустимого струму короткого замикання та отримує живлення безпосередньо від шин головного розподільного щита, у тому числі і на шинах розподільних щитів для їх перевірки на електродинамічну стійкість та нагрівання протягом часу протікання струму короткого замикання.

У будь-якому випадку розрахунок струмів короткого замикання необхідно виконати для наступних розрахункових точок:

з боку генератора на виводах автоматичного вимикача;

на збірних шинах головного розподільного щита;

на шинах аварійного розподільного щита;

на клеммах споживачів електроенергії і шинах щитів, що одержують живлення безпосередньо від головного розподільного щита.

Для оцінки чутливості захисту необхідно розраховувати як максимальні, так і мінімальні струми короткого замикання на клеммах споживачів електроенергії.

Розрахунок струмів короткого замикання у ланцюзі від клем генератора до шин головного розподільного щита повинний виконуватися на виведеннях генераторного автоматичного вимикача.

Розрахунок струму короткого замикання на клеммах генератора повинний виконуватися при наявності захисту від внутрішніх замикань обмоток статора (наприклад, диференціального захисту).

Результати розрахунку струмів короткого замикання повинні містити перелік передбачених комутаційних електричних апаратів та їх характеристики, а також очікувані у місці їх установлення максимально і мінімально можливі струми короткого замикання.

4.6.3.12 Вимоги до розрахунку струмів короткого замикання в системах з розподілом електроенергії постійного струму вказані в **22.3.4**.

4.6.4 Комутаційні електричні апарати і вимірювальні прилади.

4.6.4.1 Апарати, вимірювальні та контрольні прилади, що належать до відповідних генераторів та інших значних відповідальних пристроїв, необхідно встановлювати на розподільних пристроях, що належать до цих генераторів і пристроїв.

¹ Електричні двигуни, що отримують живлення від напівпровідникових перетворювачів, не створюють струму підживлення.

Ця вимога може бути не виконана для генераторів, якщо є центральний пульт керування, на якому встановлені комутаційна апаратура і вимірювальні прилади кількох генераторів.

4.6.4.2 Для кожного генератора постійного струму повинні встановлюватися на головному і аварійному розподільних щитах по одному амперметру і вольтметру.

4.6.4.3 Для кожного генератора змінного струму повинні бути встановлені на головному розподільному щиті та для аварійного генератора – на аварійному розподільному щиті такі вимірювальні прилади:

- .1 амперметр з перемикачем для вимірювання струму в кожній фазі;
- .2 вольтметр з перемикачем для вимірювання фазних або лінійних напруг;
- .3 частотомір (допускається застосування одного здвоєного частотомира для генераторів, що працюють паралельно, з перемикачем на кожний генератор);
- .4 ватметр (для потужності понад 50кВ·А);
- .5 інші необхідні прилади.

4.6.4.4 Для суден з установкою малої потужності, на яких не передбачається паралельна робота генераторів, допускається встановлювати на головному і аварійному розподільних щитах один комплект вимірювальних приладів, передбачених у **4.6.4.2** і **4.6.4.3**, що забезпечують можливість вимірювань на кожному встановленому генераторі.

4.6.4.5 У ланцюгах відповідальних споживачів із номінальним струмом від 20А і більше повинні встановлюватися амперметри. Ці амперметри допускається встановлювати на головному розподільному щиті або біля постів керування.

Допускається встановлення амперметрів із перемикачами, але не більше ніж на 6 споживачів.

4.6.4.6 На головному розподільному щиті у фідері живлення від зовнішнього джерела електричної енергії повинні бути передбачені:

- .1 комутаційні та захисні пристрої;
- .2 вольтметр або сигнальна лампа;
- .3 пристрій захисту від обриву фаз.

4.6.4.7 На головних і аварійних розподільних щитах для кожної мережі ізолюваних систем повинний бути встановлений перемикальний або для кожної мережі окремий пристрій для вимірювання та індикації опору ізоляції.

Струм витoku на корпус, зумовлений роботою вимірювального пристрою, у будь-яких випадках не повинний перевищувати 30мА.

Повинна бути передбачена візуальна і звукова сигналізація про недопустиме зниження опору ізоляції.

На суднах без постійної вахти в машинному приміщенні така сигналізація повинна встановлюватися також у центральному посту керування судном.

4.6.4.8 Вимірювальні прилади повинні мати шкали із запасом по поділках, що перевищують номінальні значення вимірюваних величин.

Слід застосовувати вимірювальні прилади з межами шкал не менше ніж такі:

- .1 вольтметри – 120% номінальної напруги;
- .2 амперметри для генераторів, що не працюють паралельно, і споживачів – 130% номінального струму;
- .3 амперметри для генераторів, що працюють паралельно, – межа шкали струму навантаження 130% номінального струму і межа шкали зворотного струму 15% номінального струму (останнє тільки для генераторів постійного струму);
- .4 ватметри для генераторів, що не працюють паралельно, – 130% номінальної потужності;
- .5 ватметри для генераторів, що працюють паралельно, – межа шкали потужності навантаження 130% і межа шкали зворотної потужності 15%;
- .6 частотоміри – $\pm 10\%$ номінальної частоти.

4.6.4.9 Номінальні напруги, струми і потужності ланцюгів гребної електричної установки і генераторів повинні бути відзначені на шкалах вимірювальних приладів чітко видимими позначками.

4.6.4.10 Там, де можливо, вимикачі повинні встановлюватися і підключатися до шин таким чином, щоб у положенні «вимкнено» рухомі контакти і вся пов'язана з вимикачем захисна і контрольна апаратура не перебували під напругою.

4.6.4.11 Якщо в ланцюгах розподільних щитів встановлюються вимикачі із запобіжниками, запобіжники повинні бути обов'язково розташовані між шинами і вимикачами.

4.6.4.12 Запобіжники в розподільних щитах, встановлених на фундаменті на рівні настилу,

повинні бути розташовані на рівні не нижче ніж 150 і не вище ніж 1800мм від настилу.

Відкриті частини розподільних щитів, що перебувають під напругою, повинні бути розташовані на висоті не менше ніж 150мм над настилом.

4.6.4.13 Запобіжники в розподільних щитах повинні встановлюватися таким чином, щоб доступ до них був легким і заміна плавких вставок не викликала небезпеки для обслуговуючого персоналу.

4.6.4.14 Запобіжники, що захищають полюси або фази одного ланцюга, повинні бути встановлені поруч горизонтально або вертикально з урахуванням конструкції запобіжника.

Взаємне розташування запобіжників у ланцюзі змінного струму відповідно до послідовності фаз повинне бути зліва направо або згори до низу.

У ланцюзі постійного струму запобіжник позитивного полюса повинний бути розташований ліворуч, вгорі або ближче до обслуговуючого персоналу.

4.6.4.15 Ручні приводи регуляторів напруги, встановлених на головному або аварійному розподільному щиті, повинні розташовуватися поблизу вимірювальних приладів, що належать до відповідних генераторів.

4.6.4.16 Амперметри генераторів постійного струму із змішаним збудженням, призначених для паралельної роботи, повинні бути встановлені в ланцюг полюса, не сполученого зі зрівняльним проводом.

4.6.4.17 Для підключення рухомих або обмежено рухомих приладів повинні застосовуватися багатодіткові гнучкі проводи.

4.6.4.18 Органи керування комутаційних електричних апаратів, панелі, відхідні електричні ланцюги на розподільних щитах, вимірювальні прилади повинні мати написи. Комутаційні положення апаратів повинні бути позначені. Крім того, повинна бути зазначена номінальна сила струму встановлених запобіжників і вимикачів, а також уставки автоматичних вимикачів і електро-теплових реле.

4.6.4.19 Кожний ланцюг, що відходить від розподільного щита, повинний бути забезпечений вимикачем, який відключає усі полюси і/або фази. Вимикачі можуть не встановлюватися у вторинних розподільних коробках освітлення, що мають спільний вимикач, а також у колах приладів, пристроїв блокування і сигналізації, місцевого освітлення щитів, захищених запобіжниками.

4.6.5 Світлова сигналізація.

4.6.5.1 Для світлової сигналізації повинні застосовуватися кольори, зазначені у табл. 4.6.5.1.

Таблиця 4.6.5.1

Колір	Значення	Рід сигналу	Стан пристрою
Червоний	Небезпека	Миготливий	Аварія у небезпечних станах, що потребують негайного втручання
		Постійний	Аварія у небезпечних станах, що виявлені, але ще не усунуті
Жовтий	Увага	Миготливий	Ненормальні стани, але такі, що не потребують негайного усунення
		Постійний	Стан середній між ненормальним і безпечним. Стан ненормальний, що виявлений, але ще не усунутий
Зелений	Безпека	Миготливий	Механізми включилися в роботу з резервного стану
		Постійний	Нормальний режим роботи і дії
Синій	Інформація	Постійний	Механізми і пристрої готові до пуску. Напруга в мережі. Все в порядку
Білий	Загальна інформація	Постійний	Сигнали, що висвітлюються за потребою. Написи, що стосуються автоматичної дії. Інші додаткові сигнали

4.6.5.2 Допускається застосування літерних символів як світлової сигналізації за умови, що літерні символи чітко ідентифікують стан пристрою.

4.6.6 Розміщення розподільних пристроїв.

4.6.6.1 Розподільні пристрої повинні встановлюватися в місцях, де виключена можливість концентрації газів, пари води, пилу і кислотних випарів.

4.6.6.2 Якщо розподільний пристрій із захисним виконанням IP10 і нижче розташовується в спеціальному приміщенні, шафі або ніші, то такі приміщення повинні бути виготовлені з негорючого матеріалу, або мати облицювання з такого матеріалу.

4.6.6.3 Розміщення трубопроводів і цистерн поблизу розподільних щитів повинно відповідати вимогам 5.5 частини VIII «Системи і трубопроводи».

4.6.6.4 Щит сигнально-розпізнавальних ліхтарів повинний розташовуватися у рульовій рубці в

легкодоступному і видимому для вахтового персоналу місці.

4.6.6.5 Головний розподільний щит і генераторні агрегати повинні бути розташовані в безпосередній близькості один від одного, в одному машинному приміщенні та у межах тих самих вертикальних і горизонтальних вогнестійких конструкцій типу А-60.

Вигородка, яка знаходиться в границях головних меж машинного приміщення, передбачена для центрального поста керування механізмами, де розташовується ГРЩ, не вважається такою, що відгороджує ГРЩ від генераторних агрегатів.

Якщо відповідальні пристрої, що забезпечують керування і рух судна, одержують живлення від секційних щитів, то ці щити і будь-які трансформатори, перетворювачі і подібне обладнання, що утворює відповідальну частину системи живлення цих пристроїв, повинні бути також розташовані в одному приміщенні з генераторними агрегатами.

4.6.7 Доступ до розподільних щитів.

4.6.7.1 З передньої сторони розподільного щита повинний бути прохід шириною не менше ніж 800мм при довжині щита до 3м і не менше ніж 1000мм при довжині щита понад 3м.

На судах валовою місткістю менше 500 ширину проходу можна зменшити до 600мм.

4.6.7.2 Із заднього боку уздовж вільно стоячих розподільних щитів повинний бути забезпечений прохід шириною не менше ніж 600мм для щитів довжиною до 3м і не менше ніж 800мм для більш довгих щитів.

Між вільно стоячими розподільними пристроями, що мають відкриті частини під напругою і розміщені в спеціальних електричних приміщеннях, ширина проходів повинна бути не менше 1000мм.

4.6.7.3 Простір за вільно стоячими розподільними щитами з відкритими частинами, що знаходяться під напругою, повинний бути відгороджений і обладнаний дверима згідно з **2.8.1**.

4.6.7.4 У розподільних щитів довжиною більше 3м, зазначених у **4.6.7.3**, повинно бути передбачено не менше двох дверей у простір за щитом із приміщення, в якому встановлений щит. Ці двері повинні знаходитися на якомога більшій відстані одні від одних.

Допускається, щоб одні з дверей виходили в суміжне приміщення, що має принаймні другий вихід.

4.6.7.5 Проходи, зазначені у **4.6.7.1** і **4.6.7.2**, вимірюються від найбільше виступаючих частин апаратури і конструкцій щита до виступаючих частин обладнання або конструкцій корпусу.

5. ЕЛЕКТРИЧНІ ПРИВОДИ СУДНОВИХ МЕХАНІЗМІВ І ПРИСТРОЇВ

5.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

5.1.1 Пости керування приводів повинні задовольняти відповідним вимогам частини VII «Механічні установки», а живлення електричних (електронних) систем автоматизації – вимогам частини XV «Автоматизація».

5.1.2 Механізми з електричним приводом повинні мати світлову сигналізацію про вмикання електроприводу.

5.1.3 Пристрої, що мають автоматичне, дистанційне і місцеве керування, повинні бути виконані таким чином, щоб під час переходу на місцеве керування автоматичне і дистанційне керування відключалося. При цьому місцеве керування повинне бути незалежним від автоматичного або дистанційного.

5.2 БЛОКУВАННЯ РОБОТИ МЕХАНІЗМІВ

5.2.1 Механізми, які мають електричний і ручний приводи, повинні бути обладнані блокувальним пристроєм, що виключає можливість одночасної роботи приводів.

5.2.2 Якщо вимагається включення в роботу механізмів у певній послідовності, повинні бути застосовані відповідні блокувальні пристрої.

5.2.3 Допускається встановлення пристрою, що виключає блокування, за умови, що він захищений від ненавмисного вимикання блокування. Поблизу цього пристрою повинний бути інформаційний напис, що вказує його призначення і забороняє користування ним не уповноваженим на це особам.

Такий пристрій не допускається для механізмів, наведених у **5.2.1**.

5.2.4 Пуск механізмів, електричні двигуни або апаратура яких потребують під час нормальної роботи додаткової вентиляції, повинний бути можливим тільки у разі діючої вентиляції.

5.3 ВИМИКАЛЬНІ ПРИСТРОЇ БЕЗПЕКИ

5.3.1 Системи керування механізмів, робота яких за певних обставин може загрожувати безпеці людей або судна, повинні бути обладнані кнопками або іншими вимикальними пристроями, що забезпечують відключення живлення електричного приводу.

Ці кнопки і/або інші вимикальні пристрої безпеки повинні бути захищені від випадкового приведення в дію.

5.3.2 Кнопки або інші вимикальні пристрої безпеки повинні бути розташовані біля постів керування або в інших місцях, що забезпечують безпеку експлуатації.

5.3.3 В електричних приводах пристроїв і механізмів, у яких для запобігання пошкодження або аварійних випадків необхідне обмеження руху, повинні бути передбачені кінцеві вимикачі, що забезпечують надійне відключення електричного двигуна.

5.4 КОМУТАЦІЙНА ТА ПУСКОРЕГУЛЮВАЛЬНА АПАРАТУРА

5.4.1 Комутаційна апаратура в ланцюгах електричних приводів, що не є одночасно захисним пристроєм від струмів короткого замикання, повинна витримувати струм короткого замикання, який може протікати в місці її встановлення, протягом часу, необхідного для спрацювання захисту.

5.4.2 Пускорегулювальна апаратура повинна допускати можливість пуску електричного двигуна тільки з нульового положення.

5.4.3 У пускорегулювальній апаратурі, яка дає змогу здійснювати відключення обмоток паралельного збудження, повинний бути передбачений пристрій для гасіння поля.

5.4.4 При застосуванні прямого пуску електричних двигунів змінного струму повинні бути враховані вимоги **3.1.2.3** і **16.8.3.3**.

5.4.5 Для кожного електричного двигуна потужністю 0,5кВт і більше і його пускорегулювальної апаратури повинний бути передбачений пристрій для відключення живлення; при цьому, якщо пускорегулювальна апаратура встановлена на головному або іншому розподільному щиті в цьому ж приміщенні і забезпечена її видимість із місця встановлення електричного двигуна, то для цієї мети допускається використання вимикача, встановленого на щиті.

Якщо вимоги до розташування пускорегулювальної апаратури, що викладені вище, не виконані, необхідно передбачити:

- 1** пристрій, що блокує вимикач на розподільному щиті у вимкненому положенні, або
- 2** додатковий вимикач поблизу електричного двигуна, або
- 3** таке встановлення запобіжників у кожному полюсі або фазі пускорегулювальної апаратури, щоб вони могли бути легко виїняті і знову вставлені обслуговуючим персоналом.

5.5 ЕЛЕКТРИЧНІ ПРИВОДИ І КЕРУВАННЯ РУЛЬОВИХ ПРИСТРОЇВ

5.5.1 На додаток до вимог **6.2** частини IX «Механізми» і **2.9** частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення» рульові пристрої повинні задовольняти вимогам цієї частини Правил.

5.5.2 Головний електричний або електрогідрравлічний рульовий привод, що складається з одного або більше силових агрегатів, повинний одержувати живлення по двох окремих фідерах, прокладених безпосередньо від головного розподільного щита різними трасами (див. також **16.8.4.13**).

У разі застосування в головному розподільному щиті секціонованих збірних шин, живлення кожного фідера повинно здійснюватися від різних секцій (див. також **4.3.2**). Один із фідерів може одержувати живлення через аварійний розподільний щит.

Якщо рульовий пристрій має допоміжний електричний або електрогідрравлічний привод відповідно до **2.9** частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення», допускається його живлення здійснювати від фідерів головного електроприводу.

5.5.3 Кожний фідер має бути розрахований на живлення всіх електричних двигунів, що нормально приєднані до нього і працюють одночасно.

5.5.4 Якщо передбачається перемикальний пристрій, що дає змогу подавати живлення на будь-який електричний двигун, або на їх сполучення від одного або іншого фідера, такі фідери повинні бути розраховані на найбільш важкі умови навантаження, а перемикальний пристрій повинний встановлюватися в румпельному приміщенні.

5.5.5 У разі несправності працюючого силового агрегату рульового приводу інший агрегат, необхідний згідно з **2.9.4** частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення», повинний приводитися в дію вручну з поста, розташованого на ходовому містку. Додатково може бути передбачений автоматичний пуск.

5.5.6 На всіх судах, що мають рульові пристрої, зазначені в **2.9.6** частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення», у разі виходу з ладу основного джерела живлення силової установки рульового приводу повинне бути забезпечене автоматичне підключення живлення протягом 45с від аварійного джерела або іншого незалежного джерела, встановленого в румпельному приміщенні і призначеного тільки для цієї цілі.

Для суден валовою місткістю 10000 і більше потужність цього джерела повинна забезпечувати безперервне живлення рульового приводу, а також пов'язаної з ним системи дистанційного керування і показників положення пера руля протягом не менше ніж 30хв, а для всіх інших суден – протягом не менше ніж 10 хвилин.

5.5.7 Режим роботи електричних двигунів приводів засобів активного керування судном повинний відповідати передбаченим умовам роботи усього пристрою, але принаймні двигуни повинні відповідати короткочасному режиму роботи протягом не менше ніж 30 хвилин.

5.5.8 Електричний і електрогідрравлічний приводи рульового пристрою повинні забезпечувати:

- 1** перекидання руля з борту на борт за час і на кут, зазначені в **6.2.2** частини IX «Механізми»;
- 2** безупинне перекидання руля з борту на борт протягом 30 хвилин для кожного агрегату при повністю зануреному рулі і максимальній швидкості переднього ходу, що відповідає цій осадці (див. також **2.9.2** та **2.9.3** частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення»);
- 3** безупинну роботу протягом 1 год при найбільшій експлуатаційній швидкості переднього ходу і при перекиданні руля на кут, що забезпечує 350 перекидань на годину;
- 4** можливість стоянки електричного двигуна під струмом протягом 1хв із нагрітого стану (тільки для руля з безпосереднім електричним приводом);
- 5** належну міцність електричного приводу при зусиллях, що виникають під час максимальної швидкості заднього ходу судна.

Рекомендується, щоб була забезпечена можливість перекидання руля під час середньої швидкості заднього ходу.

5.5.9 Пуск і зупинення електричних двигунів приводу руля, крім електричних двигунів руля із безпосереднім електричним приводом, повинні здійснюватися із румпельного приміщення та із рульової рубки.

5.5.10 Пускові пристрої повинні забезпечувати повторний автоматичний пуск електричних

двигунів при відновленні напруги після перерви у подачі живлення.

5.5.11 У рульовій рубці повинна бути передбачена світлова і звукова сигналізація:

.1 зникнення напруги в ланцюзі живлення кожного силового агрегату, а також в колі живлення системи керування;

.2 несправності в системах керування із зворотним зв'язком, включаючи:

.2.1 коротке замикання, обрив, замикання на корпус в колах задання команд і зворотного зв'язку;

.2.2 несправність каналу передавання даних, апаратних засобів і програмного забезпечення (у випадку застосування програмувальних електронних систем керування);

.3 мінімального рівня масла у будь-якій із цистерн гідравлічної системи.

.4 блокування гідравлічної системи керування.

Крім того, повинна бути передбачена індикація роботи електродвигунів силових агрегатів рульового приводу.

5.5.12 Замість сигналізації, передбаченої у **5.5.11.2**, може бути передбачена світлова і звукова сигналізація перевищення допустимої різниці між заданим і дійсним положенням пера руля. При цьому повинні контролюватися наступні параметри:

.1 дійсне положенням пера руля, відповідне заданій команді;

.2 досягнення дійсного положенням пера руля відповідного заданій команді в межах допустимого часу;

.3 різниця між дійсним положенням пера руля і заданою командою (див.**2.9.15** частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення»).

5.5.13 Біля поста керування головними механізмами повинна бути передбачена світлова і звукова сигналізація:

.1 зникнення напруги живлення, обрив фази;

.2 перевантаження в ланцюзі живлення кожного силового агрегату;

.3 мінімального рівня масла у будь-якій цистерні гідравлічної системи.

Крім того, повинна бути передбачена індикація роботи електричних двигунів силових агрегатів рульового приводу.

5.5.14 Системи керування електроприводами рульового пристрою, зазначені у **2.9.13** і **2.9.14** частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення», повинні одержувати живлення по окремих фідерах, прокладених різними трасами від силових ланцюгів рульового приводу в румпельному приміщенні або безпосередньо від шин розподільного пристрою, що живить ці силові ланцюги.

5.5.15 В румпельному приміщенні повинні бути передбачені засоби відключення будь-якої системи керування з містка від рульового приводу, який вона обслуговує.

5.5.16 Кожна система дистанційного керування, передбачена в **2.9.14** і **2.9.15** частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення», повинна мати власне, включаючи всі електричні компоненти, незалежне коло передачі сигналів керування виконавчому механізму рульового приводу і бути улаштована таким чином, щоб механічна чи електрична несправність в одній із них не призводила до виходу з ладу іншої.

Приводи, клеми і компоненти систем керування, установлені в спільних розподільних щитах або пультах ходового містка, а також кола спільних комутаційних пристроїв систем керування, повинні бути віддалені одне від одного на максимальну відстань або розділені за допомогою перегородок із негорючого матеріалу.

5.5.17 За наявності двох слідкових систем керування, їх підсилювачі повинні бути розділені як електрично, так і механічно.

За наявності як слідкової системи керування, так і не слідкової системи керування, підсилювачі слідкової системи керування повинні мати окремі пристрої захисту. При цьому повинна бути забезпечена селективність спрацьовування захистів.

5.5.18 Якщо передбачені додаткові пристрої керування, то їх електричні кола повинні мати пристрої вимикання, установлені в усіх полюсах.

5.5.19 Пристрої зворотного зв'язку та кінцеві вимикачі для систем керування рульового електричного приводу, з'єднані з балером руля або виконавчим механізмом, повинні бути електрично і механічно роздільними.

5.5.20 Будь-яка із можливих несправностей (утрата живлення або несправність в системах керування із зворотним зв'язком) не повинна призводити до повної втрати керування рулем.

5.5.21 Напрямок обертання штурвала або руху ручки керуючого апарата повинний відповідати

напрямку перекладання пера руля.

У системі кнопкового керування кнопки повинні бути розташовані таким чином, щоб вмикання кнопки, що знаходиться:

- з правого боку - забезпечувало рух пера руля вправо;
- з лівого боку - забезпечувало рух пера руля вліво.

5.6 ЕЛЕКТРИЧНІ ПРИВОДИ ЯКІРНИХ І ШВАРТОВНИХ МЕХАНІЗМІВ

5.6.1 На додаток до вимог **6.3** і **6.4** частини IX «Механізми» привод брашпилів, якірно-швартовних шпилів і швартовних лебідок повинні задовольняти вимогам цієї частини Правил.

5.6.2 Електричні приводи якірного і швартовного механізмів повинні забезпечувати можливість стоянки під струмом.

Тривалість стоянки під струмом повинна бути обмежена часом спрацьовування захисту від перевантаження або захисту по температурі обмоток, але не більше ніж 30с для якірних механізмів і 15с для швартовних механізмів.

5.6.3 У якірно-швартовних шпилів і швартовних лебідок на ступенях швидкостей, призначених тільки для швартовних операцій, повинний бути передбачений захист від перевантаження електричного двигуна.

5.6.4 Живлення електричних приводів якірних шпилів повинне задовольняти вимогам **4.3.1** і **4.3.3**.

5.7 ЕЛЕКТРИЧНІ ПРИВОДИ НАСОСІВ

5.7.1 Електричні двигуни паливних та маслоперекачувальних насосів і сепараторів, а також насосів циркуляції органічних теплоносіїв, повинні бути обладнані дистанційними вимикальними пристроями, що знаходяться поза приміщеннями цих насосів і поза шахтами машинних приміщень, але в безпосередній близькості від виходу з цих приміщень.

5.7.2 Електричні двигуни насосів, що відкачують рідини за борт через відливні отвори, які знаходяться вище рівня ватерлінії при найменшій осадці судна, у місцях спуску рятувальних шлюпок або рятувальних плотів повинні бути обладнані вимикачами, розташованими поблизу постів керування приводних механізмів спускових пристроїв відповідних шлюпок або плотів.

5.7.3 Електричні двигуни аварійних пожежних насосів і погрузних осушувальних насосів повинні мати пристрої дистанційного пуску, розташовані вище палуби перегородок (див.**3.2.3.9** частини VI «Протипожежний захист»).

Пристрої дистанційного пуску повинні мати світлову сигналізацію про вмикання електричного приводу.

5.7.4 Вимикальні пристрої електричних приводів, зазначені в **5.7.1**, повинні бути розміщені на видимих місцях, закриті склом і забезпечені роз'яснювальними написами.

Вимикальні пристрої повинні знеструмлювати фідери живлення цих електричних приводів.

5.7.5 Місцевий пуск пожежних і осушувальних насосів повинний бути можливим навіть у випадку пошкодження їх кіл дистанційного керування, включаючи апаратуру захисту (див. також **6.6.8.3** частини VI «Протипожежний захист»).

5.7.6 Електричні двигуни насосів перекачування, здавання або скидання нафтовмісних або стічних вод повинні мати пристрої дистанційного відключення, встановлені в районі розташування вихідних патрубків, якщо не передбачений телефонний зв'язок або радіозв'язок між місцем спостереження за скиданням і місцем керування відкачувальними насосами.

5.8 ЕЛЕКТРИЧНІ ПРИВОДИ ВЕНТИЛЯТОРІВ

5.8.1 Електричні двигуни вентиляторів машинних приміщень повинні мати не менше двох вимикальних пристроїв, причому один з них повинний знаходитися поза цими приміщеннями та їх шахтами, але в безпосередній близькості від виходу з цих приміщень.

Рекомендується розташовувати ці вимикальні пристрої у спільному місці з такими ж пристроями, зазначеними в **5.7.1**.

5.8.2 Електричні двигуни вентиляторів вантажних трюмів і вентиляторів камбуза повинні мати вимикальні пристрої, розташовані в місцях, легкодоступних із головної палуби, але поза шахтами машинних приміщень.

Електричні двигуни витяжної вентиляції камбузних плит незалежно від кількості вимикальних пристроїв повинні мати вимикальний пристрій, розташований безпосередньо в приміщенні камбуза.

5.8.3 Електричні двигуни загальносуднової вентиляції повинні мати принаймні два пристрої дистанційного відключення їх, причому один повинний бути розташований у рульовій рубці, а другий вимикальний пристрій повинний мати доступ із відкритої палуби.

Для суден із установкою малої потужності (крім пасажирських) допускається застосування одного пристрою дистанційного відключення, розташованого в рульовій рубці або у місці, легкодоступному із головної палуби.

5.8.4 Електричні двигуни вентиляторів приміщень, що захищені системою об'ємного пожежогасіння, повинні мати вимикальний пристрій, що автоматично спрацьовує під час пуску системи пожежогасіння в дане приміщення. За наявності в таких приміщеннях протипожежного закриття, що автоматично перекриває доступ повітря при пожежі в ці приміщення, допускається ручне відключення вентиляторів, при цьому вимикальні пристрої повинні знаходитись поза цими приміщеннями.

5.8.5 Вимикальні пристрої електричних двигунів вентиляторів, зазначених у **5.8.1**, **5.8.2** і **5.8.3**, повинні бути згруповані на судні так, щоб усі ці електричні двигуни могли бути зупинені не більше ніж із трьох місць.

Вимикальні пристрої повинні знеструмлювати фідери живлення цих електричних двигунів вентиляторів.

5.9 ЕЛЕКТРИЧНІ ПРИВОДИ ШЛЮПКОВИХ ЛЕБІДОК

5.9.1 Електричний привід шлюпкової лебідки повинний забезпечувати виконання вимог **6.20** частини II «Рятувальні засоби» Правил щодо обладнання морських суден.

5.9.2 Органи керування електричним приводом шлюпкової лебідки повинні мати пристрій самоповернення в положення «СТОП».

5.9.3 Безпосередньо біля поста керування шлюпковою лебідкою повинний бути вимикач силового ланцюга електричного двигуна.

5.9.4 На чергових суднах аварійне джерело живлення спускового пристрою швидкісної чергової шлюпки повинне забезпечити роботу спускового пристрою протягом не менше 4 годин.

5.10 ЕЛЕКТРИЧНІ ПРИВОДИ ВОДОНЕПРОНИКНИХ І ПРОТИПОЖЕЖНИХ ДВЕРЕЙ

5.10.1 Електричні приводи водонепроникних дверей повинні забезпечувати виконання вимог **7.12** частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення».

5.10.2 Живлення електричних приводів і сигналізації про положення і закриття водонепроникних дверей повинне здійснюватися від основного, аварійного і аварійного перехідного джерел електричної енергії відповідно до вимог **4.3.1**, **9.3** і **19.1.2**.

5.10.3 Електричне обладнання водонепроникних дверей та елементи, що відносяться до нього, повинні бути розташовані, наскільки це можливо, вище палуби перегородок за межами небезпечних районів та приміщень.

5.10.4 У тих випадках, коли електричне обладнання розташоване нижче палуби перегородок, його корпуси повинні мати наступні ступені захисту:

- .1** для електричних двигунів та зв'язаних з ними елементів керування - IPX7;
- .2** для датчиків показчиків положення дверей та пов'язаних з ними елементів кола - IPX8;
- .3** для елементів звукової сигналізації руху дверей - IPX6.

5.10.5 Силові ланцюги, кола керування, індикації та аварійно-попереджувальної сигналізації повинні бути захищені від пошкоджень таким чином, щоб пошкодження електричного ланцюга чи кола, одних дверей, не викликало пошкодження ланцюга чи кола будь-яких інших дверей.

Короткі замикання або інші пошкодження у системах аварійно-попереджувальної сигналізації або індикації положення дверей не повинні викликати пошкодження електричного силового ланцюга чи кола керування.

Пристрої повинні бути такими, щоб проникнення води у електричне обладнання, розташоване нижче палуби перегородок, не призводило до відкриття дверей.

5.10.6 Одинична відмова у силовому ланцюгу чи у колі керування кліматичних водонепроникних дверей не повинна призводити до відкриття зачинених дверей. Подача живлення повинна постійно контролюватися у безпосередній близькості від кожного електродвигуна, згідно вимог **7.12.5.7** частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення».

Зникнення живлення у силовому ланцюгу чи у колі керування повинне викликати

спрацьовування звукової та світлової сигналізації в ЦПК і на ходовому містку.

5.10.7 Електричні приводи пристроїв, що утримують протипожежні двері відкритими (див. **2.1.3.4** частини VI «Протипожежний захист»), повинні:

- .1** одержувати живлення від основних і аварійних джерел електричної енергії;
- .2** мати дистанційне керування із рульової рубки для закриття кожних дверей окремо, по групах або усіх дверей одночасно;
- .3** автоматично закривати усі двері одночасно при зникненні напруги живлення;
- .4** бути сконструйовані таким чином, щоб будь-яке пошкодження у пристрої закривання одних дверей не виводило із ладу системи живлення і керування іншими дверми.

5.11 ЕЛЕКТРИЧНІ ПРИВОДИ ТОПКОВИХ ПРИСТРОЇВ КОТЛІВ ТА ІНСИНЕРАТОРІВ

5.11.1 Електричні приводи топкових пристроїв котлів та інсинераторів повинні мати пристрої дистанційного вимикання, розташовані поза приміщеннями, у яких вони розташовані (див. також **5.3.8** частини X «Котли, теплообмінні апарати і посудини під тиском» і **4.3.6**, **4.10.3.4** та **6.2.3** частини XV «Автоматизація»).

5.11.2 Якщо приміщення, у якому розміщені інсинератори і котли, захищені аерозольною системою пожежогасіння, електричні приводи топкових пристроїв котлів та інсинераторів повинні автоматично вимикатися при пуску цієї системи.

5.12 ЕЛЕКТРИЧНІ ПРИВОДИ ЗАСОБІВ ОСУШЕННЯ НОСОВИХ ПРИМІЩЕНЬ НАВАЛЮВАЛЬНИХ СУДЕН

5.12.1 На доповнення до вимог **7.9.2** і **7.9.3** частини VIII «Системи і трубопроводи» електричні приводи засобів осушення носових приміщень навалювальних суден повинні відповідати вимогам цієї частини.

5.12.2 На ходовому містку або на іншому посту, що відповідає вимогам **7.9.2** частини VIII «Системи і трубопроводи», повинна бути передбачена індикація про повністю відкритий або повністю закритий стан клапана.

5.12.3 Електричне обладнання засобів осушення носових приміщень навалювальних суден, при установленні в будь-якому із таких приміщень, повинне мати ступінь захисту не нижче IPX8, відповідний випробуванню водяним стовпом рівним висоті приміщення, в якому установлене електричне обладнання, протягом 24 години.

5.13 ЕЛЕКТРИЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ЛЕБІДОК ОБСЛУГОВУВАННЯ ЯКОРІВ

5.13.1 На додаток до вимог **6.3**, **6.5** частини IX «Механізми» приводи лебідок по обслуговуванню якорів повинні задовольняти вимогам цієї частини Правил.

5.13.2 Управління лебідками обслуговування якорів повинно здійснюватися з постів управління, звідки забезпечується достатня видимість барабанів лебідок. Органи управління повинні забезпечувати управління одним оператором, простими діями, при цьому вибраний режим управління повинен чітко відрізнятися від інших передбачених режимів. При виході з ладу системи управління пристрій повинен приходити у безпечний стан.

5.13.3 Лебідка обслуговування якорів повинна управлятися, як в режимі підйому якорів, так і в режимі спуску.

5.13.4 На пультах управління лебідками або у безпосередній близькості від них повинна виводиться інформація про натяг троса відповідно до **8.11.2** частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення», а також розміщуватися відомості про максимально допустимий натяг троса, відповідні вертикальні і горизонтальні кути, що визначають його положення відповідно до розрахунків, виконаних для кожного випадку навантаження. Допускається дублювати цю інформацію на посту управління судном.

5.13.5 Органи управління (рукоятки, кнопки тощо) для аварійного роз'єднання мають бути захищені від ненавмисних дій персоналу.

6. ОСВІТЛЕННЯ

6.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

6.1.1 В усіх суднових приміщеннях, місцях і просторах, освітлення яких є важливим для забезпечення безпеки плавання, керування механізмами і пристроями, придатності для життя та евакуації пасажирів і екіпажу, повинні бути встановлені стаціонарні світильники основного освітлення, які одержують живлення від основного джерела електричної енергії.

Перелік приміщень, місць і просторів, де додатково до світильників основного освітлення повинні бути встановлені світильники аварійного освітлення, наведений у **9.3.1.1** і **19.1.2.1.1**.

6.1.2 Світильники, встановлені в приміщеннях і просторах, де можливе механічне пошкодження ковпаків, повинні бути забезпечені захисними сітками.

6.1.3 Встановлення світильників повинне виконуватися таким чином, щоб виключалося нагрівання кабелів і найближче розташованих матеріалів до температури, що перевищує допустиму.

6.1.4 У приміщеннях і місцях, що освітлюються люмінесцентними лампами та в яких знаходяться видимі обертові частини механізмів, повинні бути вжиті заходи для усунення стробоскопічного ефекту.

6.1.5 Світильники зовнішнього освітлення повинні бути встановлені таким чином, щоб не створювалося світлових перешкод судноводінню.

6.1.6 В приміщеннях і просторах, що освітлюються світильниками з розрядними лампами, які не забезпечують безперервності горіння при коливаннях напруги відповідно до **2.1.3**, повинні передбачатися також світильники з лампами розжарювання.

6.1.7 Акумуляторні та інші вибухонебезпечні приміщення повинні освітлюватися світильниками із суміжних безпечних приміщень через газонепроникні заклені отвори або світильниками вибухозахищеного виконання, встановленими усередині приміщень (див. також **2.9**).

6.1.8 Додатково до вимог **6.1.1**, на чергових судах повинно бути передбачене освітлення з живленням від основного і аварійного джерел електричної енергії наступних приміщень і просторів:

1 місць зберігання чергових шлюпок і їх спускових пристроїв, місць для приймання врятованих людей і зон для рятування;

2 забортних просторів в зоні для рятування, в місцях приймання на борт врятованих людей, в місцях спускання чергових шлюпок;

3 зони роботи підйомного обладнання при евакуації гвинтокрилом і шляхів проходу до нього від місць для приймання на борт врятованих.

Освітлення з живленням від аварійного джерела електричної енергії повинно працювати на протязі не менше 30 хвилин.

6.2 ЖИВЛЕННЯ КІЛ ОСНОВНОГО ОСВІТЛЕННЯ

6.2.1 Розподільні щити основного освітлення повинні одержувати живлення по окремих фідерах. Від щитів основного освітлення допускається здійснювати живлення електричних приводів невідповідального призначення потужністю до 0,25кВт і окремих каютних електричних грілок із номінальним струмом до 10А.

6.2.2 Захисні пристрої кінцевих відгалужених кіл освітлення повинні розраховуватися на номінальний струм не більше ніж 16А, сумарний струм навантаження залучених споживачів не повинний перевищувати 80% номінального струму захисного пристрою.

Кількість освітлюваних точок, що живляться від кінцевих кіл освітлення, не повинна перевищувати наведеної у табл. **6.2.2**.

Каютні вентилятори та інші побутові прилади допускається живити від кінцевих кіл освітлення.

Таблиця 6.2.2

Напруга, В	Максимальна кількість освітлюваних точок
До 50	10
Від 51 до 120	14
Від 121 до 250	24

6.2.3 Освітлення коридорів, машинних приміщень, тунелів валопроводів, показчиків рівня води в котлі, повинно одержувати живлення не менше ніж по двох незалежних фідерах із таким

розташуванням світильників, щоб навіть у разі виходу з ладу одного з фідерів забезпечувалася можливо найбільша рівномірність освітлення. Ці фідери повинні одержувати живлення від різних групових щитів, які у разі застосування секціонованих шин освітлення в головному розподільному щиті повинні одержувати живлення від різних секцій шин. Одним із фідерів може бути фідер, одержуючий живлення від аварійного розподільного щита.

Для вантажних суден з електричною установкою малої потужності допускається живлення освітлення зазначених приміщень, за винятком машинних, здійснювати по одному фідеру від групового щита або безпосередньо від головного розподільного щита.

6.2.4 Світильники місцевого освітлення в житлових приміщеннях, а також штепсельні розетки повинні одержувати живлення від щита освітлення по окремому фідеру, іншому, ніж фідер живлення світильників загального освітлення.

6.2.5 Якщо судно поділяється на головні протипожежні зони, освітлення кожної зони повинне одержувати живлення по двох фідерах, незалежних від фідерів, що живлять освітлення інших протипожежних зон.

Фідери освітлення по можливості повинні бути прокладені таким чином, щоб пожежа в одній зоні не пошкодила фідерів, що живлять освітлення в інших зонах.

У разі застосування секціонованих шин освітлення в головному розподільному щиті такі фідери повинні одержувати живлення від різних секцій шин.

6.2.6 Основне освітлення повинно бути виконано таким чином, щоб під час пожежі або в іншому аварійному випадку в приміщеннях, у яких розташовані основні джерела енергії і/або трансформатори основного освітлення, якщо вони є, система аварійного освітлення не виходила з ладу.

6.2.7 Стаціонарні світильники освітлення трюмів повинні одержувати живлення від спеціального розподільного щита. На цьому щиті, крім комутаційної і захисної апаратури, повинна бути передбачена світлова сигналізація про включення окремих кіл освітлення.

Для суден з установкою малої потужності допускається живлення світильників освітлення трюмів від розподільного щита, розташованого в рульовій рубці; при цьому необхідна світлова сигналізація про наявність напруги в колі живлення світильників освітлення трюмів.

6.3 АВАРІЙНЕ ОСВІТЛЕННЯ

6.3.1 Освітленість окремих приміщень, місць і просторів, зазначених у **9.3.1.1** і **19.1.2.1.1**, під час аварійного освітлення повинна бути не менше 10% загальної освітленості при основному освітленні (див. **6.7**). Допускається, щоб освітленість від світильників аварійного освітлення в машинному приміщенні становила 5% освітленості при основному освітленні, якщо передбачені штепсельні розетки, що живляться від мережі аварійного освітлення.

Це освітлення повинне бути таким, щоб був легко помітний шлях із приміщень до місць евакуації людей (або повинна бути забезпечена освітленість не менше 0,5лк).

6.3.2 Для одержання необхідної згідно із **6.3.1** освітленості світильники аварійного освітлення з лампами розжарювання можуть комбінуватися з люмінесцентними лампами.

6.3.3 Світильники основного освітлення допускається використовувати як світильники аварійного освітлення, якщо вони можуть одержувати живлення також і від аварійних джерел енергії.

6.3.4 Мережа аварійного освітлення повинна бути виконана таким чином, щоб у разі пожежі або в інших аварійних випадках у приміщеннях, в яких розташовані аварійні джерела електричної енергії і/або трансформатори аварійного освітлення, а також аварійний розподільний щит та щит аварійного освітлення, система основного освітлення не виходила з ладу.

6.3.5 Для аварійного освітлення можуть застосовуватися стаціонарні світильники з умонтованими акумуляторами і з автоматичною підзарядкою їх від мережі основного освітлення.

6.3.6 Кожний світильник аварійного освітлення і плафон комбінованого світильника (див. **6.3.3**) повинний бути позначений червоним кольором.

6.4 ВИМИКАЧІ У КОЛАХ ОСВІТЛЕННЯ

6.4.1 У усіх колах освітлення повинні бути застосовані двополюсні вимикачі.

У сухих житлових і службових приміщеннях допускається застосування однополюсних вимикачів у колах, що відключають одиночні світильники або групи світильників на номінальний струм не більше ніж 6А, а також світильників на безпечну напругу.

6.4.2 Для стаціонарних світильників зовнішнього освітлення повинні бути передбачені пристрої

централізованого відключення усіх світильників із рульової рубки або з іншого постійного вахтового поста на верхній палубі.

6.4.3 Вимикачі кіл освітлення приміщень станцій пожежогасіння повинні знаходитися із зовнішнього боку цих приміщень.

6.4.4 Вимикачі освітлення за вільно стоячими розподільними щитами повинні встановлюватися біля кожного входу за розподільний щит.

6.4.5 У колах аварійного освітлення не повинні застосовуватися місцеві вимикачі світильників.

Допускається застосування місцевих вимикачів у колах світильників аварійного освітлення, що в нормальних умовах є світильниками основного освітлення.

Аварійне освітлення в рульовій рубці повинне бути обладнане вимикачем.

Світильники аварійного освітлення місць посадки в рятувальні засоби, що у нормальних умовах є світильниками основного освітлення, повинні включатися автоматично при знеструмленні судна.

6.5 СВІТИЛЬНИКИ ЖЕВРІЮЧОГО РОЗРЯДУ

6.5.1 Дроселі і конденсатори світильників жевріючого розряду повинні захищатися надійно заземленими металевими кожухами.

6.5.2 Конденсатори ємністю 0,5мкФ і більше повинні забезпечуватися розрядними пристроями. Розрядний пристрій повинний бути виконаний таким чином, щоб через 1хв після відключення конденсатора його напруга не перевищувала 50В.

6.5.3 Дроселі і трансформатори з великим індуктивним опором повинні встановлюватися якнайближче до світильника, для якого вони призначені.

6.5.4 Світильники жевріючого розряду, що живляться напругою понад 250В, повинні бути забезпечені застережними написами із зазначенням напруги. Усі деталі таких світильників, що знаходяться під напругою, повинні бути захищені.

6.6 ШТЕПСЕЛЬНІ РОЗЕТКИ

6.6.1 Штепсельні розетки для переносного освітлення повинні бути установлені принаймні:

- .1 на палубі поблизу брашпиля,
- .2 у приміщенні гірокомпаса,
- .3 у приміщенні перетворювачів радіоустановки,
- .4 у приміщенні рульового пристрою,
- .5 у приміщенні аварійного агрегату,
- .6 у машинних приміщеннях,
- .7 за головним розподільним щитом,
- .8 у спеціальних електричних приміщеннях,
- .9 у тунелі гребного вала,
- .10 у рульовій рубці,
- .11 у радіорубці,
- .12 у районі розташування лебідок,
- .13 у районі вигоронок лага і ехолота,
- .14 у приміщеннях централізованих установок вентиляції і кондиціонування повітря.

6.6.2 Штепсельні розетки, що живляться різною напругою, повинні мати конструкцію, що унеможливує з'єднання вилок для однієї напруги з розеткою для більш високої напруги.

6.6.3 Штепсельні розетки для переносного освітлення й інших споживачів електричної енергії, установлені на відкритих палубах, повинні бути закріплені штепсельним розніманням униз.

6.6.4 Штепсельні розетки не повинні встановлюватися у машинних приміщеннях нижче настилу, у закритих приміщеннях сепараторів палива та масла або у місцях, де потрібне обладнання схваленого безпечного типу.

6.7 ОСВІТЛЕНІСТЬ

6.7.1 Освітленість окремих приміщень і просторів повинна бути не менше зазначеної у табл. 6.7.1. Такі вимоги не ставляться до суден, що мають освітлення, яке живиться напругою нижче 30В.

Наведені у табл. 6.7.1 норми загальної освітленості відносяться до рівня 800мм над палубою (настилом) приміщення, а норми загальної плюс місцевої освітленості – до рівня робочих поверхонь.

Таблиця 6.7.1

№ з/п	Приміщення і поверхні	Освітленість, лк			
		люмінесцентними лампами		лампами розжарювання/світлодіодними лампами	
		загальна +місцева	загальна	загальна+місцева	загальна
1	2	3	4	5	6
1	Пост радіозв'язку:				
	на встановленому рівні над палубою	—	—	—	100
	робочі столи поста радіозв'язку	—	—	200	—
2	Навігаційна рубка:				
	на встановленому рівні над палубою	—	100	—	50
	навігаційні столи	150	—	150	—
3	Рульова рубка, на встановленому рівні над палубою	—	75	—	50
4	Машинні приміщення, приміщення розподільних щитів, маневрених і контрольних постів і пультів, приміщення автоматизованих пристроїв, гірокомпасів:				
	на встановленому рівні над настилом	—	75	—	75
	поверхні розподільних пристроїв і пультів керування	200	100	150	75
	місця керування головними механізмами	150	100	150	75
	проходи між котлами, механізмами, трапи, площадки тощо	—	75	—	30
	фронт котлів	100	75	75	75
5	Акумуляторна, на встановленому рівні над палубою	—	75	—	50
6	Тунелі валопроводів, шахти лага, ехолота, ланцюгові ящики:				
	на встановленому рівні над палубою	—	50	—	20
	поверхні підшипників валів, а також сполучних фланців тощо	75	—	50	—
7	Проходи на палубах, перехідні містки і райони розташування рятувальних шлюпок і плотів, на встановленому рівні над палубою	—	50	—	20
8	Забортні простори в районі спуску рятувальних шлюпок і плотів поблизу вантажної ватерлінії	—	—	—	—

6.7.2 Додатково до вимог **6.7.1**, на чергових суднах повинні бути виконані наступні вимоги:

.1 освітленість забортних просторів на відстані в межах 5м від борту судна в зоні для рятування і місцях приймання на борт врятованих людей повинна бути не менше 150лк від загальної освітлюваності;

.2 освітленість забортних просторів на відстані в межах 20м від борту судна в зоні для рятування і місцях приймання на борт врятованих людей повинна бути не менше 50лк від загальної освітлюваності;

.3 з кожного борту судна повинен передбачатися прожектор, з управлінням ним, яке розміщене на ходовому містку. Кожний прожектор повинен забезпечувати освітленість не менше 50лк в чистому повітрі на площі діаметром не менше 10м на відстані від судна не менше 250м.

6.8 СИГНАЛЬНО-РОЗПІЗНАВАЛЬНІ ЛІХТАРІ

6.8.1 Від щита сигнально-розпізнавальних ліхтарів повинні одержувати живлення по окремих фідерах ліхтарі топові, бортові і кормовий, а на суднах буксирних, штовхачах, риболовецьких, лоцманських, обмежених у можливості маневрувати і суднах на повітряній подушці – також стаціонарно установлені ліхтарі, зазначені у табл. 2.4.1 частини III «Сигнальні засоби» Правил щодо обладнання морських суден та додаткові топові і кормові ліхтарі, зазначені у табл. 5.2.1 частини III «Сигнальні засоби» Правил щодо обладнання морських суден.

6.8.2 Щит сигнально-розпізнавальних ліхтарів повинний одержувати живлення по двох фідерах:

.1 по одному фідеру від головного розподільного щита через аварійний розподільний щит;

.2 по другому фідеру від найближчого групового щита, що не одержує живлення від аварійного розподільного щита.

Допускається встановлювати прилади керування сигнально-розпізнавальними ліхтарями в пульті, що розташований у рульовій рубці і одержує живлення відповідно до **4.5.2**.

Для суден, на яких основним джерелом електричної енергії є акумуляторна батарея і на яких головний розподільний щит встановлений у рульовій рубці, керування сигнально-розпізнавальними ліхтарями допускається робити безпосередньо з головного розподільного щита.

6.8.3 Сигнально-розпізнавальні ліхтарі повинні бути приєднані до мережі живлення гнучким кабелем із штепсельним розніманням.

На судах, де установлені здвоєні ліхтарі, вони можуть бути приєднані до мережі живлення кабелем без штепсельних рознімачів.

6.8.4 Кола живлення сигнально-розпізнавальних ліхтарів повинні бути виконані за двопровідною системою, і в кожному колі повинний бути передбачений двополюсний вимикач, установлений на розподільному щиті сигнально-розпізнавальних ліхтарів.

6.8.5 Кожне коло живлення сигнально-розпізнавальних ліхтарів повинне мати захист в обох проводах та індикацію про увімкнення сигнально-розпізнавального ліхтаря відповідно до вимог **4.1.4** частини III «Сигнальні засоби» Правил щодо обладнання морських суден.

Пристрій індикації про увімкнення сигнально-розпізнавального ліхтаря повинний бути виконаний і встановлений так, щоб його пошкодження не викликало вимикання сигнально-розпізнавального ліхтаря.

Падіння напруги на розподільному щиті, що живить сигнально-розпізнавальні ліхтарі, включаючи і систему сигналізації дії ліхтарів, не повинне перевищувати 5% при номінальній напрузі до 30В і 3% – при напрузі понад 30В.

6.8.6 Незалежно від індикації про увімкнення сигнально-розпізнавального ліхтаря, необхідної згідно з **6.8.5**, повинна бути передбачена світлова та звукова сигналізація, що діє автоматично у разі виходу із ладу будь-якого сигнально-розпізнавального ліхтаря при включеному вимикачі.

Живлення сигналізації повинно здійснюватися: від іншого джерела або фідера, ніж джерело або фідер живлення щита сигнально-розпізнавальних ліхтарів, або від акумуляторної батареї.

6.8.7 Лампи і патрони, які застосовуються в сигнально-розпізнавальних ліхтарях повинні відповідати вимогам **3.1.7** частини III «Сигнальні засоби» Правил щодо обладнання морських суден.

6.9 СВІТЛО-СИГНАЛЬНІ ТА ОСВІТЛЮВАЛЬНІ ЗАСОБИ ГВИНТОКРИЛЬНИХ ПАЛУБ

6.9.1 Загальні вимоги.

6.9.1.1 Світлосигнальні та освітлювальні засоби для посадкових гвинтокрильних палуб повинні задовольняти застосовним вимогам частини III «Сигнальні засоби» Правил щодо обладнання морських суден.

6.9.1.2 Світлосигнальні та освітлювальні засоби для посадкових гвинтокрильних палуб повинні забезпечувати принаймні наступне:

позначення периметра (меж) гвинтокрильної палуби;

освітлення посадкової зони;

позначення конструкцій, що височать, у зоні посадки.

6.9.1.3 Ліхтарі, що використовуються для цієї мети, повинні мати ступінь захисту не нижче IP56 та надійно працювати при зовнішніх впливах, зазначених у розд.2.

6.9.1.4 Усі світлосигнальні та освітлювальні засоби, також інше електричне обладнання у межах гвинтокрильних палуб, гвинтокрильних заправних постів та ангарів повинне бути вибухозахищеного типу та мати ступінь вибухозахисту, відповідний принаймні температурному класу Т3 та підгрупі ПА.

6.9.1.5 У відношенні своїх світло-технічних характеристик ліхтарі повинні задовольняти вимоги ІКАО (Міжнародної Організації Цивільної Авіації), що повинне бути підтверджене відповідними висновком або Свідоцтвом компетентного органу Цивільної Авіації.

6.9.1.6 Живлення світло-сигнальних та освітлювальних засобів, зазначених у цьому розділі, повинне здійснюватися від окремого розподільного щита, що отримує живлення від основного та аварійного джерел живлення із автоматичним переключенням при зникненні живлення.

6.9.2 Ліхтарі позначення периметра.

6.9.2.1 Сигнально–розпізнавальний ланцюг позначення периметра (меж) гвинтокрильної палуби повинний складатися із кругових ліхтарів (вогнів) зеленого кольору, розташованих навколо межі гвинтокрильної палуби. Ліхтарі (вогні) повинні розміщатися рівномірно по периметру гвинтокрильної палуби з інтервалом не більше 3м.

6.9.2.2 Для гвинтокрильних палуб, що мають прямокутну або квадратну форму, мінімальна кількість вогнів, установлених на кожній стороні палуби, повинна бути не менше 4, включаючи вогні, установлені в кожному куті.

6.9.2.3 Ліхтарі повинні бути розділені на два незалежні кола і одержувати живлення таким чином, щоб при несправності живлення одного із кіл, 50% ліхтарів позначення периметра залишалися працездатними.

6.9.3 Освітлення посадкової зони.

6.9.3.1 Посадкова зона та показчик напрямку вітру повинні бути належним чином освітлені. Для цього можуть бути використані прожектори світла, що заливає.

6.9.3.2 При установленні засобів освітлення повинні бути передбачені відповідні заходи, які виключають осліплення пілотів гвинтокрилів під час злету, посадки та маневрування.

Висота засобів освітлення над рівнем гвинтокрильної палуби не повинна перевищувати 250мм.

6.9.4 Загороджувально – попереджувальні ліхтарі.

6.9.4.1 Для забезпечення безпеки польотів, усі конструкції та об'єкти, що значно височать, такі як елементи надбудови, бурийні, технологічні колони та інші їм подібні, повинні бути позначені спеціальними загороджувально – попереджувальними ліхтарями червоного кольору.

6.9.4.2 Ліхтарі повинні бути розділені на декілька незалежних кіл і одержувати живлення таким чином, щоб за несправності живлення одного із кіл, основна частина загороджувально – попереджувальних ліхтарів залишалася працездатною.

7. ВНУТРІШНІЙ ЗВ'ЯЗОК І СИГНАЛІЗАЦІЯ

7.1 МАШИННІ ЕЛЕКТРИЧНІ ТЕЛЕГРАФИ

7.1.1 Машинні телеграфи, крім вимог цього підрозділу, повинні відповідати вимогам **3.3.1** частини VII «Механічні установки».

7.1.2 Машинні телеграфи повинні бути обладнані візуальною сигналізацією про наявність напруги у колі живлення і звуковою сигналізацією про зникнення напруги у колі живлення.

7.1.3 Машинні телеграфи, встановлені у рульовій рубці, повинні мати шкалу з регульованим підсвічуванням.

7.1.4 Машинні телеграфи повинні одержувати живлення від головного розподільного щита або від щита навігаційних пристроїв.

Якщо на судні застосований об'єднаний пульт керування судном, машинний телеграф може одержувати живлення від цього пульта.

7.1.5 Встановлення датчика машинного телеграфу в рульовій рубці повинне бути таким, щоб при передачі розпоряджень про хід судна оперативна ручка приладу переміщувалася у тому ж напрямку, що і судно.

Вертикальне положення ручки повинне відповідати команді «стоп».

7.1.6 Під час установлення машинних телеграфів, пристроїв дистанційного керування головними двигунами і гвинтами регульованого кроку на похилих панелях пультів керування ручка в положенні «стоп» повинна бути установлена перпендикулярно до площини пульта і фіксуватися точно у цьому положенні.

7.1.7 За наявності двох машинних телеграфів і більше, розташованих у безпосередній близькості один до одного (на одній палубі), у разі передачі команди будь-яким із них, одержання відповіді повинне одночасно індичіюватися усіма телеграфами без додаткових переключень.

Перехід на телеграфи, розташовані на іншій палубі або в іншій частині судна, повинний здійснюватися за допомогою перемикачів, розташованих на ходовому містку.

7.1.8 Кожний машинний телеграф повинний мати звуковий сигнальний пристрій, що забезпечує подачу звукового сигналу на ходовому містку та у машинному приміщенні під час подачі команди і відповіді про виконання.

У разі неправильної відповіді дія звукового сигнального пристрою не повинна припинятися (див. також **3.3.1** частини VII «Механічні установки»).

7.2 СЛУЖБОВИЙ ВНУТРІШНІЙ ЗВ'ЯЗОК

7.2.1 Система службового внутрішнього зв'язку повинна забезпечувати можливість виклику абонента і чітке ведення переговорів в нормальних і аварійних умовах експлуатації судна, а також в умовах специфічного шуму біля місць розташування устаткування зв'язку.

7.2.2 В системі службового внутрішнього зв'язку можуть використовуватися безбатарейні телефонні апарати, пристрої парного переговорного зв'язку, двобічний гучномовний пристрій, АТС або мобільні телефонні апарати локальної мережі.

7.2.3 Система службового внутрішнього зв'язку повинна забезпечувати переговорний зв'язок рульової рубки з основними службовими приміщеннями і постами. При цьому окремий парний переговорний зв'язок може не передбачатися, якщо в будь-який час пристрій зв'язку забезпечує пріоритет виклику і ведення переговорів із рульової рубки з наступними основними службовими приміщеннями і постами:

.1 ЦПК;

.2 місцевими постами керування головними механізмами і рушіями (для цієї мети може використовуватися парний переговорний зв'язок між рульовою рубкою і ЦПК з паралельно підключеними і установленими на місцевих постах керування телефонами);

.3 радіорубкою, у разі її наявності (може не передбачатися, якщо зв'язок може бути установлений без апаратних засобів);

.4 румпельним відділенням;

.5 приміщенням, де розташований аварійний розподільний щит;

.6 постами на баку і юті;

.7 приміщенням гірокомпасу;

.8 станцією об'ємного пожежогасіння (див. також **3.1.3.2.6** частини VI «Протипожежний захист»);

.9 приміщенням гребних електричних двигунів;

.10 постом керування вантажними операціями (на нафтоналивних судах);

.11 постом керування пожежно-рятувальними операціями (на судах зі знаком оснащення судна засобами боротьби з пожежами на інших судах в символі класу);

.12 іншими приміщеннями, в яких розміщені устрої, що забезпечують безпеку експлуатації судна.

7.2.4 Повинний бути передбачений зв'язок між ЦПК або місцевим постом керування головними механізмами і рушіями з житловими приміщеннями механіків.

7.2.5 Для пристроїв зв'язку, зазначених в **7.2.3** і **7.2.4**, крім безбатарейних телефонних апаратів, повинне бути передбачене живлення від основного джерела електричної енергії і акумуляторної батареї, що включається автоматично при зникненні живлення від основного джерела електричної енергії, що має ємність, достатню для живлення пристроїв зв'язку протягом часу, зазначеного в **9.3.1.3** або **19.1.2.1.4**.

7.2.6 Системи зв'язку між рульовою рубкою і ЦПК або місцевим постом керування головними механізмами і рушіями, повинні мати додаткову звукову і світлову сигналізацію про виклик як в ЦПК, так і в машинному відділенні.

7.2.7 Пошкодження або відключення одного пристрою зв'язку не повинне порушувати роботу інших пристроїв зв'язку.

7.2.8 Двобічна гучномовна установка може бути автономною або сполученою з командно-трансляційним пристроєм, передбаченим підрозділом **11** частини IV «Радіобладнання» Правил щодо обладнання морських суден.

Система гучномовного зв'язку повинна відповідати вимогам **2.1.3**, **2.1.4** і **6.22.2** частини II «Рятувальні засоби» Правил щодо обладнання морських суден.

7.3 СИГНАЛІЗАЦІЯ. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

7.3.1 Ці вимоги поширюються на наступні системи сигналізації про стан обладнання або судна, який вимагає уваги персоналу чи пасажирів, що приводяться в дію за допомогою звукових та візуальних засобів:

.1 загальносуднової (авральної) і пожежної тривоги;

.2 сигналізації виявлення пожежі;

.3 попередження про пуск системи об'ємного пожежогасіння;

.4 закриття водонепроникних та протипожежних дверей, а також дверей, зазначених у **7.12**;

.5 аварійно-попереджувальну систему механізмів;

.6 високого рівня нафтовмісних трюмних вод;

.7 про надходження води у вантажні трюми навалювальних суден, пасажирських суден, що мають на борту 36 і більше осіб, а також вантажних суден з одним трюмом, які не є навалювальними суднами;

.8 аварійного виклику механіків;

.9 контролю дієздатності машинного персоналу, стану вантажу, виявлення газу;

.10 стану дверей лацпортів;

.11 наявності людей усередині охолоджувальних приміщень, комор: «Людина у приміщенні» (для суден, які використовуються для переробки живих ресурсів моря і не зайнятих їх ловом);

.12 рівня у збірних цистернах стічних вод.

.13 попередження про пуск стаціонарної системи пожежогасіння місцевого застосування;

.14 перевищення температури сальників валів, підшипників і корпусів насосів;

.15 перевищення максимально допустимої температури вантажу;

.16 надлишкового тиску або вакууму у вантажних танках;

.17 досягнення верхнього і граничного рівня у вантажних танках;

.18 досягнення верхнього рівня в переливній цистерні системи приймання та перекачування палива;

.19 досягнення верхнього рівня в стічних цистернах паливної системи, витоків мастила;

.20 досягнення нижнього рівня у витратній цистерні для обслуговування гідравлічної системи дистанційного керування клапанами;

.21 сигналізації та контролю системи газового палива;

.22 сигналізації досягнення граничного допустимого рівня води в стічних колодязях вантажних трюмів з бризкопроникними закриттями, розташованими над палубою надбудови поза районами 1 та 2 (див. **7.6.13** частини VIII «Системи і трубопроводи»);

.23 сигналізації високого рівня рідини у стічних колодязях вантажних насосних приміщень нафтоналивних суден.

7.3.2 Повинна бути передбачена можливість функціонального випробування кожної системи сигналізації.

Якщо не зазначене інше, то усі системи сигналізації повинні бути виконані по безвідмовному принципу, при цьому повинна бути передбачена сигналізація про зникнення живлення системи, про замикання електричних кіл на корпус або обрив, а також контроль справності світлових та звукових сигналів.

7.3.3 Сигнали звукової сигналізації повинні бути чутні і розбірливі в усіх приміщеннях і просторах, для яких вони призначені.

7.3.4 Звукові сигнали аварійно-попереджувальної сигналізації повинні подаватися до того часу, поки не надійде підтвердження про їх прийняття (квітирування), а візуальна індикація кожного окремого сигналу – до усунення несправності.

7.3.5 Частота звучання приладів звукової сигналізації, за винятком дзвону, повинна знаходитися у діапазоні від 200 до 2500Гц.

7.3.6 У випадку застосування візуальної сигналізації, якщо спеціально не зазначене інше, необхідно використовувати кольори, зазначені у табл. 4.6.5.1.

7.3.7 Висота знаків текстів написів органів керування і сигналізації, якщо вони не дубльовані символами/таблом установленого зразка, повинна бути не менше 7мм, при ширині – 0,7 висоти знаків.

Ця вимога, крім візуальних сигналів, зазначених у **7.3.1**, розповсюджується також на тексти написів над органами керування, розміщених у розподільних щитах, пультах керування, пусковій, захисній і регульовальній апаратурі для електроприводів механізмів відповідального призначення, перерахованих у **1.3.2.1.5**.

7.3.8 Не зазначені у п. **7.3.7** тексти написів над органами керування і сигналізації, а також тексти вахтових або інших інструкцій, які використовуються для опису порядку роботи, вмикання і керування об'єктом, повинні мати висоту знаків не менше 3,5мм, при ширині – 0,7 висоти знаків.

7.3.9 Проблискові сигнали повинні випромінювати світло протягом 50% усього циклу роботи, при цьому частота імпульсів повинна знаходитися у діапазоні від 0,5 до 1,5Гц.

7.3.10 В приймальних пристроях систем аварійно-попереджувальної сигналізації повинні чітко різнитися стани між робочим, аварійним, квітируванням, несправності та з відключеним звуком.

Після усунення аварійного сигналу або сигналу несправності система повинна автоматично вертатися в режим нормальної роботи.

7.4 АВРАЛЬНА СИГНАЛІЗАЦІЯ

7.4.1 Судна, на яких оголошення авралу голосом або іншим засобом не може бути чутно одночасно у всіх місцях, де можуть знаходитися люди, повинні обладнуватися електричною авральною сигналізацією, що забезпечує добру чутність сигналів у всіх цих місцях.

Крім вимог, викладених нижче, загальносуднова авральна сигналізація повинна відповідати вимогам **2.1.3** та **6.22.1** частини II «Рятувальні засоби» Правил щодо обладнання морських суден.

7.4.2 Звукові прилади повинні встановлюватися в таких місцях:

- .1** у машинних приміщеннях;
- .2** у громадських приміщеннях, якщо їх площа перевищує 150м²;
- .3** у коридорах житлових, службових і громадських приміщень;
- .4** на відкритих палубах пасажирських суден;
- .5** у виробничих приміщеннях.

7.4.3 Система авральної сигналізації повинна живитися від суднової мережі, а також від шин аварійного розподільного щита відповідно до вимог **9.3.1.3** і **19.1.2.1.4**.

Допускається живлення авральної сигналізації від суднової мережі і від окремої акумуляторної батареї за наявності пристроїв для автоматичного переключення кіл авральної сигналізації на акумуляторну батарею. У цьому разі не потрібне живлення від аварійного і аварійного перехідного джерел електричної енергії.

7.4.4 Система авральної сигналізації повинна забезпечуватися безперервним живленням незалежно від того, знаходиться батарея акумуляторів у положенні зарядки або розрядки.

7.4.5 В разі застосування окремої акумуляторної батареї для авральної сигналізації допускається живити від неї також інші пристрої внутрішнього зв'язку та сигналізації, якщо ємність батареї достатня для одночасного живлення всіх споживачів протягом не менше ніж 3 години, а також якщо ці пристрої виконані таким чином, що пошкодження одного кола не порушує роботи інших кіл, якщо для цих пристроїв не вимагається більше тривалий час живлення.

7.4.6 У колах живлення авральної сигналізації повинний передбачатися захист тільки від короткого замикання. Пристрої захисту повинні встановлюватися в обох проводах фідера живлення, а також у колах кожного звукового приладу.

Захист декількох звукових приладів одним загальним захисним пристроєм допускається, якщо в приміщеннях, де вони встановлені, забезпечена гарна чутність інших звукових приладів, що мають незалежний захист.

7.4.7 Звукові прилади авральної сигналізації повинні розташовуватися таким чином, щоб сигнал був чітко чутний при шумі в даному приміщенні.

Звукові прилади, встановлені в приміщеннях із великою інтенсивністю шумів, повинні забезпечуватися світловою сигналізацією.

Тональність приладів авральної сигналізації повинна відрізнятися від тональності приладів інших видів сигналізації. Звукові сигнали (за винятком дзвону) повинні мати частоту від 200 до 2500 Гц. Можуть бути передбачені засоби регулювання частоти звукових сигналів у зазначених межах.

7.4.8 Авральна сигналізація повинна приводитися в дію за допомогою двополюсного замкача.

Якщо авральний сигнал не чутний із рульової рубки або з поста, з якого він подається, після замкача повинна бути встановлена сигнальна лампа, що інформує про приведення в дію авральної сигналізації.

Замкачі повинні мати написи із зазначенням їх призначення.

7.4.9 У колах системи авральної сигналізації не повинні встановлюватися інші комутаційні пристрої, крім замкача, зазначеного в **7.4.8**.

У разі наявності на розподільному щиті системи авральної сигналізації вимикача живлення, повинне бути передбачене його блокування у ввімкненому положенні або інший спосіб захисту від доступу до нього сторонніх осіб.

Допускається використання проміжних контакторів, що включаються замкачем, але не більше одного контактора в кожному промені.

7.4.10 Звукові прилади, замкачі і розподільні пристрої системи авральної сигналізації повинні мати добре видимі відмітні позначення.

7.4.11 Система авральної сигналізації повинна складатися не менше ніж із двох променів, що включаються одним замкачем.

В обох полюсах кожного променя авральної сигналізації повинний бути передбачений захист від короткого замикання.

7.4.12 У приміщеннях з великою площею (машинних і котельних приміщеннях, цехах по обробці продуктів промислу і лову та інших спеціальних приміщеннях) повинні встановлюватися акустичні прилади від різних променів.

7.5 СИГНАЛІЗАЦІЯ ВИЯВЛЕННЯ ПОЖЕЖІ

7.5.1 Системи сигналізації виявлення пожежі, які встановлюються на судах, повинні бути схваленого Регістром типу і, крім вимог цього підрозділу, задовольняти вимогам **4.1.1** і **4.2.1** частини VI «Протипожежний захист», вимогам Міжнародного кодексу про системи протипожежної безпеки і Кодексу про аварійно-попереджувальну сигналізацію і індикатори (див. **1.2** частини VI «Протипожежний захист»).

7.5.2 Застосування оповісників системи сигналізації виявлення пожежі, які встановлені у приміщеннях, де може утворитися вибухонебезпечна пара, або знаходяться у струмені повітря, яке відсмоктується із цих приміщень, регламентується в **2.9**, **19.2** та **19.3**.

7.5.3 У стаціонарній системі сигналізації виявлення пожежі повинні бути передбачені не менше ніж два джерела електричної енергії, одне з яких повинне бути аварійним.

Потужність джерела електричної енергії повинна забезпечувати безперервну роботу системи із усіма автоматичними оповісниками, які спрацювали (див. також **7.5.11.4**).

Живлення повинне здійснюватися по окремих фідерах, які призначені тільки для цієї мети. Такі фідери повинні підводитися до автоматичного перемикача, розташованого поблизу станції системи

виявлення пожежі. Несправність такого перемикача або одного із джерел живлення не повинна приводити до порушення нормальної роботи стаціонарної системи сигналізації виявлення пожежі або втрати живлення від обох джерел.

Якщо в процесі автоматичного перемикання живлення спостерігається короточасне порушення нормальної роботи стаціонарної системи сигналізації виявлення пожежі, повинне бути передбачене аварійне перехідне джерело енергії, яке включається негайно при знеструмленні, ємністю достатньою для живлення згідно з **9.3.7.3** чи **19.1.2.7.3**, залежно від того, що застосовне.

Аварійне живлення стаціонарної системи сигналізації виявлення пожежі може здійснюватися від акумуляторної батареї або аварійного розподільного щита. Аварійне джерело повинно бути достатньої потужності для роботи системи сигналізації виявлення пожежі протягом часу, необхідного згідно з **9.3.1.5** або **19.1.2.1.5**, залежно від того, що застосовне, і по закінченні цього періоду потужності повинно бути достатньою для роботи всіх підключених світлових і звукових сигналів пожежної тривоги протягом принаймні 30 хвилин.

При живленні від аварійного розподільного щита фідер живлення повинний бути прокладений від цього щита безпосередньо до автоматичного перемикача. Якщо система одержує живлення від акумуляторних батарей, вони повинні бути розташовані на панелі керування системи виявлення пожежі, або поблизу неї, або в іншому місці, придатному для використання в аварійній ситуації.

Потужність зарядного пристрою для зарядки акумуляторної батареї системи виявлення пожежі має бути достатньою для живлення пожежної сигналізації в період зарядки із стану повністю розрядженої батареї.

На судах, де є пост керування вантажними операціями, на посту керування вантажними операціями повинна бути розташована додаткова панель сигналізації.

7.5.4 Система виявлення диму, яка працює на принципі добору проб повітря (див. **4.2.1.6** частини VI «Протипожежний захист»), повинна одержувати живлення разом із вентиляторами по окремих фідерах від основного джерела електричної енергії і від аварійного джерела або іншого, незалежного від основного джерела електричної енергії.

7.5.5 Панелі системи сигналізації виявлення пожежі (крім системи, зазначеної у 7.5.4).

7.5.5.1 Панель керування системи сигналізації виявлення пожежі повинна бути сконструйована таким чином, щоб:

1 забезпечувати контроль за джерелами живлення та електричними колами, необхідними для роботи системи, з метою виявлення утрати живлення та несправностей, включаючи:

одне пошкодження кола живлення;

одне коротке замикання провідника струму з металевим елементом системи;

одне коротке замикання двох провідників струму.

Стан несправності повинний призводити до світлового і звукового сигналів на панелі керування, ці сигнали повинні відрізнятися від сигналів про пожежу;

2 забезпечувати підтвердження вручну усіх сигналів тривоги і сигналів про несправності системи.

Звукові засоби сигналів тривоги можуть відключатися вручну.

Не дозволяється застосування засобів відключення місцевих звукових сигналів тривоги в каютах.

3 забезпечувати чітке розрізнення стану системи: нормальний, наявність сигналу про пожежу, підтверджений сигнал про пожежу, сигнал несправності в системі, вимкнений звуковий сигнал;

4 забезпечувати автоматичне повернення до нормального робочого стану після усунення стану тривоги або несправності.

7.5.5.2 Панель сигналізації системи сигналізації виявлення пожежі повинна бути сконструйована таким чином, щоб:

1 будь-який сигнал або пошкодження одного кола не впливало на нормальну роботу інших кіл;

2 сигнал виявлення ознак пожежі переважав над іншими сигналами, що надходять на панель, і дозволяв визначити розташування приміщення, з якого надійшов сигнал виявлення пожежі;

3 кола контактних оповісників сигналізації виявлення ознак пожежі працювали на розмикання.

Допускається застосування контактних оповісників, що працюють на замикання, якщо вони мають герметичні контакти, а коло їх безперервно контролюється для виявлення пошкодження;

4 була можливість контролю за її роботою.

7.5.6 Панель сигналізації системи сигналізації виявлення пожежі повинна надавати відомості, зазначені у табл. 7.5.6.

Світловий сигнал виявлення пожежі необхідно виконати таким чином, щоб він складався з двох показників (двох ламп або подвійної нитки розжарювання), або повинний бути передбачений спеціальний пристрій для контролю за справністю ламп сигналізації. Колір світлового сигналу повинний відповідати вимогам 4.6.5.

Світлові сигнали повинні бути роздільними для кожного роду інформації.

Таблиця 7.5.6

№ з/п	Сигналізація про режими роботи і несправності	Сигнал при застосуванні систем температурної сигналізації виявлення пожежі	Сигнал при застосуванні систем, у яких повітря поступає з приміщень, що захищаються, у приймальний пристрій сигналізації
1	Робота пристрою	Світловий	Світловий
2	Живлення від аварійного джерела	Світловий	Світловий
3	Ознаки пожежі і місцезнаходження приміщення або району, в якому виявлено ознаки пожежі	Звуковий Світловий	Звуковий Світловий
4	Відсутність тяги в камері виявлення	—	Звуковий Світловий
5	Відсутність тяги в трубопроводах	—	Світловий Звуковий *
6	Обрив у колах датчиків	Світловий Звуковий	—
7	Місцезнаходження пошкоджень кіл датчиків	Світловий	—
8	Відключений стан оповісного кола *	Світловий	—
9	Зникнення основного живлення	Світловий Звуковий	Світловий Звуковий
* Рекомендується			

Сигнали, що служать для визначення розташування приміщення або району, з якого надійшов імпульс, можуть бути спільними з сигналом виявлення ознак пожежі або пошкодження.

Візуальні сигнали повинні діяти з моменту одержання імпульсу до моменту усунення причини їх спрацьовування, причому сигнал, зазначений у п. 1 табл. 7.5.6, повинний діяти постійно незалежно від роду живлення.

7.5.7 Система сигналізації виявлення пожежі повинна відповідати наступним вимогам:

.1 спрацьовування будь-якого автоматичного чи ручного оповісника повинне викликати подачу візуального та звукового сигналів про пожежу на панелі керування і на панелях сигналізації.

Якщо протягом двох хвилин ці сигнали не будуть прийняті до уваги (підтверджені), то в усіх житлових приміщеннях екіпажу і службових приміщеннях, в постах керування, а також у машинних приміщеннях категорії А повинний автоматично подаватися звуковий сигнал тривоги.

Немає необхідності, щоб система подачі такого звукового сигналу тривоги була складовою частиною системи сигналізації виявлення пожежі;

.2 панель керування повинна розташовуватися на ходовому містку або в центральному посту керування із постійною вахтою, а також у посту керування вантажними операціями за наявності. Одна з панелей сигналізації повинна розташовуватися на ходовому містку, якщо панель керування станцією знаходиться у центральному пожежному посту;

.3 панелі сигналізації повинні, як мінімум вказувати промінь, у якому спрацював автоматичний чи ручний оповісник;

.4 на кожній панелі сигналізації або поблизу від неї повинна бути чітка інформація щодо приміщень, які вона обслуговує та розташування променів.

7.5.8 Системи сигналізації виявлення пожежі, які здатні дистанційно визначати розташування приміщення, із якого надійшов сигнал виявлення пожежі, повинні бути виконані так, щоб:

.1 петля не повинна проходити через приміщення більше ніж один раз для виключення її пошкодження при пожежі більше ніж у одній точці. При необхідності такого прокладання у приміщеннях із великою площею, частини петлі, які проходять через це приміщення двічі, повинні бути рознесені на можливо більшу відстань одна від одної;

.2 були передбачені засоби, які при будь-якому пошкодженні в петлі (наприклад, обрив, коротке замикання, заземлення) зберігали її працездатність. Це означає, що у випадку пошкодження у петлі, тільки частина петлі стає не працездатною по аналогії виходу із ладу не більше однієї секції у системі сигналізації виявлення пожежі без дистанційного визначення розміщення кожного оповісника (див. також **2.2.6.5** частини VI «Протипожежний захист»);

.3 повинна бути передбачена можливість швидкого відновлення працездатності системи у випадку виходу із ладу її електричних, електронних елементів, а також при спотворенні інформації;

.4 спрацьовування першого сигналу пожежної сигналізації не повинне перешкоджати спрацьовуванню будь-якого іншого оповісника і подачі наступних сигналів тривоги.

7.5.9 Оповісники системи сигналізації виявлення пожежі, що мають джерела іонізуючого випромінювання (радіоактивні ізотопи), повинні мати свідоцтво, що підтверджує їх радіаційну безпеку, видане компетентною організацією.

7.5.10 Оповісники повинні відповідати наступним вимогам:

.1 автоматичні оповісники повинні спрацьовувати від впливу тепла, диму або інших продуктів горіння, полум'я чи будь-якого іншого поєднання цих факторів.

Регістр може розглянути можливість застосування автоматичних оповісників, які спрацьовують від впливу інших факторів, що указують на виникнення пожежі, за умови, що вони є не менше чутливі, ніж зазначені вище оповісники.

Світлові оповісники повинні застосовуватися лише як доповнення до теплових чи димових оповісників;

.2 димові оповісники, які встановлюються згідно з **4.2.1.1** частини VI «Протипожежний захист», повинні спрацьовувати до того, як щільність диму досягне величини, за якої ослаблення світла перевищить 12,5% на 1м, але не раніше, ніж щільність диму досягне величини, за якої ослаблення світла перевищить 2% на 1м.

Димові оповісники, які встановлюються у машинних приміщеннях категорії А, повинні спрацьовувати, коли щільність диму досягне величини, за якої ослаблення світла досягне не більше 50% на 1м;

.3 теплові оповісники, які встановлюються у приміщеннях із нормальною температурою повітря, повинні спрацьовувати у інтервалі температур 54 – 78°C при підвищенні температури до цих меж із швидкістю менше 1°C за хвилину.

Регістр може розглянути можливість застосування теплових оповісників, які мають більшу швидкість підвищення температури, за умови, що вони є не менше чутливі, ніж зазначені вище оповісники;

.4 температура спрацювання теплових оповісників у сушильних та подібних їм приміщеннях, для яких зазвичай характерна висока температура повітря, може бути установлена на 130°C, а у саунах – до 140°C включно;

.5 теплові оповісники повинні надійно працювати при температурі принаймні на 5°C вищій температури настроювання чутливого елементу;

.6 у машинних приміщеннях категорії А можуть також застосовуватися оповісники, що виявляють вогнище пожежі за появою пульсації температури (теплоімпульсні).

Оповісники повинні бути налаштовані на частоту пульсації температури від 1,9 до 2,3Гц та вище і спрацьовувати при перевищенні амплітуди на $(2 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ незалежно від температури приміщення;

.7 усі автоматичні оповісники повинні бути такого типу, щоб вони могли випробовуватися на вірне спрацювання і повернення у режим нормальної роботи без заміни будь-яких елементів.

7.5.11 Промені оповісників та їх кабелі повинні відповідати наступним вимогам:

.1 автоматичні та ручні оповісники повинні бути згруповані у промені (секції);

.2 промінь автоматичних пожежних оповісників, що обслуговують пост керування, житлове чи службове приміщення, не повинний обслуговувати машинне приміщення категорії А і вантажні приміщення накатних суден (суден ро-ро).

Якщо система сигналізації виявлення пожежі дозволяє дистанційно визначати конкретне місце виникнення пожежі, петля, що охоплює промені автоматичних оповісників у житлових та службових приміщеннях і постах керування, не повинна обслуговувати машинне приміщення категорії А і вантажні приміщення накатних суден (суден ро-ро);

.3 не допускається обслуговування будь-яким променем більше однієї палуби у межах житлових та службових приміщень і постів керування, за виключенням променя, що обслуговує

вигородку трапа, якщо стаціонарна система сигналізації виявлення пожежі не включає до себе засоби дистанційного визначення конкретного місця виникнення пожежі, кожним окремим пожежним оповісником. Кількість відгороджених приміщень, що обслуговуються одним променем, не повинна перебільшувати 50.

Якщо система сигналізації виявлення пожежі дозволяє дистанційно визначати конкретне місце виникнення пожежі кожним окремим автоматичним оповісником, промені можуть обслуговувати декілька палуб і будь-яку кількість приміщень;

.4 кабелі променів, включаючи кабелі їх живлення, які складають частину системи, повинні бути прокладені у обхід камбузів, машинних приміщень категорії А і інших відгороджених приміщень із високою пожежною небезпекою, за винятком випадків, коли необхідно забезпечити виявлення пожежі або сигналізацію про пожежу у таких приміщеннях (див. **16.8.1.8**).

7.5.12 Система сигналізації виявлення пожежі для машинних приміщень категорії А з періодичним безвахтовим обслуговуванням повинна мати таку конструкцію, а автоматичні оповісники так розташовані, щоб можна було швидко виявити виникнення пожежі у будь-якій частині цих приміщень і при будь-яких нормальних режимах експлуатації механізмів і змінах у режимі вентиляції.

Системи, у яких використовуються лише теплові оповісники, не допускаються, за винятком приміщень, що мають обмежену висоту і у яких їх застосування особливо виправдане.

Система сигналізації виявлення пожежі повинна включати звукові та світлові аварійно-попереджувальні сигнали, які відрізняються від звукових та світлових сигналів будь-якої іншої системи, яка не включає до себе засоби дистанційного визначення конкретного місця виникнення пожежі, у достатній кількості місць, щоб вони були почуті та помічені на ходовому містку, а також відповідальним механіком.

При відсутності вахти на ходовому містку, звуковий сигнал повинний подаватися у місці несення постійної вахти.

7.5.13 Система сигналізації виявлення пожежі для машинних приміщень без постійної вахти, яка вимагається згідно **4.2.3** частини VI «Протипожежний захист», повинна відповідати наступним вимогам:

.1 панель сигналізації повинна розташовуватися на ходовому містку, в пожежному посту або іншому доступному місці, захищеному від пожежі у машинному приміщенні категорії А;

.2 світловий сигнал на панелі сигналізації повинний указувати місце (зону) виникнення пожежі;

.3 сигналізація повинна викликати подачу світлових та звукових сигналів тривоги, які відрізняються від звукових та світлових сигналів будь-якої іншої системи, яка не забезпечує визначення конкретного місця виникнення пожежі, у достатній кількості місць, щоб вони були почуті та помічені вахтовим на ходовому містку, а також відповідальним механіком;

.4 при зникненні живлення або пошкодженні системи, крім візуального, повинний подаватися звуковий сигнал;

.5 тип і розташування оповісників повинні забезпечувати швидке виявлення ознак пожежі та не допускати помилкових спрацювань у звичайних умовах роботи машинного приміщення.

Повинні бути передбачені оповісники не менше двох типів, які використовують різні принципи виявлення пожежі. У приміщеннях висотою менше 2,5 м за допускається застосування лише теплових оповісників;

.6 розташування променів оповісників повинне забезпечувати можливість виявлення місця виникнення пожежі. Рух повітря, що створюється механізмами, не повинний впливати на ефективність роботи системи;

.7 оповісники із регульованою чутливістю повинні мати пристосування для фіксації та показчик установленої чутливості;

.8 якщо передбачається тимчасове вимкнення окремого оповісника або променя, цей стан повинний бути чітко позначений. По закінченні установленого терміну повинне відбутися автоматичне включення вимкненого окремого оповісника або променя;

.9 повинна бути передбачена можливість увімкнення сигналізації оповіщення про пожежу із наступних приміщень:

.9.1 коридорів, що мають входи у машинні приміщення категорії А;

.9.2 рульової рубки;

.9.3 поста керування машинного приміщення.

7.6 СИГНАЛІЗАЦІЯ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ПРО ПУСК СИСТЕМИ ОБ'ЄМНОГО ПОЖЕЖОГАСІННЯ

7.6.1 Сигналізація повинна задовольняти вимогам **3.8.3.9** та **4.3** частини VI «Протипожежний захист».

7.6.2 Живлення сигналізації повинне здійснюватися від суднової мережі та акумуляторної батареї ємністю, достатньою для її живлення протягом 30 хвилин.

При цьому повинний бути передбачений пристрій для автоматичного переключення кіл живлення сигналізації на акумуляторну батарею у разі зникнення напруги в судновій мережі.

7.7 СИГНАЛІЗАЦІЯ ЗАЧИНЕННЯ ВОДОНЕПРОНИКНИХ ТА ПРОТИПОЖЕЖНИХ ДВЕРЕЙ

7.7.1 Сигналізація зачинення водонепроникних дверей згідно з **7.1.9, 7.1.11, 7.1.13, 7.4.1.7, 7.12.4, 7.12.5, 7.12.6** та **7.15** частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення», повинна задовольняти наступним вимогам

1. На ходовому містку і в постах керування закриванням/відкриванням водонепроникних дверей, а також в безпосередній близькості від них, повинні бути передбачені засоби візуальної індикації про закритий і відкритий стан кожних дверей.

2. Повинна бути передбачена світлова і звукова сигналізація, що забезпечує контроль за зачиненням дверей.

3. Живлення засобів індикації про стан дверей і аварійно-попереджувальної сигналізації про зачинення дверей повинне бути незалежним від живлення приводів зачинення дверей і повинне мати резервне живлення від аварійного джерела (наприклад, від джерела безперебійного живлення).

7.7.2 Сигналізація про положення протипожежних дверей згідно з **2.2.3.3, 2.2.4** і **3.1.2.3** частини VI «Протипожежний захист» повинна відповідати наступним вимогам:

1. На ходовому містку повинні бути передбачені засоби візуальної індикації про закритий стан кожних дверей.

2. Клінкетні двері, які звільнюються дистанційно, або двері з приводом від джерела енергії повинні бути обладнані аварійно-попереджувальною сигналізацією, що подає звуковий сигнал протягом $5 \div 10$ с від початку руху дверей і до повного їхнього зачинення.

3. Живлення засобів індикації про стан дверей і аварійно-попереджувальної сигналізації про звільнення дверей повинне бути незалежним від живлення звільнення дверей і мати резервне живлення від аварійного джерела (наприклад, від джерела безперебійного живлення).

7.8 СИГНАЛІЗАЦІЯ У ПРИМІЩЕННЯХ МЕХАНІКІВ

7.8.1 У житлових приміщеннях механіків повинна бути передбачена звукова сигналізація аварійного виклику механіка, що приводиться в дію вручну з поста керування головними двигунами з машинного відділення або з центрального поста керування (за його наявності).

7.9 СИГНАЛІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ДІЄЗДАТНОСТІ МАШИННОГО ПЕРСОНАЛУ

7.9.1 На суднах, де вахта в машинному відділенні несеється однією особою, або на суднах з безвахтовим обслуговуванням машинного відділення повинна бути передбачена сигналізація контролю дієздатності машинного персоналу, при цьому:

1 система повинна контролювати дієздатність персоналу машинного відділення з періодичністю не більше 30 хвилин.

2 сигнал контролю повинний подаватися у машинні приміщення.

Якщо протягом трьох хвилин сигнал контролю не буде квітируваний, то відповідний сигнал повинний подаватися на ходовий місток і в житлові, службові та громадські приміщення, де може знаходитися обслуговуючий механічну установку персонал;

3 сигналізація включається персоналом, що обслуговує механічну установку, при перебуванні в машинному приміщенні однієї особи і виключається при її виході.

4 система також повинна відповідати вимогам **2.4.1.14** частини XV «Автоматизація».

7.10 СИГНАЛІЗАЦІЯ НАДХОДЖЕННЯ ВОДИ У ВАНТАЖНІ ТРЮМИ НАВАЛЮВАЛЬНИХ СУДЕН, ПАСАЖИРСЬКИХ СУДЕН, ЯКІ МАЮТЬ НА БОРТУ 36 ОСІБ ТА БІЛЬШЕ, А ТАКОЖ ВАНТАЖНИХ СУДЕН ІЗ ОДНИМ ТРЮОМ, ЯКІ НЕ Є НАВАЛЮВАЛЬНИМИ СУДНАМИ

7.10.1 Якщо в цьому підрозділі не зазначене інше, система сигналізації надходження води у вантажні трюми навалювальних суден повинна відповідати вимогам **7.3** цього розділу, а також **3.4.11** частини V «Поділ на відсіки» і **7.9.9** і **7.6.15** (що застосовне) частини VIII «Системи і трубопроводи».

7.10.2 Система сигналізації повинна забезпечувати попередню і аварійну світлову і звукову сигналізацію надходження води у вантажні трюми, а для баластних танків і сухих відсіків до носу від таранної перегородки – тільки аварійну світлову і звукову сигналізацію.

Попередня сигналізація повинна спрацьовувати при досягненні водою нижнього, а аварійна – верхнього рівнів, зазначених в **7.9.9** і **7.6.15** (що застосовне) частини VIII «Системи і трубопроводи». Допускається використання одного датчика для подачі попередньої і аварійної сигналізації.

Похибка визначення рівня води датчиками системи не повинна перевищувати 100мм.

Звукові сигнали попередньої і аварійної сигналізації повинні бути різні.

Система повинна забезпечувати чітку ідентифікацію приміщень, із яких надійшов сигнал.

Відключення звукового сигналу повинне бути передбачене із панелі сигналізації, яка установлена на ходовому містку.

7.10.3 Система сигналізації повинна одержувати живлення від основного і аварійного джерел електричної енергії. Замість аварійного джерела, для живлення системи, може використовуватися окрема, яка постійно заряджується від суднового зарядного пристрою, акумуляторна батарея, що відповідає вимогам до аварійного джерела і забезпечує живлення системи протягом не менше 18 годин.

При зникненні основного чи аварійного живлення, а також автоматичному переході на аварійне живлення повинний бути передбачений аварійно-попереджувальний сигнал.

7.10.4 Повинний бути передбачений самоконтроль системи. Сигнал АПС повинний подаватися, по крайній мірі, при наступних несправностях: коротке замикання, обрив кола, замикання на корпус. Для комп'ютерних систем додатково повинна бути забезпечена сигналізація про перевищення часу виконання програми, несправності центрального процесора, а також блоку введення - виводу.

Система повинна допускати можливість перевірки звукової і світлової сигналізації.

7.10.5 У системі повинне бути передбачене блокування сигналізації у випадку використання вантажних трюмів і форпіка як баластних танків. При цьому у випадку осушення таких баластних танків блокування повинне автоматично зніматися при зниженні рівня води нижче рівня самого нижнього датчика у цьому трюмі.

7.10.6 Елементи системи сигналізації, установлені у вантажних трюмах, баластних танках і сухих відсіках, повинні бути стійкі до корозії і повинні мати ступінь захисту не нижче IP68, а установлені на відкритій частині верхньої палуби – не нижче IP56.

7.10.7 При установленні елементів системи у трюмах, призначених для перевезення небезпечних вантажів, а також інших вантажів, які викликають утворення у трюмах вибухонебезпечних сумішей, ці елементи, а також їх кола, повинні бути іскробезпечного виконання і мати ступінь вибухозахисту не нижче (Exi).

7.11 СИГНАЛІЗАЦІЯ ГРАНИЧНОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ І ОТРУТНИХ ГАЗІВ

7.11.1 Система сигналізації граничної концентрації вибухонебезпечних і отрутних газів повинна відповідати вимогам **9.14.3**, **9.14.4**, **9.14.5** та **9.14.6** (що застосовне) частини VIII «Системи і трубопроводи», **7.2.7** частини XII «Холодильні установки».

7.11.2 Система сигналізації граничної концентрації вибухонебезпечних газів повинна забезпечувати подачу звукової і світлової сигналізації в посту керування вантажними операціями, на ходовому містку і біля блоку аналізу, якщо концентрація пари вуглеводню досягає установленного значення, яке не повинне перевищувати 30% від нижньої межі займистості.

7.11.3 Система сигналізації повинна отримувати живлення від двох джерел електричної енергії, одне з яких повинне бути аварійним.

Як аварійне джерело може використовуватися окрема, яка постійно заряджується від суднового зарядного пристрою, акумуляторна батарея, що відповідає вимогам до аварійного джерела.

7.11.4 Панель керування сигналізацією повинна бути розташована в посту керування вантажними операціями, на ходовому містку або в газобезпечному центральному посту керування з постійною вахтою.

На панелі або поблизу неї повинна бути ясна інформація про причину аварійного сигналу або несправності в системі.

7.11.5 На ходовому містку повинна бути передбачена панель індикації, якщо панель керування установлена в інших постах.

7.11.6 На панелі керування повинний бути передбачений ручний пристрій що повертає систему керування сигналізацією в режим нормальної роботи після усунення аварійного сигналу або сигналу несправності.

7.11.7 Аварійні сигнали на панелях керування та індикації повинні відрізнятися від сигналів несправності.

7.11.8 Панелі індикації можуть мати спільний аварійний сигнал від багаторазових точок добору проб за умови, що всі точки добору проб знаходяться в одному і тому ж приміщенні

7.11.9 Панелі керування повинні мати можливість ручного контролю справності світлових і звукових сигналів.

7.11.10 На ходовому містку, на панелі керування і на всіх панелях індикації повинний бути передбачений звуковий і світловий сигнал:

.1 про перевищення концентрації газу вище встановленого значення в кожному контрольованому просторі;

.2 при зникненні живлення або замиканні електричних кіл на корпус;

.3 про слабкім або відсутньому потоці повітря в кожному трубопроводі добору проб;

.4 про несанкціоновану зміну встановленого значення аварійного сигналу про перевищення концентрації газу; або

.5 про несправності функції самоконтролю в комп'ютерних системах сигналізації.

7.11.11 В комп'ютерних системах сигналізації функція самоконтролю повинна контролювати наявність живлення і енергозалежної пам'яті кожний раз при вмиканні пристрою в роботу і, принаймні, кожні 24 години роботи.

7.11.12 Звукові сигнали повинні подаватися до тих пір, поки не надійде підтвердження про їхнє прийняття (квітування), а візуальна індикація кожного сигналу - до усунення несправності.

7.11.13 Електричні компоненти системи виявлення граничної концентрації вибухонебезпечних газів, які при нормальній роботі можуть входити в контакт з пробами газу, повинні бути вибухозахищеного виконання.

7.11.14 Повинна бути передбачена можливість перевірки і калібрування обладнання виявлення вибухонебезпечного газу.

7.12 СИГНАЛІЗАЦІЯ ПОЛОЖЕННЯ ДВЕРЕЙ ПАСАЖИРСЬКИХ ТА ВАНТАЖНИХ НАКАТНИХ СУДЕН (РО – РО)

7.12.1 На ходовому містку і у постах керування закриттям/відкриттям дверей, зазначених у **7.4** та **7.15** частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення» (зовнішні носові двері типу «Візор», стулкові двері, внутрішні носові двері, бортові та кормові двері ²), повинна бути передбачена світлова і звукова сигналізація про закритий і, окремо, про повністю задрасений їх стан.

Панель індикації повинна забезпечувати контроль справності світлових індикаторів, а також виключати можливість їх випадкового або не санкціонованого відключення.

7.12.2 Сигналізація повинна бути виконана за безвідмовним принципом і при цьому забезпечувати наступне:

.1 на панелях індикації, які встановлюються на ходовому містку та у постах керування закриттям/відкриттям дверей, повинна бути передбачена:

сигналізація про зникнення живлення системи;

сигналізація про замикання на корпус або обрив;

контроль справності світлових індикаторів;

² Стосовно цього підрозділу, далі – двері.

роздільна індикація про: закритий, не закритий, задрасний та не задрасний стан дверей;

.2 кола кінцевих вимикачів (датчиків) положення дверей повинні бути замкнуті, коли двері перебувають у закритому стані (при встановленні на одних дверях декількох датчиків допускається їх послідовне з'єднання);

.3 кола кінцевих вимикачів (датчиків) положення задраювачів (пристроїв закриття) дверей повинні бути замкнені, коли двері знаходяться у задрасному стані (при встановленні на одних дверях декількох датчиків допускається їх послідовне з'єднання);

.4 кола індикації «двері закриті/ не закриті» та «двері задрасні/не задрасні» повинні бути незалежними, але можуть бути виконані у одному багатожильному кабелі;

.5 у випадку зміни положення будь-якого із кінцевих вимикачів (датчиків положення дверей) повинна спрацьовувати сигналізація «двері не закриті/не задрасні», «замикаючий пристрій не зафіксований».

7.12.3 Система повинна подавати світлову і звукову сигналізацію у наступних випадках:

.1 якщо двері не повністю закриті, або якщо двері не повністю задрасні, або

.2 хоча б один пристрій задраювання чи замикання розімкнутий.

7.12.4 Панель індикації, яка встановлена на ходовому містку, повинна бути обладнана перемикачем режимів роботи «порт/море» і повинна подавати у місці установлення звуковий сигнал, якщо при виході судна із порту двері будуть не закриті або не задрасні.

7.12.5 Живлення сигналізації повинне бути незалежним від живлення приводів закриття та задраювання дверей і повинне мати резервне живлення від аварійного джерела, або від іншого надійного джерела (наприклад, від джерела безперебійного живлення).

Датчики системи сигналізації повинні бути надійно захищені від впливу води, утворення криги і механічних пошкоджень, або повинні мати відповідне виконання, яке допускає вплив цих факторів.

7.12.6 На пасажирських накатних суднах крім сигналізації про стан дверей повинне бути передбачене встановлення засобів телевізійного спостереження і контролю за протіканнями води із звуковою сигналізацією, яка виконана таким чином, щоб на ходовому містку і у ЦПК забезпечувався телевізійний контроль за будь-яким протіканням через внутрішні, бортові і кормові двері.

Для вантажних накатних суден телевізійний контроль за протіканням води через бортові та кормові двері допускається здійснювати лише із ходового містка.

7.12.7 Для контролю за станом носових і внутрішніх носових дверей та їх замикаючих пристроїв повинне бути передбачене встановлення телевізійних засобів спостереження із виведенням відеосигналу на монітори, встановлені на ходовому містку і у ЦПК/ЦППК. При цьому об'єкти спостереження повинні бути добре освітлені та пофарбовані у контрастні кольори.

7.12.8 Повинна бути передбачена система збирання протікань забортної води (стічні колодязі) між носовими дверима та апареллю, а при її відсутності – між носовими і внутрішніми дверима. При цьому на ходовому містку повинна спрацьовувати світлова і звукова сигналізація при аварійному високому рівні води у колодязі системи збирання протікань, або досягнення рівня води 0,5м у цьому просторі, у залежності від типу конструкції.

7.12.9 На пасажирських накатних суднах, які здійснюють міжнародні рейси, приміщення спеціальної категорії і вантажні приміщення, відповідно до **1.5.4.3** та **1.5.9** частини VI «Протипожежний захист» (при відсутності постійного чергування або інших ефективних засобів контролю), повинні контролюватися телевізійними засобами спостереження, так, щоб переміщення колісної техніки у морі за несприятливих погодних умов або несанкціонований доступ пасажирів у ці приміщення могли бути виявлені під час ходу судна.

7.13 СИГНАЛІЗАЦІЯ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ПРО ПУСК СТАЦІОНАРНОЇ СИСТЕМИ ПОЖЕЖОГАСІННЯ МІСЦЕВОГО ЗАСТОСУВАННЯ

7.13.1 Система сигналізації попередження про пуск стаціонарної системи пожежогасіння місцевого застосування повинна відповідати вимогам **3.12** частини VI «Протипожежний захист».

7.13.2 Система повинна забезпечувати подачу світлової і звукової сигналізації про пуск системи як у захищеному приміщенні, так і на постах із постійною вахтою. При наявності декількох систем сигналізація повинна чітко указувати на конкретну систему, що приведена у дію.

7.14 СИСТЕМИ ТЕЛЕВІЗІЙНОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ ТА СИГНАЛІЗАЦІЇ

7.14.1 Система телевізійного спостереження і сигналізації (СТС) повинна відповідати вимогам **7.12.6, 7.12.7, 7.12.9** цієї частини та **7.15.5** частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення».

7.14.2 Як правило, системи телевізійного спостереження і сигналізації повинні включати до себе:

- .1** телевізійні камери (ТК);
- .2** відеомонітори (ВМ);
- .3** пристрої керування і комутації відеосигналів;
- .4** пристрій виявлення руху;
- .5** пристрій запису відеоінформації.

7.14.3 Система СТС повинна забезпечувати передачу візуальної інформації про стан контрольованих зон і приміщень у пости із постійною вахтою. Система СТС повинна також подавати світлову та звукову сигналізацію щодо зміни стану контрольованого об'єкту/приміщення.

7.14.4 У системі СТС повинні бути передбачені наступні аварійно-попереджувальні сигнали:

- .1** зникнення основного живлення;
- .2** несправність СТС;
- .3** несправність (коротке замикання, обрив кола) каналу «телекамера-монітор»;
- .4** несправність телекамер(и);
- .5** несправність пристрою виявлення руху;
- .6** несправність пристрою запису відеоінформації.

7.14.5 Системи СТС можуть бути як чорно-білого так і кольорового зображення. Встановлення тієї чи іншої системи залежить від необхідної інформативності системи СТС, характеристик контрольованого об'єкту (розташування, освітленість та інші ознаки) і можливих цілей (людина, вантаж, вода та інші цілі).

7.14.6 У системах СТС для мінімізації перешкод на екрані монітора необхідно використовувати телевізійні камери, які мають параметри сигналу, який передається, у співвідношенні «сигнал/шум» (S/N) не менше 50дБ.

7.14.7 Роздільна здатність об'єктива камери повинна бути не менше 480твл (для кольорового зображення) або не менше 570твл (для чорно-білого зображення).

7.14.8 Ступінь захисту ТК, які використовуються у системах СТС, у залежності від місця розташування, повинна бути не менше:

- .1** IP22 - у внутрішніх службових приміщеннях;
- .2** IP44 - у машинних приміщеннях;
- .3** IP56 - на накатних палубах і відкритих ділянках верхньої палуби.

7.14.9 ТК необхідно установлювати із перекриттям «мертвих зон».

7.14.10 Місця встановлення ТК у внутрішніх приміщеннях необхідно вибирати із мінімальним перепадом температур для зменшення утворення конденсату на лінзах об'єктивів камер.

7.14.11 ТК, які встановлюються на відкритих ділянках верхньої палуби, повинні розміщуватися у термокожухах, які мають сонцезахисний піддашок.

7.14.12 У темний час доби, якщо освітленість контрольованої зони нижче чутливості ТК, об'єкт (зона об'єкту), повинний бути обладнаний додатковим освітленням видимого або інфрачервоного діапазону. При цьому об'єктиви камер не повинні засвітлюватися світильниками освітлення, або повинні використовуватися ТК із функцією компенсації заднього світла (BLC). При використанні СТС кольорового зображення застосування інфрачервоного освітлення не допускається.

7.14.13 Для відображення інформації, яка надходить від ТК, повинні застосовуватися спеціальні монітори, здатні працювати цілодобово протягом тривалого часу із нерухомим зображенням. Розмір діагоналі монітору для поліекранного зображення повинний бути у межах 15" - 21" при роздільній здатності не менше 800твл для чорно-білого зображення (400твл для кольорового зображення) або 10" - 14" для монітору повноекранного зображення при роздільній здатності не менше 600твл для чорно-білого зображення (300твл для кольорового зображення).

7.14.14 Для запису телевізійних зображень повинні застосовуватися спеціальні відеомагнітофони (СВМ) із тривалим часом запису або цифрові відеонакопичувачі інформації.

7.14.15 Час запису СВМ повинний бути не більше 24 годин на тригодинну відеокасету. Використання СВМ із більшим часом запису допускається тільки при забезпеченні

автоматичного переведення його, у випадку спрацювання сигналізації від датчика, що реагує на рух, у режим запису в реальному часі.

7.14.16 Пристрої керування та комутації повинні забезпечувати пріоритетне автоматичне відображення на екрані моніторів зон, із яких надійшла сигналізація.

7.15 СИГНАЛІЗАЦІЯ РІВНЯ У ЗБІРНИХ ЦИСТЕРНАХ СТИЧНИХ ВОД

7.15.1 Система сигналізації рівня у збірних цистернах стічних вод повинна відповідати вимогам частини III «Вимоги до обладнання і пристроїв суден по запобіганню забрудненню стічними водами» Правил по запобіганню забрудненню з суден.

7.15.2 Система сигналізації повинна отримувати живлення від основного джерела електричної енергії.

7.15.3 Система сигналізації повинна забезпечувати подачу звукової і світлової сигналізації на постах з постійною вахтою при заповненні цистерни на 80%.

7.16 СИГНАЛІЗАЦІЯ ПРО ПЕРЕВИЩЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ САЛЬНИКІВ ВАЛІВ, ПІДШИПНИКІВ І КОРПУСІВ НАСОСІВ

7.16.1 Сигналізація про перевищення температури сальників валів, підшипників і корпусів насосів повинна відповідати вимогам **4.2.5** частини VII «Механічні установки».

7.16.2 Система сигналізації повинна одержувати живлення від основного джерела електричної енергії.

7.16.3 Сигнали аварійно-попереджувальної сигналізації повинні виводитися на пост керування вантажними операціями або пост керування насосами.

7.17 СИГНАЛІЗАЦІЯ ПРО ПЕРЕВИЩЕННЯ МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМОЇ ТЕМПЕРАТУРИ ВАНТАЖУ

7.17.1 Сигналізація про перевищення максимально допустимої температури вантажу повинна відповідати вимогам **9.6.6** частини VIII «Системи і трубопроводи».

7.17.2 Система сигналізації повинна одержувати живлення від основного джерела електричної енергії.

7.17.3 Система сигналізації повинна забезпечувати подачу звукової і світлової сигналізації на постах з постійною вахтою.

7.18 СИГНАЛІЗАЦІЯ ПО НАДЛИШКОВОМУ ТИСКУ АБО ВАКУУМУ У ВАНТАЖНИХ ТАНКАХ

7.18.1 Сигналізація по надлишкового тиску або вакууму у вантажних танках повинна відповідати вимогам **9.7.12** частини VIII «Системи і трубопроводи».

7.18.2 Система сигналізації повинна одержувати живлення від основного джерела електричної енергії.

7.18.3 Система сигналізації повинна забезпечувати подачу звукової і світлової сигналізації на постах з постійною вахтою.

7.19 СИГНАЛІЗАЦІЯ ПРО ДОСЯГНЕННЯ ВЕРХНЬОГО І ГРАНИЧНОГО РІВНЯ У ВАНТАЖНИХ ТАНКАХ

7.19.1 Сигналізація про досягнення верхнього і граничного рівня у вантажних танках повинна відповідати вимогам **9.11.5** частини VIII «Системи і трубопроводи».

7.19.2 Система сигналізації повинна одержувати живлення від основного джерела електричної енергії.

7.19.3 Система сигналізації повинна забезпечувати подачу звукової і світлової сигналізації на постах з постійною вахтою при заповненні танків на 95% і 98% відповідно.

7.20 СИГНАЛІЗАЦІЯ ПРО ДОСЯГНЕННЯ ВЕРХНЬОГО РІВНЯ В ПЕРЕЛИВНІЙ ЦИСТЕРНІ СИСТЕМИ ПРИЙМАННЯ ТА ПЕРЕКАЧУВАННЯ ПАЛИВА

7.20.1 Сигналізація про досягнення верхнього рівня в переливній цистерні системи приймання та перекачування палива повинна відповідати вимогам **10.3.2** частини VIII «Системи і трубопроводи».

7.20.2 Система сигналізації повинна одержувати живлення від основного джерела електричної енергії.

7.20.3 Система сигналізації повинна забезпечувати подачу звукової і світлової сигналізації на постах з постійною вахтою при заповненні цистерни на 75%.

7.21 СИГНАЛІЗАЦІЯ ПРО ДОСЯГНЕННЯ ВЕРХНЬОГО РІВНЯ В СТІЧНІЙ ЦИСТЕРНІ СИСТЕМИ СУДНОВОГО ПАЛИВА ТА/АБО ЦИСТЕРНІ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ВИТОКІВ МАСТИЛА

7.21.1 Сигналізація про досягнення верхнього рівня в стічній цистерні паливної системи та цистерні збирання витоків мастила повинна відповідати вимогам **13.5.4** та **14.6** відповідно частини VIII «Системи і трубопроводи».

7.21.2 Система сигналізації повинна одержувати живлення від основного джерела електричної енергії.

7.21.3 Система сигналізації повинна забезпечувати подачу звукової і світлової сигналізації на постах з постійною вахтою при заповненні цистерни на 85%.

7.22 СИГНАЛІЗАЦІЯ ПРО НАЯВНІСТЬ ЛЮДЕЙ У СЕРЕДИНІ ОХОЛОДЖУВАНИХ ПРИМІЩЕНЬ, КОМОР, ТРЮМІВ

7.22.1 Сигналізація про наявність людей усередині охолоджуваних приміщень, комор, трюмі: «Людина у приміщенні/трюмі» повинна відповідати вимогам **19.10.7** цієї частини та **3.3.12** частини XII «Холодильні установки».

7.22.2 Система сигналізації повинна одержувати живлення від основного джерела електричної енергії.

7.22.3 Система сигналізації повинна забезпечувати подачу звукової і світлової сигналізації на постах з постійною вахтою.

7.23 СИСТЕМА СИГНАЛІЗАЦІЇ І КОНТРОЛЬ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ПРИРОДНОГО ГАЗУ, ЯК ПАЛИВА

7.23.1 Загальні положення.

7.23.1.1 Системи контролю, управління і автоматики повинні відповідати вимогам частини XV «Автоматизація».

7.23.2 Контроль тиску, рівня і температури.

7.23.2.1 Кожна ємкість для газового палива повинна бути обладнана приладами для дистанційного з містка і місцевого контролю тиску і температури палива.

На приладах повинна бути чітка індикація меж діапазону допустимого робочого тиску.

Повинна бути передбачена аварійна сигналізація по верхньому і нижньому (якщо конструкція ємкості вимагає захисту від вакууму) рівню тиску в паливній ємкості, яка повинна спрацьовувати до спрацьовування запобіжних клапанів.

7.23.2.2 Трубопровід для приймання газового палива повинний бути обладнаний приладом для контролю тиску між приймальним клапаном і береговим з'єднанням.

7.23.2.3 На трубопроводі видачі газового палива після насоса і на трубопроводі приймання газового палива після приймального клапана повинний бути передбачений прилад для контролю тиску.

7.23.2.4 В приміщенні для зберігання ємкостей ЗПГ повинні бути передбачені датчики рівня і температури, установлені в осушувальному колодязі. В результаті спрацювання датчика температури повинний автоматично закриватися головний газовий клапан ємкості.

По датчику верхнього рівня повинна спрацювати сигналізація.

7.23.2.5 Паливні ємкості для зрідженого газового палива повинні бути обладнані пристроями для заміру рідини, а також пристроями, що подають світловий і звуковий сигнали по нижньому граничному рівню рідини і забезпечують при цьому автоматичне відключення приводів стаціонарних і поглиблених насосів подачі палива з одночасною світловою і звуковою сигналізацією. Автоматичне відключення може здійснюватися за допомогою реєстрування датчиками низького тиску насоса на напірній ділянці, низького струму приводу або нижньої границі рівня рідини. Ці сигнали повинні подаватися на ходовий місток, в ЦПУ з постійною вахтою або в судновий центр безпеки.

Пристрій виміру рівня рідини повинний бути таким щоб було можливим в будь-який час отримати показання про рівень, коли цистерна для палива у вигляді зрідженого газу знаходиться в робочому стані. Пристрій(ої) має(ють) бути придатними для роботи у всьому діапазоні розрахункових значень тиску цистерни для палива у вигляді зрідженого газу і в діапазоні робочих температур палива.

Якщо передбачено тільки один пристрій виміру рівня, то повинна забезпечуватися його підтримка в робочому стані без необхідності випорожнювати цистерну або здійснювати її дегазацію.

Пристрої виміру рівня рідини в цистерні для палива у вигляді зрідженого газу можуть належати до наступних типів:

- пристрої непрямої дії, що визначають кількість палива такими методами, як зважування або вимірювання витрат в потоці; або
- пристрої закритого типу, які не проникають через стінки цистерни для палива у вигляді зрідженого газу, а саме пристрої з використанням радіоізотопів або ультразвукові.

7.23.3 Запобігання переповнення ємкостей газового палива.

7.23.3.1 Кожна ємкість ЗПГ повинна бути обладнана пристроєм аварійно-попереджувальної сигналізації верхнього рівня, який працює незалежно від інших пристроїв для виміру та індикації рівня рідини і подає при спрацюванні звуковий і світловий попереджувальні сигнали.

Засоби для запобігання переливання повинні бути незалежні від засобів контролю рівня, зазначених в **7.23.2.4**.

7.23.3.2 Кожна ємкість для компримованого газового палива повинна бути обладнана засобами для запобігання перевищення розрахункового тиску при прийманні палива і сигналізувати про досягнення 95% від розрахункового тиску.

7.23.3.3 Крім датчиків, зазначених в **7.23.2** та **7.23.3** повинен бути передбачений додатковий датчик, що працює незалежно від пристрою аварійно-попереджувальної сигналізації верхнього рівня, який повинен автоматично приводити в дію запобіжний клапан на лінії для бункеровки паливом таким чином, щоб запобігти як надлишковому тиску рідини в трубопроводі бункеровки так і переповнення ємкості ЗПГ.

7.23.3.4 Якщо передбачені засоби відключення системи контролю пререповнення, то повинна бути виключена можливість їх ненавмисному використанню. При використанні таких засобів на ходовому містку, в ЦПУ з постійною вахтою або в судовому центрі безпеки повинна бути передбачена безперервна візуальна індикація.

7.23.4 Контроль загазованості в приміщеннях.

7.23.4.1 Всі закриті газонебезпечні приміщення повинні обладнуватися ефективною системою виявлення газу в місцях його можливого скупчення і витоків.

Кількість датчиків в кожному приміщенні повинна спеціально розглядатися в кожному випадку походячи із розмірів і конфігурації приміщення.

Повинно бути передбачення виконання вимог **12.14.3**, **12.14.10**, **12.14.13** та **13.12.13** частини VIII «Системи і трубопроводи» (що застосовно).

При досягненні в контрольованому приміщенні концентрації газу 20% нижньої границі займистості повинна спрацювати світлова і звукова сигналізація на містку, в вентиляційних каналах з трубами газового палива сигналізація повинна спрацювати при досягненні концентрації 30% нижньої границі займистості. При досягненні концентрації 40% нижньої границі займистості повинні автоматично виконуватися дії, що припиняють подачу газового палива в приміщення, як мінімум зазначені в табл. 7.23.4.4.

7.23.4.2 В газонебезпечних машинних приміщеннях потрібні дві незалежні системи контролю надходження газу в машинне приміщення.

7.23.4.3 В газобезпечних машинних приміщеннях повинні бути установлені датчики (не менше двох) системи контролю надходження газу, що подають сигнал тривоги при досягненні 30% нижньої границі займистості.

7.23.4.4 Система забезпечення безпеки при виявленні витоків газового палива і виникненні відмов систем повинна автоматично виконувати керуючі дії, наведені в табл. 7.23.4.4.

Таблиця 7.23.4.4

Контрольований параметр	АПС	Автоматичне закривання клапана цистерни ⁶	Автоматичне припинення подавання газу до споживачів	Примітки
1	2	3	4	5
Виявлення газу в приміщенні обв'язки трубопроводів цистерни при 20% НМВ ⁷	X			
Виявлення газу двома датчиками ¹ в приміщенні обв'язки трубопроводів цистерни при 40% НМВ	X	X		
Виявлення пожежі в трюмному приміщенні для розміщення палива	X			
Виявлення пожежі в вентиляційній шахті системи збереження палива розміщеної під палубою	X			
Високий рівень в льяльному стічному колодязі в приміщенні обв'язки трубопроводів цистерни	X			
Низька температура в льяльному стічному колодязі в приміщенні обв'язки трубопроводів цистерни	X	X		
Виявлення газу в каналі вентиляції між цистерною і машинним приміщенням, де знаходяться двигуни, які споживають газ при 20% НМВ	X			
Виявлення газу двома датчиками ¹ в каналі вентиляції між цистерною і машинним приміщенням, де знаходяться двигуни, які споживають газ при 40% НМВ	X	X ²		
Виявлення газу в приміщенні для підготовки палива при 20% НМВ	X			
Виявлення газу двома датчиками ¹ в приміщенні для підготовки палива при 40% НМВ	X	X ²		
Виявлення газу в каналі вентиляції в машинному приміщенні, в якому знаходяться двигуни, які споживають газ при 30% НМВ	X			Якщо в приміщенні, в якому знаходяться двигуни, які споживають газ, встановлені труби з подвійними стінками
Виявлення газу двома датчиками ¹ в каналі вентиляції в машинному приміщенні, в якому знаходяться двигуни, які споживають газ при 60% НМВ	X		X ³	Якщо в приміщенні, в якому знаходяться двигуни, які споживають газ, встановлені труби з подвійними стінками

Продовження табл. 7.23.4.4

1	2	3	4	5
Виявлення газу в машинному приміщенні, захищеному ESD ¹⁰ , в якому знаходяться двигуни, які споживають газ при 20% НМВ	X			
Виявлення газу двома датчиками ¹ в машинному приміщенні, захищеному ESD, в якому знаходяться двигуни, які споживають газ при 40% НМВ	X		X	Також повинно бути знеструмлене несертифіковане безпечне електрообладнання в машинному приміщенні, в якому знаходяться двигуни, які споживають газ
Припинення вентиляції в каналі між цистерною і машинним приміщенням, де знаходяться двигуни, які споживають газ	X		X ²	
Припинення вентиляції в каналі в машинному приміщенні, де знаходяться двигуни, які споживають газ ⁵	X		X ³	Якщо в приміщенні, в якому знаходяться двигуни, які споживають газ, встановлені труби з подвійними стінками
Припинення вентиляції в каналі в машинному приміщенні, захищеному ESD, де знаходяться двигуни, які споживають газ	X		X	
Виявлення пожежі в машинному приміщенні, де знаходяться двигуни, які споживають газ	X			
Ненормальний тиск газу в трубопроводі подачі газу	X		X ⁸	
Відмова в системі керування клапанами	X		X ^{4,9}	Затримка в часі, якщо це необхідно
Автоматична зупинка двигуна (відмова двигуна)	X		X ^{4,9}	
Аварійна зупинка двигуна (вручну або оператором)	X		X	
¹ Два незалежні газові датчики, розташовані близько один до одного, потрібні міркування надійності. Якщо газові датчики є такими, що самоконтролюються, то допускаються установки з одним таким газовим датчиком. ² Якщо газ з цистерни поступає у більш ніж один двигун і при цьому різні трубопроводи подання є повністю відокремленими один від одного і встановлені в різних каналах, а головні клапани розташовуються поза каналами, повинен перекриватися лише той головний клапан, який клапани розташовуються поза каналами, повинен перекриватися лише той головний клапан, який обслуговує трубопровід подання в каналі, де є виявлений газ або сталася відмова вентиляції. ³ Якщо газ подається до більш ніж одного двигуна і при цьому різні трубопроводи подання є повністю відокремленими один від одного і встановлені в різних каналах, а головні клапани розташовані поза каналами і поза машинним відділенням, в якому знаходяться двигуни, які споживають газ, повинен перекриватися лише той головний клапан, який обслуговує трубопровід подання в канал, де був виявлений газ або в якому виявлений газ або сталася відмова вентиляції. ⁴ Перекривається тільки здвоєний запірний клапан із спусковим вентилем. ⁵ Якщо канал захищений інертним газом (див. 12.11.2 частини VIII «Системи і трубопроводи» цих Правил) втрата тиску інертного газу повинна приводити до таких же дій, як зазначено у цій таблиці. ⁶ Клапани, вказані в 13.12.4.1 ч. VIII Системи і трубопроводи ⁷ НМВ – нижня межа вибухонебезпеки.				

Закінчення табл. 7.23.4.4

⁸ Цей параметр не повинний приводити до припинення подачі газу до однопаливних газових двигунів, застосовне тільки для двопаливних двигунів.

⁹ Тільки для спрацювання трьох клапанів, зазначених в 12.11.5 частини VIII «Системи і трубопроводи» цих Правил.

¹⁰ ESD – пристрої аварійного відключення небезпечного обладнання (джерел займання).

7.23.5 Контроль продуктивності вентиляції.

7.23.5.1 Будь-яке падіння необхідної продуктивності вентиляції повинно викликати подачу звукового та світлового сигналу аварійно-попереджувальної сигналізації на ходовий місток, в центральний пост управління з постійною вахтою або в судновий центр безпеки.

7.23.5.2 В якості припустимих заходів контролю продуктивності системи вентиляції можуть бути прийняті кошти, зазначені в 12.14.1.11 частини VIII «Системи і трубопроводи».

7.24 СИГНАЛІЗАЦІЯ ПРО ДОСЯГНЕННЯ НИЖНЬОГО РІВНЯ У ВИТРАТНИХ ЦИСТЕРНАХ ГІДРАВЛІЧНОЇ СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ КЛАПАНАМИ

7.24.1 Сигналізація про досягнення нижнього рівня в цистернах для обслуговування гідравлічної системи дистанційного керування клапанами повинна відповідати вимогам 4.1.1.5 частини VIII «Системи і трубопроводи».

7.24.2 Система сигналізації повинна одержувати живлення від основного джерела електричної енергії.

7.24.3 Система сигналізації повинна забезпечувати подачу звукової і світлової сигналізації на постах з постійною вахтою при досягненні нижнього рівня в цистернах 25% або згідно вимог, визначених вимогами конкретної системи.

7.25 СИГНАЛІЗАЦІЯ ПРО ДОСЯГНЕННЯ ГРАНИЧНОГО ДОПУСТИМОГО РІВНЯ У СТИЧНИХ КОЛОДЗЯХ ВАНТАЖНИХ ТРЮМІВ З БРИЗКОПРОНИКНИМИ ЗАКРИТТЯМИ

7.25.1 Сигналізація про досягнення граничного допустимого рівня води в стічних колодязях вантажних трюмів з бризкопроникними закриттями, розташованими над палубою надбудови поза районами 1 та 2 (див. 7.6.13 частини VIII «Системи і трубопроводи»).

7.25.2 Система сигналізації повинна одержувати живлення від основного джерела електричної енергії.

7.25.3 Система сигналізації повинна забезпечувати подачу звукової і світлової сигналізації на постах з постійною вахтою при досягненні граничного допустимого рівня води в стічних колодязях або згідно вимог, визначених вимогами конкретної системи.

7.26 СИГНАЛІЗАЦІЯ ПРО ДОСЯГНЕННЯ ДОПУСТИМОГО РІВНЯ У СТИЧНИХ КОЛОДЗЯХ ВАНТАЖНИХ НАСОСНИХ ПРИМІЩЕНЬ НАФТОНАЛИВНИХ СУДЕН

7.26.1 Сигналізація про досягнення допустимого рівня рідини в стічних колодязях вантажних насосних приміщень нафтоналивних суден повинна відповідати вимогам 7.7.1 частини VIII «Системи і трубопроводи».

7.26.2 Система сигналізації повинна одержувати живлення від основного джерела електричної енергії.

7.26.3 Система сигналізації повинна забезпечувати подачу звукової і світлової сигналізації на пост керування вантажними операціями та ходовий місток.

8. ЗАХИСНІ ПРИСТРОЇ

8.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

8.1.1 Ланцюги, що відходять від розподільних щитів, повинні захищатися від коротких замикань і перевантажень за допомогою пристроїв, установлених на початку кожного ланцюга.

Не потрібний захист ланцюга живлення щита від перевантажень, якщо споживачі, що живляться від цього щита, мають індивідуальні пристрої захисту від перевантажень, а кабель ланцюга живлення щита підібраний на максимальний робочий струм.

8.1.2 Захисні пристрої повинні бути підібрані до характеристик обладнання, що захищається, таким чином, щоб вони спрацьовували у разі недопустимих перевантажень та струмах короткого замикання.

8.1.3 Система електричного захисту повинна бути вибірковою по струмах перевантаження і по передбачуваних струмах короткого замикання. При цьому захист повинний бути улаштований так, щоб його спрацьовування не спричиняло негативного впливу на надійність роботи судової електростанції і забезпечення живлення відповідальних пристроїв.

Пристрої захисту від перевантажень і короткого замикання не повинні спрацьовувати від пускових струмів електричного обладнання, що захищається.

8.1.4 Захист від перевантаження повинний бути встановлений:

- .1 не менше ніж в одній фазі або в позитивному полюсі при двопровідній системі,
- .2 не менше ніж у двох фазах – при ізолюваній трипровідній системі трифазного струму,
- .3 в усіх фазах – при трифазній чотирипровідній системі.

8.1.5 Захист від коротких замикань повинний встановлюватися в кожному ізолюваному полюсі системи постійного струму, а також у кожній фазі системи змінного струму.

Уставки пристроїв захисту від струмів короткого замикання повинні відповідати не менше ніж 200% номінального струму обладнання, що захищається. Спрацьовування захисту може бути миттєвим або з витримкою часу, необхідною для одержання відповідної вибірності.

Пристрій захисту від струмів короткого замикання може використовуватися для захисту від коротких замикань як самого споживача так і його кабелю живлення.

8.1.6 Якщо на окремих ділянках ланцюгів живлення передбачається зменшення площі перерізу кабелю, для кожного кабелю меншої площі перерізу повинний бути установлений додатковий захист, якщо розташований вище захист не захищає кабель меншої площі перерізу.

8.1.7 У ланцюгах живлення аварійного розподільного щита, а також у ланцюгах живлення аварійних споживачів не повинні застосовуватися захисні пристрої, що виключають можливість негайного повторного вмикання після спрацьовування захисту.

8.1.8 Електронні або комп'ютерні пристрої захисту генераторів і крупних споживачів повинні бути виконані таким чином, щоб була забезпечена зручна ідентифікація і регулювання їх уставок спрацьовування.

Пристрої захисту повинні бути оснащені необхідною апаратурою та інструкціями із перевірки їх працездатності і стану уставок.

Пристрої захисту генераторів і крупних споживачів відповідального призначення повинні перевірятися у дії кожні 5 років для підтвердження правильності їх спрацьовування.

8.2 ЗАХИСТ ГЕНЕРАТОРІВ

8.2.1 Для генераторів, не призначених для паралельної роботи, повинні бути встановлені пристрої захисту від перевантажень і короткого замикання; при цьому для генераторів потужністю до 50кВт (50кВ·А) як пристрої захисту можуть застосовуватися запобіжники.

8.2.2 Для генераторів, призначених для паралельної роботи, повинні бути встановлені принаймні такі пристрої захисту:

- .1 від перевантажень,
- .2 від короткого замикання,
- .3 від зворотного струму або від зворотної потужності,
- .4 від мінімальної напруги.

Необхідно застосовувати такі пристрої захисту генераторів від перевантажень, які мають візуальну і звукову сигналізацію про перевантаження, що діє з витримкою до 15хв для навантажень від 100 до 110% номінального струму, і вимикання генераторів із витримкою часу, що відповідає

термічний постійний часу генератора, що захищається, для навантажень у межах від 110 до 150% номінального струму.

Необхідно, щоб для уставки захисту на 150% номінального струму генератора витримка не перевищувала 2хв для генератора змінного струму і 15с для генератора постійного струму. Навантаження, що перевищує 150% номінального струму генератора, може бути допущене там, де потрібно за умов експлуатації та допускається конструкцією генератора.

Уставки захисту від перевантаження і витримки часу повинні бути підібрані до перевантажувальних характеристик приводного двигуна генератора таким чином, щоб двигун міг протягом прийнятої витримки часу розвивати необхідну потужність.

Для захисту генератора від перевантаження не повинні застосовуватися захисні пристрої, що виключають негайне повторне вмикання генератора.

8.2.3 Повинне бути передбачене автоматичне і вибіркове вимикання невідповідальних споживачів у разі перевантаження генераторів. Вимикання цих споживачів може бути виконане в один або декілька ступенів відповідно до перевантажувальної спроможності генератора.

При цьому :

- 1** не допускається автоматичне вимикання відповідальних пристроїв першої категорії;
- 2** допускається автоматичне вимикання відповідальних пристроїв другої категорії за умови, що при відновленні нормального електропостачання після перевантаження зберігається працездатність пристроїв, які забезпечують безпеку судна;
- 3** допускається автоматичне вимикання пристроїв, які забезпечують підтримку мінімальних комфортних умов життєпридатності на судні для екіпажу та пасажирів.

Прикладом таких пристроїв є:

- 3.1** обладнання для приготування їжі;
- 3.2** обладнання для опалювання;
- 3.3** суднова провізійна холодильна установка;
- 3.4** електричне обладнання побутової вентиляції;
- 3.5** обладнання систем водопостачання та санітарних систем тощо.

Ця вимога може не застосовуватися для суден з електричною установкою малої потужності.

8.2.4 Захист генераторів, призначених для паралельної роботи, від зворотного струму або від зворотної потужності повинний бути підібраний до характеристик приводного двигуна. Границі уставок зазначених видів захисту повинні відповідати наведеним у табл. 8.2.4.

Таблиця 8.2.4

Рід струму	Границі уставок захисту від зворотного струму або від зворотної потужності залежно від приводу генератора	
	Турбіна	Двигун внутрішнього згоряння
Змінний	2-6% номінальної потужності генератора, кВт	8-15% номінальної потужності генератора, кВт
Постійний	2-6% номінального струму генератора, А	8-15% номінального струму генератора, А

Час спрацювання цих видів захисту при уставках, зазначених у табл. 8.2.4, не повинний перебільшувати 10с.

Захист генераторів постійного струму від зворотного струму повинний встановлюватися у полюсі, протилежному тому, у якому знаходиться зрівняльний провід. У разі зниження прикладеної напруги на 50% захист від зворотної потужності або від зворотного струму повинний бути ще спроможний до дії, хоча значення зворотного струму або зворотної потужності можуть бути іншими.

Захист від зворотного струму і від зворотної потужності повинний забезпечувати можливість передачі потужності, що віддається із суднової мережі (наприклад, від вантажних лебідок).

8.2.5 Захист від мінімальної напруги повинний забезпечувати можливість надійного підключення генераторів до шин при напрузі 85% і більше номінальної і виключити можливість підключення генераторів до шин при напрузі менше 35% номінальної, а також відключати генератори при зниженні напруги на їх затискачах у межах від 70 до 35% номінальної.

Захист від мінімальної напруги повинний діяти з витримкою часу на відключення генераторів від шин у разі зниження напруги і повинний діяти миттєво у разі спроби підключення до шин генератора до досягнення зазначеної вище мінімальної напруги.

8.2.6 Для генераторів потужністю 1000кВ·А і більше рекомендується встановлювати захист від

внутрішніх пошкоджень, а також захист струмопроводу між генератором і його щитом з вимикачем.

Якщо генератор і його щит установлені в різних приміщеннях такий захист обов'язковий.

8.2.7 Якщо генератор постійного струму з приводом від турбіни призначений для паралельної роботи, повинний бути передбачений пристрій для відключення автоматичного вимикача генератора під час спрацювання регулятора безпеки турбіни.

8.2.8 Уставки по струму пристроїв захисту з витримкою часу повинні підбиратися таким чином, щоб в усіх випадках забезпечувалося надійне відключення струму короткого замикання після закінчення встановленої витримки часу.

8.2.9 У системах збудження генераторів допускається застосування запобіжників як пристрою захисту для напівпровідникових елементів.

8.3 ЗАХИСТ ЕЛЕКТРИЧНИХ ДВИГУНІВ

8.3.1 На фідерах, що відходять від розподільних щитів, які живлять електричні двигуни потужністю понад 0,5кВт, повинні встановлюватися пристрої захисту від струмів короткого замикання і перевантажень, а також пристрій нульового захисту, якщо не потрібно повторного автоматичного пуску електричного двигуна.

Захисні пристрої по перевантаженню і нульовому захисту допускається встановлювати в пускових пристроях електричних двигунів.

8.3.2 Захисні пристрої від перевантаження електричних двигунів, що працюють із тривалим режимом роботи, повинні мати уставки на відключення електричного двигуна, що захищається, у разі перевантаження у межах від 105 до 125% номінального струму.

8.3.3 У ланцюгах живлення електричних приводів пожежних насосів не повинні застосовуватися пристрої захисту від перевантаження, що працюють на принципі електротеплових або температурних реле. Пристрої захисту від перевантаження допускається замінити світловою і звуковою сигналізацією.

8.4 ЗАХИСТ РУЛЬОВИХ ПРИСТРОЇВ

8.4.1 Для електричних двигунів і систем керування електричного або електрогідравлічного рульового пристрою повинний бути передбачений пристрій захисту тільки від струмів короткого замикання.

Повинна бути встановлена світлова і звукова сигналізація про перевантаження двигуна і обрив будь-якої з фаз фідера, які живлять електричний двигун.

8.4.2 Автоматичні вимикачі, що захищають електричні двигуни рульових пристроїв від струмів короткого замикання при застосуванні постійного струму, повинні мати уставки на вимикання без витримки часу при струмі не менше 300% і не більше 400% номінального струму електричного двигуна, що захищається, а при змінному струмі – на вимикання без витримки часу при струмі не менше ніж 125% найбільшого пускового струму двигуна, що захищається.

Якщо для такого захисту застосовуються запобіжники, необхідно підбирати номінальний струм плавкої вставки запобіжників на один ступінь вище, ніж це впливає із умов пускових струмів електричного двигуна.

8.4.3 Для електричних двигунів приводів засобів активного керування суднами повинний бути передбачений захист від перевантаження і від струмів короткого замикання.

Захисні пристрої від перевантаження зазначених електричних двигунів повинні мати світлову та звукову сигналізацію про перевантаження і відключати електродвигун у межах навантажень, зазначених у **8.3.2**.

Захист від струмів короткого замикання повинний відповідати вимогам **8.4.2**.

8.4.4 Для електричних двигунів рульових пристроїв із безпосереднім приводом допускається застосування захисту від перевантаження, при стоянці електричного двигуна під струмом більше 60с, з уставкою, еквівалентною не менше ніж дворазовому номінальному струму захищеного двигуна.

Якщо живлення таких електричних двигунів здійснюється через частотний перетворювач, що дозволяє обмежувати струм при повному навантаженні рульового приводу, тоді захист від перевантаження не вимагається. При цьому необхідно передбачити сигналізацію про перевантаження частотного перетворювача з уставкою, еквівалентною максимальному допустимому струму за нормальних умов роботи рульового приводу.

8.5 ЗАХИСТ ТРАНСФОРМАТОРІВ

8.5.1 На фідерах живлення первинних обмоток трансформаторів повинні бути встановлені пристрої захисту від короткого замикання і перевантаження.

Якщо фідер живлення первинних обмоток трансформаторів захищений лише від струмів короткого замикання, фідер живлення вторинної обмотки повинний бути захищений від перевантаження.

Для трансформаторів потужністю до 6,3кВА допускається захист тільки запобіжниками.

Для вимірювальних трансформаторів напруги і трансформаторів живлення кіл керування захист від перевантажень і сигналізація не потрібні.

8.5.2 Якщо трансформатори призначені для паралельної роботи, необхідно встановлювати вимикачі, що вимикають їх первинну і вторинну обмотки, але не обов'язково одночасно.

Якщо такі трансформатори одержують живлення від різних секцій ГРЩ, які у процесі експлуатації можуть бути роз'єднані, то необхідно передбачити блокування, що виключає їх паралельну роботу при роз'єднанні секцій ГРЩ.

8.5.3 Переключення вимірювальних трансформаторів струму повинне бути виконане таким чином, щоб виключалася можливість перебування їх вторинних обмоток у розімкненому стані.

8.6 ЗАХИСТ АКУМУЛЯТОРІВ

8.6.1 Для батарей акумуляторів, за винятком батарей, призначених для пуску двигунів внутрішнього згоряння, повинні бути передбачені пристрої захисту від струмів короткого замикання.

8.6.2 Кожна система зарядження акумуляторів повинна мати захист від розрядження батареї внаслідок зниження або зникнення напруги на виході зарядного пристрою.

8.6.3 Для акумуляторних батарей, призначених для пуску двигунів внутрішнього згоряння, рекомендується встановлювати роз'єднувачі на початку ланцюга з боку акумуляторів, що відключають батареї від споживачів (допускається встановлення роз'єднувача в одному полюсі).

8.7 ЗАХИСТ КОНТРОЛЬНИХ ЛАМП, ВОЛЬТМЕТРІВ, КОНДЕНСАТОРІВ І КОТУШОК НАПРУГИ

8.7.1 Контрольні лампи, а також вимірювальні та реєстраційні прилади повинні мати захист від короткого замикання або пристрої, що обмежують струм короткого замикання.

Контрольні лампи можуть не мати власного захисту від короткого замикання або пристроїв, що обмежують струм короткого замикання, якщо виконані всі зазначені нижче умови:

- .1 лампи знаходяться у спільному кожусі пристрою;
- .2 лампи отримують живлення від кіл, що знаходяться усередині кожуха пристрою;
- .3 захист кола пристрою розрахований на струм, що не перевищує 25А;
- .4 пошкодження в колі лампи не може викликати перерву в роботі відповідального пристрою.

Пристрої захисту від короткого замикання або пристрої, що обмежують струм короткого замикання, повинні знаходитися можливо ближче до затискачів пристрою, що захищається, із боку живлення.

8.7.2 Конденсатори захисту від радіозавад, встановлювані в колах головних і аварійних розподільних щитів, у ланцюгах генераторів, а також електричних пристроїв відповідального призначення, повинні мати захист від струмів короткого замикання.

Вимоги до захисту конденсаторів в системах розподілу електричної енергії постійного струму вказані в 22.4.3.

8.7.3 Котушки напруги апаратів і пристроїв керування і захисту повинні мати захист від короткого замикання, але можуть не мати власного захисту, якщо виконані обидві зазначені умови:

.1 котушки, установлені в спільному кожусі пристрою, мають загальний захист і належать до системи керування одного пристрою;

.2 котушки одержують живлення від кола пристрою, захист якого розрахований на струм не більше 25А.

8.8 ЗАХИСТ СИЛОВИХ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ПРИСТРОЇВ

8.8.1 Силові напівпровідникові пристрої повинні мати захист від внутрішніх і зовнішніх перенапруг.

8.8.2 Блоки напівпровідникових елементів повинні бути захищені від короткого замикання.

Захист діодів і тиристорів повинний бути відокремлений від захисного кола навантаження.

8.8.3 Якщо передбачений тільки один споживач, допускається, щоб навантаження і блоки діодів і тиристорів мали один спільний захист.

8.8.4 Додаткові вимоги до захисту напівпровідникових інверторів електроприводу, який отримує електричну енергію від розподільних пристроїв постійного струму вказані в **22.4.3.2**.

8.9 ПРИСТРОЇ ЗАХИСНОГО ВИМИКАННЯ (ПЗВ)

8.9.1 Для захисту персоналу від ураження електричним струмом та захисту окремих видів електричного обладнання від однофазних замикань на корпус повинні застосовуватися пристрої захисного вимикання.

8.9.2 Пристрої захисного вимикання повинні установлюватися у ланцюгах живлення розеток, призначених для живлення переносного обладнання, і у ланцюгах живлення каютних розеток, а також розеток у громадських та інших приміщеннях із напругою вище безпечної (50В).

8.9.3 Пристрої захисного вимикання повинні мати уставки спрацювання по струму нульової послідовності у межах 10 – 30мА.

8.9.4 Для електричного обладнання відповідального призначення встановлення пристроїв захисного вимикання не допускається.

9. АВАРІЙНІ ЕЛЕКТРИЧНІ УСТАНОВКИ

9.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

9.1.1 На кожному самохідному судні повинне бути встановлене автономне аварійне джерело електричної енергії. Таке джерело не потрібне на судах, на яких основними джерелами електричної енергії є акумуляторні батареї, за умови, що, принаймні, одна із установлених батарей за ємністю і розташуванням відповідає вимогам, що ставляться до аварійного джерела.

9.1.2 Як аварійне джерело може застосовуватися генератор або акумуляторна батарея.

9.1.3 Потужність аварійного джерела повинна бути достатньою для живлення всіх споживачів, одночасна робота яких потрібна для безпеки плавання у випадку аварії.

На судах, де електрична енергія необхідна для підтримання руху, потужність аварійного джерела електричної енергії повинна бути достатньою для відновлення руху судна (разом з іншими механізмами, якщо це передбачається) протягом 30 хвилин після знеструмлення.

9.1.4 Повинна бути передбачена можливість перевірки в дії всієї аварійної установки разом із засобами автоматичного пуску дизель-генератора.

9.1.5 В центральному посту керування або на головному розподільному щиті повинний встановлюватися показчик, що діє при розрядженні будь-якої акумуляторної батареї, яка є аварійним джерелом.

9.1.6 Аварійні джерела електричної енергії повинні мати захист тільки від коротких замикань.

Якщо аварійним джерелом є генератор, у центральному посту керування або на головному розподільному щиті повинна бути передбачена візуальна та звукова сигналізація про перевантаження генератора.

9.2 ПРИМІЩЕННЯ АВАРІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

9.2.1 Приміщення аварійних джерел електричної енергії та їх трансформаторів (якщо вони застосовуються), аварійних перехідних джерел енергії, аварійного розподільного щита і розподільного щита аварійного освітлення повинні бути розташовані вище найвищої безперервної палуби, в корму від таранної перегородки і бути легкодоступними з відкритої палуби.

Зазначені приміщення на судах, на які поширюються вимоги частини V «Поділ на відсіки», повинні також розташовуватися, як мінімум, на 300мм вище найвищої (аварійної) ватерлінії.

9.2.2 Розміщення аварійних джерел електричної енергії, а також належних їм трансформаторів, якщо такі застосовуються, перехідних джерел електричної енергії, аварійного розподільного щита і розподільного щита аварійного освітлення щодо основних джерел електричної енергії та їх трансформаторів і головного розподільного щита повинно бути таке, щоб пожежа або інша аварія в приміщенні основного джерела електричної енергії, належних йому трансформаторів, головного розподільного щита, а також у будь-якому машинному приміщенні категорії А, не викликали перешкод у живленні, керуванні і розподілі електричної енергії від аварійного джерела.

9.2.3 Приміщення аварійних джерел електричної енергії, належних до них трансформаторів, перехідних джерел електричної енергії, аварійного розподільного щита і розподільного щита аварійного освітлення по можливості не повинні бути суміжними з машинно-котельними приміщеннями і з приміщеннями основного джерела електричної енергії, належних до нього трансформаторів, і головного розподільного щита.

У разі суміжного їх розташування палуби і перегородки, які їх розділяють, повинні бути виконані відповідно до вимог частини VI «Протипожежний захист», що ставляться до постів керування.

9.2.4 Аварійний розподільний щит повинний бути встановлений якнайближче до аварійного джерела електричної енергії.

9.2.5 Якщо аварійним джерелом електричної енергії є генератор, аварійний розподільний щит повинний встановлюватися в одному приміщенні з генератором, за винятком того випадку, коли таке розміщення негативно діє на роботу розподільного щита.

У цьому ж приміщенні повинні також знаходитися всі пускові і зарядні пристрої, а також стартерні акумуляторні батареї для пуску аварійного агрегату, з урахуванням виконання вимог 13.2.

9.2.6 Приміщення аварійного дизель-генератора повинно мати опалення, що забезпечує температуру в приміщенні, достатню для безвідмовного пуску аварійного агрегату, і вентиляцію відповідно до 12.5.3 частини VIII «Системи і трубопроводи».

9.2.7 Якщо аварійним джерелом електричної енергії є акумуляторна батарея, то вона і аварійний розподільний щит повинні встановлюватися в окремих приміщеннях.

Вимоги до акумуляторних приміщень наведені в **13.2**.

9.3 АВАРІЙНІ ДЖЕРЕЛА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ВАНТАЖНИХ СУДНАХ

9.3.1 Аварійні джерела на вантажних суднах повинні забезпечувати живлення таких споживачів:

.1 аварійного освітлення:

усіх коридорів, трапів і виходів із службових приміщень, а також у кабінах пасажирських ліфтів та їх шахтах;

машинних приміщень, приміщень генераторних агрегатів;

усіх постів керування, а також головного і аварійного розподільних щитів;

приміщень аварійного дизель-генератора;

рульової рубки;

штурманської рубки і радіорубки;

місць зберігання аварійного майна, пожежного інвентарю, спорядження пожежників і установавання ручних пожежних оповісників;

приміщення рульового приводу;

біля пожежного і спринклерного насосів, аварійного осушувального насоса і місць установавання пускових пристроїв цих механізмів;

приміщеннях вантажних насосів;

ангарів і посадкових місць для гвинтокрилів;

приміщення гірокомпаса;

медичних приміщень;

.2 сигнально-розпізнавальних ліхтарів, ліхтарів сигналу «Не можу керуватися» та інших ліхтарів, які вимагаються у частині III «Сигнальні засоби» Правил щодо обладнання морських суден;

.3 засобів внутрішнього зв'язку та оповіщення, а також авральної сигналізації;

.4 радіо- і навігаційного обладнання відповідно до вимог частин IV «Радіообладнання» і V «Навігаційне обладнання» Правил щодо обладнання морських суден, якщо аварійним джерелом енергії є дизель-генератор;

.5 системи сигналізації виявлення пожежі;

.6 ламп денної сигналізації, звукових сигнальних засобів (свистків, гонгів тощо), ручної сигналізації виклику та інших видів сигналізації, необхідних в аварійних станах;

.7 механізмів і пристроїв, зазначених у **3.2.1.2**, **3.4.7**, **3.7.3.2.1** частини VI «Протипожежний захист»;

.8 електричних приводів водонепроникних дверей з їх показчиками і попереджувальною сигналізацією;

.9 електричних приводів пристроїв, які утримують протипожежні двері;

.10 інших систем, робота яких буде визнана Регістром необхідною для забезпечення безпеки судна і людей, що знаходяться на ньому.

.11 електричних приводів пускових пристроїв рятувальних шлюпок, зазначених в **6.20.4.7** частини II «Рятувальні засоби» Правил щодо обладнання морських суден.

Аварійні джерела на суднах необмеженого й обмеженого району плавання **R1** валовою місткістю 300 і більше повинні забезпечувати живлення споживачів, зазначених у **9.3.1.1–9.3.1.9**, протягом 18 годин.

Споживачі, зазначені в **9.3.1.3–9.3.1.6**, можуть житися від власних батарей, розташованих відповідно до **9.2**, ємністю, достатньою для живлення цих споживачів протягом 18 годин.

Для суден валовою місткістю 300 і більше обмеженого району плавання **R2**, **R2-S**, **R2-RS**, **R3-S**, **R3-RS**, **R3** і **R3-IN** замість 18 годин період часу може бути скорочений до 12 годин.

Для суден валовою місткістю менше 300 для необмеженого району плавання і обмеженого району плавання **R1** замість 18 год може бути установлений період часу 6 годин, а для обмежених районів плавання **R2**, **R2-S**, **R2-RS**, **R3-S**, **R3-RS**, **R3** і **R3-IN** – 3 години.

9.3.2 Аварійне джерело електричної енергії повинне забезпечити живлення протягом 3 годин аварійного освітлення місць збору та посадки в рятувальні засоби на палубі і за бортом згідно з **2.3.4** та **2.7.7** частини II «Рятувальні засоби» Правил щодо обладнання морських суден.

9.3.3 Аварійне джерело електричної енергії повинне забезпечити живлення рульового пристрою відповідно до **5.5.6**.

9.3.4 Якщо аварійним джерелом електричної енергії є генератор, він повинний:

.1 приводитися в дію двигуном внутрішнього згоряння (див. **2.2.5** частини IX «Механізми»);

.2 пускатися автоматично при зникненні напруги в основній мережі, контрольованій на шинах аварійного розподільного щита, а також автоматично вмикатися на шини аварійного розподільного щита, а необхідні згідно з **9.3.1** споживачі повинні автоматично одержувати живлення від аварійного генератора.

Загальний час пуску і приймання навантаження генератором не повинний перевищувати 45с;

.3 якщо автоматичне вмикання аварійного агрегату відповідно до **9.3.4.2** не забезпечується протягом 45с, повинне бути передбачене аварійне перехідне джерело електричної енергії, що вмикається негайно при знеструмленні.

9.3.5 Якщо аварійним джерелом електричної енергії є акумуляторна батарея, вона повинна:

.1 працювати без підзарядження із збереженням змін напруги на затискачах у межах 12% номінальної напруги протягом повного періоду розрядження, при цьому зміна напруги на затискачах акумуляторної батареї, підключеної до електронного перетворювача напруги, визначається допустимою зміною напруги на затискачах перетворювача;

.2 автоматично вмикатися на шини аварійного розподільного щита у разі зникнення напруги в основній мережі і, принаймні, живити споживачів, зазначених у **9.3.7**, протягом часу згідно із **9.3.1**, за винятком електричних приводів водонепроникних дверей із їх показниками і попереджувальною сигналізацією, які можуть отримувати живлення протягом 30 хвилин.

9.3.6 Як аварійне перехідне джерело електричної енергії, потрібне згідно з **9.3.4.3**, необхідно застосовувати акумуляторну батарею, яка повинна працювати без підзарядження, при збереженні змін напруги у межах 12% номінальної протягом повного періоду розрядки.

Зміна напруги на затискачах акумуляторної батареї, підключеної до електронного перетворювача напруги, визначається допустимою зміною напруги на затискачах перетворювача, яка не повинна перевищувати значень, указаних в **2.1.3.1**.

9.3.7 Ємність батареї, що є перехідним джерелом електричної енергії, повинна бути достатньою для забезпечення протягом 30 хвилин живлення таких споживачів:

.1 освітлення і необхідних сигнально-розпізнавальних вогнів відповідно до **9.3.1.1**, **9.3.1.2** і **9.3.2**;

.2 усіх засобів внутрішнього зв'язку та оповіщення, необхідних в аварійних умовах;

.3 системи авральної сигналізації, сигналізації виявлення пожежі та сигналізації попередження про пуск системи об'ємного пожежогасіння;

.4 ламп денної сигналізації, звукових сигнальних засобів (свистки, гонги тощо);

.5 командного трансляційного пристрою відповідно до з/п.12 табл. **2.3.4** частини IV «Радіоблабднання» Правил щодо обладнання морських суден;

.6 пристроїв закриття водонепроникних дверей, сигналізації їх положення і попередження їх закриття;

.7 суднової системи охоронного повідомлення, яка вимагається частиною IV «Радіоблабднання», і апаратури АІС і системи розпізнавання суден і стеження за ними на далекій відстані, які вимагаються частиною V «Навігаційне обладнання» Правил щодо обладнання морських суден.

Споживачі, перераховані в **9.3.7.2 – 9.3.7.7** можуть не живитися від перехідного джерела, якщо вони мають власні акумуляторні батареї, що забезпечують їх живлення протягом необхідного часу.

9.3.8 Для суден класів **ВЯП 2** і **ВЯП 3** відповідно до класифікації, яка наведена в **7.3.2** частини VI «Протипожежний захист», незалежно від району плавання і місткості судна, аварійне джерело електричної енергії повинне забезпечити живлення протягом 36 годин споживачів, перелічених у **7.3.6** і **7.3.8** частини VI «Протипожежний захист» і **9.3.1** цього підрозділу.

9.4 РОЗПОДІЛ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ВІД АВАРІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

9.4.1 У нормальних експлуатаційних умовах аварійний розподільний щит повинний живитися від головного розподільного щита. Фідер живлення повинний мати захисні пристрої від перевантаження і короткого замикання, установлені на головному розподільному щиті.

На аварійному розподільному щиті необхідно передбачити вимикач, який повинний автоматично відключатися при зникненні напруги на шинах головного розподільного щита.

Якщо передбачається живлення головного розподільного щита від аварійного, автоматичний вимикач на аварійному розподільному щиті повинний бути обладнаний, принаймні, захисними

пристроями від короткого замикання.

9.4.2 Аварійний генератор у період стоянки судна в порту може бути використаний для живлення неаварійних споживачів (див. також **2.2.6** частини IX «Механізми»).

При цьому повинні бути виконані наступні умови:

передбачене автоматичне відключення неаварійних споживачів від АРЩ для запобігання перевантаження генератора і забезпечення живлення аварійних споживачів;

пошкодження будь-яких кіл керування, захисту і сигналізації, призначених для роботи аварійного генератора в період стоянки в порту, не повинні впливати на працездатність основних і аварійних джерел електричної енергії;

передбачені пристрої для вибору режимів роботи аварійного генератора з можливістю швидкого переключення на аварійний режим;

передбачена наявність інструкції на борту судна про приведення всіх пристроїв керування (клапанів, перемикачів тощо) у положення, що забезпечує незалежну роботу аварійного генератора на ходу судна, а також яка містить інформацію про необхідні запаси палива, про положення перемикача режимів роботи (якщо він передбачений), про положення вентиляційних закриттів тощо.

9.4.3 Зазначені в **9.3.1** і **19.1.2** споживачі повинні одержувати живлення по окремих фідерах від шин аварійного розподільного щита, обладнаного відповідною комутаційною і захисною апаратурою. Допускається живлення зазначених у **9.3.1.2–9.3.1.6** і **19.1.2.1.2–19.1.2.1.6** споживачів із пульта керування судном, що розташований в рульовій рубці і одержує живлення відповідно до **4.5.2**.

9.4.4 За наявності перехідного джерела енергії перераховані в **9.3.7** і **19.1.2.7** споживачі повинні одержувати живлення через спеціальний розподільний щит, на фідерах якого не повинні установлюватися вимикачі.

9.5 ПУСКОВІ ПРИСТРОЇ АВАРІЙНИХ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРІВ

9.5.1 Як пускові пристрої аварійних дизель-генераторів можуть застосовуватися:

.1 електричний стартерний пристрій із власною акумуляторною батареєю і зарядним пристроєм;

.2 система стисненого повітря з власним незалежним повітрозберігачем;

.3 гідравлічна система пуску;

.4 ручні пускові пристрої: пускова ручка для провертання двигуна вручну, інерційний пусковий пристрій, гідравлічні акумулятори, що заряджаються вручну, патрони з порохом зарядом.

9.5.2 Кожний аварійний дизель-генератор з автоматичним пуском повинний бути обладнаний пусковим пристроєм схваленого типу із запасом енергії, достатнім, принаймні, для трьох послідовних пусків.

Джерело накопиченої енергії повинне бути захищене для того, щоб виключити виснаження його системою автоматичного пуску, якщо не передбачений інший незалежний засіб для пуску.

Додатково повинне бути передбачене друге джерело енергії для виконання додаткових трьох пусків протягом 30 хвилин, якщо не передбачений ефективний ручний пусковий пристрій.

9.5.3 Якщо автоматичний пуск аварійного дизель-генератора не потрібний, допускається ручний пуск одним із пускових пристроїв, зазначених у **9.5.1.4**.

Якщо ручний пуск є практично неможливим, пускові пристрої повинні відповідати вимогам **9.5.2**.

9.5.4 Живлення зарядних пристроїв акумуляторних батарей і електричних приводів механізмів, що забезпечують пускові системи стисненого повітря або гідравлічні системи пуску аварійного дизель-генератора, повинне здійснюватися від аварійного розподільного щита по окремих фідерах.

9.6 АВАРІЙНО – ПОПЕРЕДЖВАЛЬНА СИГНАЛІЗАЦІЯ І ЗАХИСТ ПРИВОДНИХ ДВИГУНІВ АВАРІЙНИХ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРІВ

9.6.1 Приводні двигуни аварійних дизель-генераторів (АДГ) потужністю 220кВт і більше повинні бути обладнані захисним пристроєм, який забезпечує зупинку двигуна при перевищенні припустимої частоти обертання.

9.6.2 У ходовому режимі судна усі захисні пристрої, які діють на зупинку приводних двигунів АДГ, крім захисту від перевищення допустимої частоти обертання, повинні автоматично блокуватися, якщо АДГ перебуває у режимі дистанційного чи автоматичного керування. Ця вимога розповсюджується на усі АДГ не залежно від потужності їх приводних двигунів.

9.6.3 На доповнення до дистанційних засобів відключення подачі палива повинні бути

передбачені місцеві засоби аварійної зупинки приводних двигунів АДГ.

9.6.4 Для приводних двигунів АДГ повинна бути передбачена аварійно-попереджувальна сигналізація при:

- .1** витоку палива із трубопроводів високого тиску;
- .2** зниженні тиску мастила нижче гранично припустимого;
- .3** перевищенні гранично допустимої температури охолоджувальної води або охолоджувального повітря.

9.6.5 Для приводних двигунів потужністю 220кВт і більше повинна бути додатково передбачена аварійно-попереджувальна сигналізація при:

- .1** перевищенні гранично допустимої температури мастила;
- .2** зниженні тиску або потоку охолоджувальної води нижче гранично допустимого;
- .3** перевищенні допустимої частоти обертання.

9.6.6 Для приводних двигунів потужністю більше 2250кВт або із діаметром циліндру більше 300мм повинна бути додатково передбачена аварійно-попереджувальна сигналізація при перевищенні допустимої концентрації масляного туману у картері.

9.6.7 Система аварійно-попереджувальної сигналізації повинна відповідати вимогам, викладеним у **2.4.1** частини XV «Автоматизація».

9.6.8 Повинні бути передбачені узагальнені (згруповані) аварійно-попереджувальні сигнали на ходовому містку.

9.6.9 У залежності від потужності приводних двигунів повинна бути передбачена місцева (розташована у одному приміщенні із АДГ), незалежна від систем аварійно-попереджувальної сигналізації та захисту, індикація параметрів, перерахованих у **9.6.4 – 9.6.6**.

9.7 ДЖЕРЕЛА БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ

.1 Джерела безперебійного живлення (ДБЖ) на додаток до вимог, наведених нижче, повинні відповідати вимогам стандарту ДСТУ ІЕС 62040 або відповідних стандартів ISO чи EN та застосовним вимогам інших визнаних Регістром міжнародних і національних стандартів.

9.7.2 ДБЖ, що відповідають зазначеним вимогам, можуть застосовуватися як аварійні або перехідні джерела електричної енергії, які вимагаються цією частиною Правил.

9.7.3 Вибір типу ДБЖ повинний визначатися вимогами щодо забезпечення електричного живлення споживача, що підключається до нього.

9.7.4 ДБЖ повинні бути обладнані байпасом, що забезпечує живлення навантаження споживача від мережі у випадку виходу із ладу інвертора.

9.7.5 На постах із постійною вахтою для кожного ДБЖ повинна бути передбачена візуальна та звукова сигналізація:

- .1** несправність живлення із сторони навантаження;
- .2** замикання на корпус;
- .3** спрацювання пристрою захисту акумуляторної батареї;
- .4** акумуляторна батарея розряджається;
- .5** живлення навантаження через байпас для постійно підключених ДБЖ до мережі.

9.7.6 Вимоги до розташування ДБЖ повинні бути аналогічні вимогам до розташування аварійного чи перехідного джерела електричної енергії.

9.7.7 ДБЖ із акумуляторними батареями закритого типу допускається установлювати у будь-яких приміщеннях, крім житлових, за умови забезпечення достатньої вентиляції у приміщенні.

9.7.8 ДБЖ повинне підтримувати номінальну напругу і частоту на стороні споживача навантаження протягом часу, необхідного для живлення підключених споживачів.

9.7.9 Потужність випрямляча ДБЖ повинна бути достатньою для підтримання номінальної напруги і частоти під навантаженням, після відновлення напруги у мережі живлення, із одночасною зарядкою акумуляторної батареї максимально можливим зарядним струмом.

9.7.10 Режим прискореного зарядження акумуляторних батарей ДБЖ максимально можливим зарядним струмом повинний мати блокування із вентиляцією приміщення, у якому розташовані акумуляторні батареї ДБЖ.

10. ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ

10.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

10.1.1 Матеріали валів гребних двигунів, генераторів і муфт, умонтованих у валопровід, повинні відповідати вимогам **3.7** частини XIII «Матеріали».

10.1.2 Генератори змінного струму разом із системами збудження і автоматичними регуляторами напруги повинні підтримувати струм не менше триразового номінального протягом 2с у сталому режимі короткого замикання.

10.1.3 Генератори гребних електричних установок і гребні електричні двигуни, а в обґрунтованих випадках і інші машини повинні мати обігрів для підтримки температури принаймні на 3° вище за температуру навколишнього повітря.

10.1.4 Валогенератори, вмонтовані у валопровід головної механічної установки, повинні мати рознімні статори і підшипникові щити, якщо розташування вала виключає можливість зсуву статора у напрямку вала від ротора.

Такі валогенератори повинні мати повітряний зазор, що виключає механічне торкання ротора і статора при найбільш несприятливих умовах експлуатації.

10.1.5 Ротори і якорі електричних машин змінного і постійного струму повинні витримувати протягом 2 хвилин без пошкодження і залишкових деформацій таку підвищену частоту обертання:

.1 генератори, оберткові перетворювачі, електричні муфти і гальма – 120% номінальної частоти обертання, принаймні на 3% вище найбільшої частоти обертання, що виникає при перехідному процесі;

.2 електричні двигуни із послідовним збудженням – 120% найбільшої допустимої частоти обертання, зазначеної на фірмовій табличці, проте не менше 150% номінальної частоти обертання;

.3 усі інші електричні двигуни, крім зазначених вище, – 120% найбільшої частоти обертання на холостому ходу.

10.1.6 Якщо машина сконструйована таким чином, що після встановлення на судні її нижня частина буде знаходитися нижче настилу, то забирання повітря для її вентиляції не повинно проводитися у нижній частині машини.

10.1.7 Для машин, призначених для встановлення на відкритій палубі, не рекомендується застосування вентиляторів зовнішнього охолодження.

10.1.8 Потужність електродвигунів, які одержують живлення від джерела електричної енергії, що не задовольняє вимогам **2.2.1.3**, повинна бути розрахована з урахуванням додаткового нагрівання від вищих гармонічних складових.

10.2 КОНТАКТНІ КІЛЬЦЯ, КОЛЕКТОРИ І ЩІТКИ

2.1 Електричні машини постійного струму, призначені для приводу гребних установок, і електричні машини постійного струму потужністю 200кВт і більше повинні мати оглядові вікна, що забезпечують можливість нагляду за станом колектора і щіток без демонтажу кришок.

10.2.2 Допустима величина зносу колекторних пластин або контактних кілець повинна бути зазначена на їх торцевому боці. Цей розмір необхідно приймати не менше 20% висоти колекторів або контактних кілець.

10.2.3 Для якорів масою понад 1000кг повинна бути передбачена можливість обробки колектора без виймання якоря із машини.

10.2.4 Відведення струму від щітки повинне проводитися гнучким мідним проводом. Використання пружин щіткотримача для відведення струму не допускається.

10.2.5 Положення щіток в електричних машинах постійного струму повинне бути чітко і надійно позначене.

10.2.6 Колекторні машини повинні працювати практично без іскріння при будь-якому навантаженні у межах від холостого ходу до номінального.

При необхідних перевантаженнях, реверсуванні і пуску машин не повинне з'являтися іскріння в такому ступені, щоб виникали пошкодження щіток або колекторів.

10.3 ПІДШИПНИКИ

10.3.1 Конструкція підшипників повинна виключати можливість розбризкування і протікання мастила уздовж вала і проникнення його на обмотки машини або на частини, що знаходяться під

напругою.

10.3.2 Корпуси підшипників ковзання повинні забезпечуватися отвором для зливу надлишкової кількості мастила і кришкою у верхній частині корпусу, а на машинах потужністю 100кВ·А і більше повинні встановлюватися показники рівня мастила.

10.3.3 Система змащення під тиском повинна забезпечуватися пристроєм для контролю за тиском мастила, що надходить у підшипник.

10.3.4 Для машин гребної електричної установки, а в обґрунтованих випадках також для інших машин, необхідно вживати заходів, що перешкоджають протіканню блукаючих струмів через підшипники ковзання.

10.3.5 Підшипники генераторів, що приводяться у дію ременями або ланцюгами від головної механічної установки судна, повинні бути спроектовані з урахуванням впливу поперечних сил.

10.4 ТЕРМОДАТЧИКИ

10.4.1 Статори електричних машин змінного струму потужністю понад 5000кВт або з осьюовою довжиною активної сталі більше 1000мм повинні забезпечуватися датчиками температури, розташованими у тих місцях машини, де очікуються найбільш високі температури.

10.4.2 В електричних двигунах з короткочасними або повторно-короткочасними режимами роботи рекомендується встановлювати вмонтовані термодатчики.

10.4.3 В електричних двигунах приводу брашпильов рекомендується застосовувати захист від перевантажень у вигляді вмонтованих датчиків температури, підібраних таким чином, щоб система захисту відключала електричний двигун у разі перевищення температури, допустимої для застосованої ізоляції, більше ніж на 30%.

Затискачі виводів від датчиків повинні розміщуватися у легкодоступному місці.

10.5 ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ

10.5.1 Генератори повинні бути такої конструкції, щоб після нагрівання до сталої температури, що відповідає номінальному навантаженню, вони могли витримувати перевантаження по струму відповідно до табл.10.5.1.

Таблиця 10.5.1

Тип генератора	Перевантаження по струму, %	Тривалість перевантаження, с
Змінного струму	50	120
Постійного струму	50	15

10.5.2 Електричні двигуни повинні бути такої конструкції, щоб вони могли розвивати без зупинки або раптової зміни частоти обертання збільшені моменти, зазначені у табл. 10.5.2.

Таблиця 10.5.2

№ з/п	Тип двигуна	Перевищення по обертовому моменту, %	Тривалість перевантаження, с	Умови випробування
1	Синхронні, та короткозамкнені з пусковим струмом не менше 4,5 номінального струму	50	15	Частота, напруга і збудження повинні утримуватися на рівні номінальних
2	Асинхронні для безперервної і повторно-короткочасної роботи	60	15	Частота і напруга повинні утримуватися на рівні номінальних
3	Зазначені в з/п 2, але для короткочасної роботи зі змінним навантаженням	100	15	Те ж
4	Постійного струму	50	15	Напруга повинна утримуватися на рівні номінальної

10.5.3 Для гребних електричних двигунів параметри по перевищенню крутного моменту і тривалості перевантаження, зазначені в 10.5.2, визначаються проектантом судна з врахуванням змін навантажень гребної електричної установки при маневруванні, ході в морі, в тому числі за важких погодних умов тощо.

10.6 ГЕНЕРАТОРИ ЗМІННОГО СТРУМУ

10.6.1 Загальні вимоги.

10.6.1.1 Кожний генератор змінного струму повинний мати окрему незалежну систему для автоматичного регулювання напруги.

10.6.1.2 Генератори змінного струму повинні мати достатній резерв збудження для підтримки протягом 2 хвилин номінальної напруги з точністю 10% при перевантаженні генератора струмом, який дорівнює 150% номінального, і коефіцієнті потужності, що дорівнює 0,6.

10.6.1.3 Захисти генераторів змінного струму повинні відповідати вимогам 8.2.

10.6.2 Регулювання напруги.

10.6.2.1 Генератори змінного струму повинні мати системи автоматичного регулювання напруги, що забезпечують підтримку напруги в межах $\pm 2,5\%$ (аварійні генератори – $\pm 3,5\%$) від номінальної при зміні навантаження від нуля до номінального при номінальному коефіцієнті потужності. При цьому частота обертання повинна бути в межах, зазначених у 2.11.3 частини IX «Механізми».

10.6.2.2 Раптова зміна симетричного навантаження генератора, що працює при номінальній частоті обертання і номінальній напрузі, при наявному струмі і коефіцієнті потужності, не повинна викликати зниження напруги нижче 85% і підвищення понад 120% від номінального значення.

Після закінчення перехідних процесів напруга генератора повинна відновлюватися протягом не більше ніж 1,5с і з відхиленням від номінального значення в межах $\pm 3\%$. Для аварійних агрегатів ці значення можуть бути збільшені по часу до 5с і по напрузі до $\pm 4\%$ від номінального.

У разі відсутності точних даних про максимальне раптове навантаження, що включається при наявному навантаженні генератора, можна застосовувати навантаження величиною 60% номінального струму з індуктивним коефіцієнтом потужності 0,4 і менше, яке включається під час холостого ходу і потім виключається. При цьому частота обертання повинна бути у межах, обумовлених у 2.11.3 частини IX «Механізми».

10.6.2.3 Для генераторів змінного струму відхилення від синусоїдальної форми напруги не повинне бути більше 5% від пікового значення основної гармоніки.

10.7 ГЕНЕРАТОРИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

10.7.1 Загальні вимоги.

10.7.1.1 Генератори постійного струму змішаного збудження і генератори постійного струму з паралельним збудженням повинні мати автоматичні системи регулювання напруги.

10.7.1.2 Захист генераторів постійного струму повинний відповідати вимогам 8.2.

10.7.2 Регулювання напруги.

10.7.2.1 Регулятори напруги генераторів змішаного збудження повинні забезпечувати в холодному стані можливість зниження напруги холостого ходу не менше ніж на 10% нижче номінальної напруги генератора з урахуванням збільшення частоти обертання на холостого ходу.

10.7.2.2 Ручні регулятори напруги повинні бути виготовлені таким чином, щоб поворот їх органів керування за годинниковою стрілкою викликав підвищення напруги.

10.7.2.3 Регулятори напруги для генераторів із паралельним збудженням повинні бути виготовлені таким чином, щоб при знятті збудження обмотка збудження замикалася на розрядний контур.

10.7.2.4 Генератори постійного струму змішаного збудження повинні мати незалежні пристрої для регулювання напруги з точністю до $\pm 1\%$ для генераторів потужністю до 100кВт і до $\pm 0,5\%$ для генераторів потужністю понад 100кВт.

Зазначені межі регулювання повинні підтримуватися в холодному і нагрітому стані, а також при будь-якому навантаженні в межах робочих навантажень генераторів.

10.7.2.5 Агрегати постійного струму з генераторами змішаного збудження повинні мати такі зовнішні характеристики, щоб напруга нагрітого генератора, встановлена на номінальну величину з точністю до $\pm 1\%$ при 20%-му навантаженні не змінювалася при повному навантаженні більше ніж на $\pm 1,5\%$ для генераторів потужністю 50кВт і більше, а також більше ніж на $\pm 2,5\%$ для генераторів меншої потужності.

Зміна напруги між 20 і 100% номінального навантаження генератора змішаного збудження не повинна перевищувати таких величин:

.1 $\pm 3\%$ для генераторів потужністю 50кВт і більше;

.2 $\pm 4\%$ для генераторів потужністю більше 15кВт, але менше 50кВт;

.3 $\pm 5\%$ для генераторів потужністю 15кВт і менше.

10.7.2.6 Агрегати постійного струму з генераторами паралельного збудження повинні мати такі зовнішні характеристики генераторів і автоматичні регулятори напруги, щоб при зміні навантаження від холостого ходу до номінального напруга підтримувалася з точністю $\pm 2,5\%$ номінальної.

10.8 ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ГАЛЬМА

10.8.1 Спрацьовування гальма (гальмування) повинне відбуватися при зникненні напруги на котушці гальма.

10.8.2 Зниження напруги на 30% номінальної при нагрітому стані гальма не повинне викликати гальмування.

10.8.3 Електромагнітні гальма повинні допускати можливість ручного розгальмовування.

10.8.4 Електромагнітні гальма повинні мати, принаймні, дві натискні пружини.

10.8.5 Обмотки паралельного збудження електромагнітного гальма зі змішаним збудженням повинні бути такими, щоб вони могли утримати гальмо у розгальмованому стані навіть тоді, коли через послідовну обмотку не протікає струм.

10.8.6 Обмотки паралельного збудження гальм повинні бути виготовлені або захищені таким чином, щоб вони не могли пошкоджуватися при перенапругах, що виникають під час їх вимикання (див. також 5.4.3).

10.9 АСИНХРОННІ ЕЛЕКТРОДВИГУНИ, ЯКІ ЖИВЛЯТЬСЯ ВІД НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЧАСТОТИ

10.9.1 Асинхронні електродвигуни, які живляться від перетворювачів частоти, повинні мати резерв потужності, для запобігання перегріву, викликаного несинусоїдальністю кривої напруги.

10.9.2 Обмотки статора асинхронних електродвигунів потужністю до 100кВт, які живляться від перетворювачів частоти, повинні бути двошаровими або одношаровими з рівною довжиною провідників з посиленою ізоляцією класу F або H.

10.9.3 Для зниження перенапруг в статорних обмотках асинхронного електродвигуна, який живиться від перетворювача частоти з широтно-імпульсною модуляцією (ШІМ) потрібно:

.1 застосовувати з'єднання фаз обмоток статора в зірку;

.2 оптимально підбирати повні опори обмотки статора електродвигуна і кабелі між електродвигуном і перетворювачем частоти;

.3 використовувати алгоритм керування перетворювачем частоти, обмежуючий мінімальне значення тривалості імпульсу і паузи між імпульсами.

11. ТРАНСФОРМАТОРИ

11.1 ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

11.1.1 Вимоги цього розділу поширюються на трансформатори, зазначені у **3.3**.

Додаткові вимоги для трансформаторів на напругу понад 1000В – див. **18.4**.

11.1.2 На суднах повинні застосовуватися сухі трансформатори.

11.1.3 Обмотки трансформаторів для первинної і вторинної напруги повинні бути електрично розділені.

11.2 ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ, ЗМІНА НАПРУГИ І ПАРАЛЕЛЬНА РОБОТА

11.2.1 Трансформатори повинні витримувати 10% перевантаження протягом 1 години, а також 50% перевантаження протягом 5хв.

11.2.2 Зміна напруги в межах між холостим ходом і номінальним навантаженням під час активного навантаження не повинна перевищувати 5% для трансформаторів потужністю до 6,3кВ·А на фазу і 2,5% для трансформаторів більшої потужності.

11.2.3 Трансформатори, призначені для паралельної роботи, повинні мати однакові групи з'єднань обмоток, однакові коефіцієнти трансформації, а їх напруги короткого замикання повинні бути такими, щоб навантаження будь-якого трансформатора не відхилялося від величини, що відповідає пропорційній частці потужності кожного трансформатора, більше ніж на 10% номінального струму даного трансформатора.

11.2.4 Номінальні потужності трансформаторів, призначених для паралельної роботи, не повинні відрізнятися одна від одної більше ніж у 2 рази.

12. СИЛОВІ НАПІВПРОВІДНИКОВІ ПРИСТРОЇ

12.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

12.1.1 У силових напівпровідникових пристроях повинні застосовуватися напівпровідникові елементи кремнієвого типу.

12.1.2 Для запобігання утворенню конденсату пристрої на напівпровідникових приладах, розсіювана потужність яких більше ніж 500Вт, повинні мати обігрів для підтримки температури принаймні на 3°C вище температури навколишнього повітря.

12.1.3 Силові напівпровідникові пристрої повинні мати повітряне охолодження (природне або примусове).

12.1.4 Для силових напівпровідникових пристроїв із примусовим охолодженням повинний бути передбачений захист, що знижує або відключає навантаження у випадку неефективного охолодження.

До спрацьовування захисту повинна бути передбачена візуальна і звукова сигналізація про перевищення максимально допустимої температури охолоджувального середовища на виході системи.

12.2 ДОПУСТИМІ ПАРАМЕТРИ СПОТВОРЕНЬ НАПРУГИ

12.2.1 Сумарний коефіцієнт гармонійних складових кривої напруги суднової мережі, обумовлених роботою силових напівпровідникових пристроїв, не повинен перевищувати значень, вказаних в 2.2.1.3.

12.2.2 Коефіцієнт максимального відносного відхилення напруги суднової мережі від значення його першої гармонічної складової не повинний перевищувати 30%.

Коефіцієнт K_{MB} повинний визначатися за формулою:

$$K_{MB} = \frac{U_m - U_{1m}}{U_{1m}} \cdot 100 \% , \quad (12.2.2)$$

де U_m – амплітудне значення напруги суднової мережі;

U_{1m} – амплітудне значення першої гармонічної складової.

12.3 СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ І СИГНАЛІЗАЦІЯ

12.3.1 Силові напівпровідникові пристрої повинні мати світлову сигналізацію про включений і виключений стан силових ланцюгів і кіл керування.

12.3.2 Силова частина напівпровідникових пристроїв повинна бути електрично ізольована від системи керування.

12.3.3 Тривале відхилення струмів у паралельних гілках силових напівпровідникових пристроїв не повинне перевищувати 10% величини середнього струму.

12.3.4 Робота силових напівпровідникових пристроїв не повинна порушуватися у разі виходу з ладу окремих вентилів. Якщо навантаження на окремі вентиля перевищує допустимі значення, воно повинне бути автоматично знижене.

При виході з ладу вентилів повинна спрацьовувати візуальна і звукова сигналізація.

12.4 ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ

12.4.1 Силові напівпровідникові пристрої повинні бути обладнані вимірювальними приладами відповідно до їх призначення.

12.4.2 На шкалах вимірювальних приладів силових напівпровідникових пристроїв повинні бути позначені максимальні допустимі значення параметрів. На шкалі приладу для вимірювання температури охолоджувального повітря під час примусового охолодження повинна бути чітко позначена максимальна допустима температура.

13. АКУМУЛЯТОРИ

13.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

13.1.1 Акумулятори повинні бути виготовлені так, щоб у повністю заряджених акумуляторів після 28 діб перебування без навантаження при температурі $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ втрата ємності внаслідок саморозрядження не перевищувала 30%-ої номінальної ємності для кислотних і 25%-ої номінальної ємності для лужних акумуляторів.

13.1.2 Посудини акумуляторів і закриття їх отворів повинні бути сконструйовані таким чином, щоб під час нахилу посудини від вертикалі у будь-якому напрямку на кут 40° електроліт не виливався і не розбризкувався.

Закриття повинні виготовлятися з матеріалу, тривкого і стійкого до впливу електроліту.

Конструкція закриттів не повинна допускати виникнення надмірного тиску газів в акумуляторі.

13.1.3 Застосовувані мастики не повинні змінювати своїх властивостей і пошкоджуватися при змінах температури навколишнього середовища від -30 до $+60^\circ\text{C}$.

13.1.4 Матеріали, застосовувані для виготовлення акумуляторних ящиків, повинні бути стійкими до впливу електроліту. Окремі елементи, розміщені у ящиках, повинні бути закріплені таким чином, щоб їх взаємне переміщення було неможливим.

13.1.5 Необхідно передбачити ведення журналу контролю стану і обслуговування акумуляторних батарей, призначених для використання як джерела енергії відповідальних пристроїв і пристроїв, робота яких потрібна у аварійних режимах.

Цей журнал, що надається на погодження Регістру, повинний містити наступні відомості про акумуляторну батарею:

тип батареї і виробник;

напруга і ємність;

місце розташування;

найменування обладнання і систем, для яких батарея призначена;

терміни планового періодичного обслуговування або заміни;

дату останнього обслуговування або заміни;

дату виготовлення батареї і допустимий термін зберігання до початку використання (для батарей, призначених для заміни і що зберігаються окремо).

Основні дані журналу батарей повинні бути включені у судові документи системи керування безпечною експлуатацією суден, регламентовані главою IX Конвенції СОЛАС-74.

13.1.6 При заміні нова акумуляторна батарея повинна мати ідентичні характеристики, що повинно бути зазначено у відповідних інструкціях.

13.1.7 При необхідності заміни закритої акумуляторної батареї на відкриту в місці її установлення повинні бути виконані вимоги цих Правил, стосовно до розміщення батарей і їх вентиляції.

13.2 РОЗМІЩЕННЯ АКУМУЛЯТОРІВ

13.2.1 Батареї на напругу вище безпечної, а також батареї зарядною потужністю понад 2кВт, розрахованою з найбільшого зарядного струму і номінальної напруги, повинні розташовуватися в спеціальних акумуляторних приміщеннях, доступних з палуби, або відповідних ящиках, установлених на палубі. Це повинні бути спеціальні електричні приміщення.

Батареї зарядною потужністю від 0,2 до 2кВт можуть установлюватися у ящиках або шафах, розташованих усередині корпусу судна.

На судах з електричною установкою малої потужності, крім пасажирських, зазначені вище батареї можуть бути встановлені в машинному приміщенні таким чином, щоб їх верхня частина знаходилася, принаймні, вище граничної лінії занурення судна при його затопленні.

Акумуляторні батареї, призначені для електростартерного пуску двигунів внутрішнього згоряння, крім аварійних агрегатів, допускається встановлювати в машинних приміщеннях у спеціальних ящиках або шафах із достатньою вентиляцією.

Батареї зарядною потужністю менше 0,2кВт і батареї, що не обслуговуються, і які не виділяють газів у процесі експлуатації, допускається встановлювати в будь-якому приміщенні, крім житлових, за умови, що вони будуть захищені від впливу води і механічних пошкоджень і не будуть шкідливо впливати на навколишнє обладнання.

13.2.2 Кислотні і лужні акумулятори не повинні розташовуватися в одному приміщенні або в одному ящику.

Посудини і прилади, призначені для батарей із різними електролітами, повинні встановлюватися окремо.

13.2.3 Внутрішня частина приміщень або ящиків для акумуляторів, а також усі конструктивні частини, що можуть піддаватися шкідливому впливу електроліту або газу, повинні бути відповідно захищені.

13.2.4 Акумуляторні батареї, а також окремі елементи повинні бути надійно закріплені. При установленні їх на стелажах у два або більше яруси усі стелажі повинні мати попереду і позаду зазор не менше 50мм для циркуляції повітря, а відстань від палуби до пробок елементів верхнього ярусу не повинна перевищувати 1500мм.

13.2.5 При установленні акумуляторних батарей або окремих акумуляторів повинні бути передбачені підкладки і розпірки між ними, що забезпечують зазор не менше 15мм з усіх боків для циркуляції повітря.

13.2.6 На вхідних дверях в акумуляторне приміщення або біля них, а також на ящиках з акумуляторами повинні бути застережні написи про небезпеку вибуху.

13.3 ОПАЛЕННЯ

13.3.1 Акумуляторні приміщення і ящики, у яких під час експлуатації температура може опускатися нижче 5°C, повинні опалюватися.

Опалення допускається здійснювати за рахунок тепла суміжних приміщень, водяними або паровими радіаторами, розташованими усередині акумуляторних приміщень, а також електричними опалювальними приладами вибухозахищеного виконання з рівнем вибухозахисту відповідно до 2.9.3.3.

13.3.2 Клапани системи опалення повинні знаходитися поза акумуляторними приміщеннями.

13.3.3 Для опалення акумуляторних приміщень не повинна застосовуватися суднова система кондиціонування повітря.

13.4 ВЕНТИЛЯЦІЯ

13.4.1 Приміщення і ящики для акумуляторів повинні мати достатню вентиляцію, що виключає можливість утворення і скупчення вибухонебезпечних сумішей повітря і газу.

Вентиляційна система повинна відповідати вимогам 12.10 частини VIII «Системи і трубопроводи».

13.4.2 Акумуляторні приміщення, забезпечені штучною вентиляцією, повинні мати пристрої, що запобігають можливості вмикання акумуляторів на зарядження до вмикання вентиляції.

Зарядження повинне автоматично виключатися у разі зупинення вентиляторів.

13.5 ЗАРЯДЖЕННЯ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ

13.5.1 Для зарядження акумуляторних батарей відповідальних споживачів повинний бути передбачений зарядний пристрій, розрахований на зарядження батарей протягом 8 годин.

У разі застосування додаткової батареї, яка заміняє ту, що знаходиться на зарядженні, час зарядження може перевищувати 8 годин.

13.5.2 Зарядний пристрій повинний передбачати можливість вимірювання напруги на клеммах батарей і зарядного струму, а для аварійних джерел енергії – також розрядного струму.

13.5.3 На судах, що забезпечені переносними акумуляторними ліхтарями або мають акумуляторні запасні сигнально-розпізнавальні ліхтарі, повинні бути передбачені пристрої для заряджання акумуляторів цих ліхтарів.

13.6 ВСТАНОВЛЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ В АКУМУЛЯТОРНИХ ПРИМІЩЕННЯХ

13.6.1 Крім світильників вибухозахищеного виконання, а також кабелів, підведених до акумуляторів і світильників, установлення у акумуляторних приміщеннях іншого електричного обладнання не допускається.

Кабелі, що підводяться до акумуляторів і світильників, допускається прокладати відкрито за

умови, що вони мають металеву броню або обплетення, покрите неметалевою оболонкою, і ця броня, або обплетення надійно заземлене на обох кінцях.

13.7 ЕЛЕКТРОСТАРТЕРНИЙ ПУСК ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

13.7.1 Кількість стартерних батарей.

13.7.1.1 На судні, обладнаному двигунами внутрішнього згоряння із електростартерним пуском, незалежно від кількості двигунів повинні бути стаціонарно установлені не менше ніж дві стартерні батареї для пуску головних і дві стартерні батареї для пуску допоміжних двигунів або не менше ніж дві спільні батареї для пуску усіх двигунів.

При цьому повинна бути передбачена постійна система комутації, яка забезпечує можливість використання будь-якої із батарей для пуску будь-якого двигуна із групи, що обслуговується цією батареєю. Паралельне підключення батарей у цьому випадку не допускається.

13.7.1.2 Для суден обмеженого району плавання **R3, R3-IN** та **D-R3-S, D-R3-RS** а також для суден з установкою малої потужності обмеженого району плавання **R2** (крім пасажирських) допускається застосовувати тільки одну стартерну батарею за умови можливості її використання для пуску усіх двигунів.

13.7.2 Характеристика батарей.

13.7.2.1 Кожна стартерна батарея повинна бути розрахована на розрядний струм у стартерному режимі, що відповідає максимальному струмові найбільшого потужного стартерного електричного двигуна.

13.7.2.2 Ємність кожної батареї повинна забезпечувати не менше шести пусків двигуна внутрішнього згоряння в підготовленому до пуску стані, а для двох двигунів і більше – не менше трьох пусків кожного двигуна.

Загальна ємність батарей для пуску головних двигунів повинна забезпечувати необхідну кількість пусків протягом 30 хвилин.

13.7.2.3 У розрахунку ємності батарей необхідно приймати тривалість кожного пуску не менше 5 секунд.

13.7.3 Зарядні пристрої.

13.7.3.1 Живлення зарядного пристрою стартерних батарей повинне здійснюватися по окремому фідеру від головного розподільного щита, якщо навіть передбачене зарядження батарей від навішеного генератора.

13.7.3.2 На судах обмеженого району плавання **R3, R3-IN** та **D-R3-S, D-R3-RS**, а також на судах з установкою малої потужності обмеженого району плавання **R2** (крім пасажирських) допускається зарядження стартерної батареї тільки від навішеного генератора.

14. ЕЛЕКТРИЧНІ АПАРАТИ І ВСТАНОВЛЮВАЛЬНА АРМАТУРА

14.1 ЕЛЕКТРИЧНІ АПАРАТИ

14.1.1 Загальні вимоги.

14.1.1.1 Конструкція вимикачів із змінними контактами повинна бути такою, щоб заміна контактів могла виконуватися звичайними інструментами без демонтажу вимикача або його основних вузлів.

14.1.1.2 Всі роз'єднувачі і вимикачі, крім каютних, повинні бути забезпечені механічними або електричними індикаторами положення вмикання контактів, що знаходяться в місці, з якого апарат приводиться в дію оператором.

14.1.1.3 Положення барабанів контролера і командоконтролера повинні чітко фіксуватися механічно, при цьому нульове положення повинне фіксуватися більше чітко ніж інші.

Барабани контролера і командо-контролера повинні забезпечуватися шкалою і покажчиком, що показує положення.

14.1.1.4 Пускорегулювальні апарати, за винятком застосовуваних для плавного регулювання, повинні бути виготовлені таким чином, щоб кінцеві і проміжні фіксовані положення на окремих ступенях керування були легко відчутні, а рух за кінцеві положення був неможливий.

14.1.2 Апарати з ручним приводом.

14.1.2.1 Напрямок руху ручних органів керування комутаційних або пускорегулювальних апаратів повинний бути таким, щоб обертання ручки (маховика) за годинниковою стрілкою або переміщення ручки (важеля) догори або уперед відповідало вмиканню апарата, пуску електричного двигуна, збільшенню обертів, підвищенню напруги тощо.

Під час керування підіймачами або пристроями, що опускають, обертання ручки (маховика) за годинниковою стрілкою або рух ручки (важеля) на себе повинні відповідати підйманню, а обертання проти годинникової стрілки чи рух від себе – опусканню.

14.1.2.2 Кнопки вимикачів повинні бути виготовлені таким чином, щоб вони не могли бути випадково приведені в дію.

14.1.3 Апарати з машинним приводом.

14.1.3.1 Приводний механізм автоматичних та інших вимикачів повинний бути сконструйований так, щоб у разі зникнення енергії, що приводить у рух машинний привод, контакти вимикача залишалися тільки у ввімкненому або вимкненому положенні.

14.1.3.2 Електричний машинний привод повинний забезпечувати надійне вмикання апарата при зміні напруги у колі керування у межах 85–110% номінальної, а у разі змінного струму – при відхиленні частоти (діапазону частот ЕЕУ із змінюваною частотою основного джерела електроенергії) в межах $\pm 5\%$ від номінальної.

14.1.3.3 Зниження напруги у колі керування до 70% номінальної величини не повинне викликати розмикання контактів апарату або зменшення зусилля натискання рухомих контактів.

14.1.3.4 Конструкцією повинна бути передбачена можливість ручного керування вимикачем, що має машинний привід.

14.1.4 Котушки.

14.1.4.1 Кріплення проводу або наконечника до обмотки котушки повинне бути виконано таким чином, щоб зусилля від приєднаного проводу не передавалися на витки котушки.

Відводи котушок напруги повинні виготовлятися з багатодротового гнучкого проводу, за винятком тих випадків, коли контактні затискачі закріплені безпосередньо на корпусі котушки.

14.1.4.2 Котушки електромагнітних апаратів повинні мати позначення їх характеристик.

14.1.5 Елементи опору.

14.1.5.1 Елементи опорів повинні легко замінятися посекційно або в цілому.

14.1.5.2 Опори повинні бути розташовані і вентилюватися таким чином, щоб вони не нагрівали інших пристроїв до меж, що перевищують допустимі.

14.1.5.3 З'єднання між елементами опорів або між ними і затискачами, якщо не передбачається необхідність їх демонтажу, повинні бути зварними або з механічним обтисненням шляхом опресування.

Допускається застосування пайки, якщо в місці з'єднання температура не перевищує границі, допустимої для припою

14.1.6 Запобіжники.**14.1.6.1** Корпуси плавких вставок повинні бути цілком закритого типу.

Розплавлення плавкої вставки не повинне викликати викиду дуги назовні, іскріння або іншого шкідливого впливу на сусідні частини.

14.2 ВСТАНОВЛЮВАЛЬНА АРМАТУРА**14.2.1 Загальні вимоги.**

14.2.1.1 Корпуси арматури повинні виготовлятися з корозійностійкого або відповідно захищеного від корозії і, принаймні, важкозаймистого матеріалу з відповідною механічною міцністю.

Корпуси арматури, призначеної для встановлення на відкритій палубі, в охолоджуваних приміщеннях, рибопереробних цехах та інших сирих місцях, повинні виготовлятися з латуні, бронзи або рівноцінного матеріалу чи з пластмас відповідної якості. Якщо застосовується сталь або сплави алюмінію, то необхідно застосовувати відповідний антикорозійний захист.

У виробках зі сплаву алюмінію не рекомендується виконувати різьбових і посадкових з'єднань деталей.

14.2.1.2 Ізоляційні деталі, до яких кріпляться струмоведучі частини, повинні виготовлятися з матеріалів, що не виділяють займистих від електричної іскри газів при температурі до 500°C включно.

14.2.1.3 Освітлювальна арматура, призначена для встановлення на займистих матеріалах або поблизу них, повинна бути виготовлена так, щоб вона не нагрівалася вище 90°C.

14.2.2 Патрони.

14.2.2.1 Конструкція освітлювальних патронів із гвинтовим цоколем повинна забезпечувати надійне утримання ламп від самовідгвинчування.

14.2.2.2 У патронах не допускається установлення вимикачів.

14.2.2.3 Кожний освітлювальний патрон повинний мати позначену номінальну напругу, а також найбільший допустимий струм або потужність.

14.2.3 Штепсельні з'єднання.

14.2.3.1 Контактні гнізда штепсельних розеток повинні бути такої конструкції, яка забезпечує постійне натискання в контакт з штирем штепсельної вилки.

14.2.3.2 Не допускається застосування штепсельних вилок із розрізними штирями. Штирі штепсельних вилок для струму понад 10А повинні бути циліндричними суцільними або порожнистими.

14.2.3.3 Штепсельні розетки і вилки для напруги понад безпечну повинні мати контакти для підключення заземлюючих жил кабелю приєднуваних споживачів.

14.2.3.4 Штепсельні розетки повинні бути виготовлені таким чином, щоб забезпечувався ступінь захисту незалежно від того, знаходиться вилка в розетці або ні.

14.2.3.5 У штепсельних розетках з номінальним струмом більше 16А повинні бути передбачені вмонтовані вимикачі. Необхідно також передбачити в цих розетках блокування, що виключає можливість приєднання або виймання вилки, якщо вимикач розетки знаходиться у положенні «увімкнено».

14.2.3.6 У штепсельних розетках без блокування відстані між контактами по повітрю і по ізоляційному матеріалу повинні бути такими, щоб не могло виникнути короткого замикання внаслідок перекривання дуги при вийманні вилки, навантаженої струмом на 50% понад номінальний при номінальній напрузі.

14.2.3.7 Штепсельні розетки і вилки повинні мати таку конструкцію, щоб не можна було вставити струмоведучий штир у гніздо заземлення, а конструкція розеток, призначених для підключення двигунів (пристроїв), напрямок обертання (дії) яких залежить від зміни черговості фаз або полюсів, повинна додатково виключати можливість зміни черговості.

При з'єднанні вилки зі штепсельною розеткою частина вилки, що заземлює, повинна входити в контакт з частиною штепсельної розетки, що заземлює, до з'єднання струмоведучих штирів.

14.2.3.8 У штепсельних розетках, вилах і розгалужених гніздах не допускається встановлювати запобіжники.

15. ЕЛЕКТРИЧНІ НАГРІВАЛЬНІ ТА ОПАЛЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ

15.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

15.1.1 Допускається застосування електронагрівальних і опалювальних пристроїв тільки стаціонарного типу.

15.1.2 Живлення електронагрівальних і опалювальних пристроїв повинне здійснюватися від головного розподільного щита або групових щитів, призначених для цієї мети, а також від розподільних щитів освітлення з урахуванням вимог **6.2.1**.

15.1.3 Несівні частини конструкції електронагрівальних і опалювальних пристроїв, а також внутрішні поверхні кожухів повинні виготовлятися цілком із незаймистих матеріалів.

15.1.4 Допустимий струм витoku в нагрітому стані повинний бути не більше 1мА на 1кВт номінальної потужності для будь-якого окремо ввімкненого нагрівального елемента і не більше 10мА для всього приладу.

15.1.5 Електронагрівальні і опалювальні пристрої повинні бути такої конструкції, щоб температура їх частин, якими повинний користуватися персонал або до яких можливе торкання, не перевищувала значень, наведених у табл. 15.1.5.

Таблиця 15.1.5

№ з/п	Частини приладів	Допустимі температури, °С
1	Ручки керування та інші частини, якими повинні користуватися протягом значного часу:	
	металеві	55
	інші	65
2	Те ж, але з якими можливе короткочасне зіткнення:	
	металеві	60
	інші	70
3	Кожухи електричних опалювальних приладів приміщень при температурі навколишнього повітря 20°С	80
4	Повітря, що виходить з електричних опалювальних приладів в приміщення, які обігріваються	110

15.2 ОПАЛЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ

15.2.1 Електричні опалювальні прилади, призначені для приміщень, повинні бути стаціонарними. Вони повинні бути обладнані пристроями, що відключають живлення у разі недопустимого підвищення температури корпусу приладу.

15.2.2 Якщо на опалювальних і нагрівальних приладах не передбачаються вимикальні пристрої, такі пристрої повинні бути встановлені в приміщеннях, де знаходяться ці прилади.

Вимикачі повинні відключати живлення на всіх полюсах або фазах.

15.2.3 Конструкція кожухів електричних опалювальних приладів повинна виключати можливість розміщення на них будь-яких предметів.

15.2.4 Стаціонарні опалювальні прилади на напругу 380В і більше, що допускаються відповідно до табл.4.2.3, повинні мати захисне виконання, що виключає можливість доступу до частин під напругою без застосування спеціального інструмента.

Кожухи повинні бути забезпечені написами, що вказують напругу.

15.2.5 Камбузні електричні нагрівальні прилади повинні виготовлятися таким чином, щоб виключити можливість торкання посуду до частин, які знаходяться під напругою, і щоб витік рідин не викликав короткого замикання або пошкодження ізоляції.

15.2.6 Сауна повинна бути обладнана обмежувачем температури, який повинний відключати електронагрівач від мережі (при цьому повинні знеструмлюватися і кола керування електронагрівача), якщо температура у зоні 0,3м від підволока перевищує 140°С. У цій зоні можуть установлюватися лише пристрої керування електронагрівачами (термостати і обмежувачі температури) та кабелі до них, що витримують температуру не менше 170°С.

Електричні печі саун повинні відповідати вимогам **2.1.5.1** частини VI «Протипожежний захист».

15.3 НАГРІВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ ДЛЯ ПАЛИВА, МАСТИЛА ТА ВОДИ

15.3.1 Крім вимог цього підрозділу, нагрівальні пристрої повинні відповідати вимогам розд.6

частини Х «Котли, теплообмінні апарати і посудини під тиском».

15.3.2 Підігрів палива і масла з температурою спалаху понад 60°C допускається здійснювати електричними підігрівачами за умови виконання вимог **15.3.3** і **15.3.4**.

15.3.3 Підігрівальні пристрої трубопроводів повинні бути обладнані засобами регулювання температури, візуальною сигналізацією про режими роботи, а також візуальною і звуковою сигналізацією про несправності і підвищення допустимої температури.

15.3.4 Пристрої підігріву палива і масла в танках повинні бути обладнані засобами регулювання температури середовища, що нагрівається, датчиками температури поверхні нагрівальних елементів, датчиками мінімального рівня і засобами відключення живлення нагрівачів при перевищенні допустимої верхньої границі температури і при зменшенні рівня нижче мінімального.

15.3.5 Підігрівачі палива і масла повинні бути обладнані пристроями регулювання температури середовища, що нагрівається. Незалежно від пристрою регулювання температури середовища, яке нагрівається, необхідно передбачити пристрій відключення напруги живлення із ручним відблокуванням при досягненні температури поверхні нагрівального елемента принаймні на 15°C нижче температури спалаху.

Для нагрівальних елементів саморегульованого типу захист може не застосовуватися.

15.4 СИСТЕМИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ КАБЕЛІВ НАГРІВАННЯ

15.4.1 Системами із застосування кабелів нагрівання для видалення криги та запобігання зледеніння оснащуються суднові пристрої, обладнання та простори, призначені для:

- виконання судном свого основного призначення (словесна характеристика у символі класу);
- збереження керованості;
- збереження остійності;
- безпеки екіпажу (плоти, шлюпки, трапи, леєра тощо).

15.4.2 Теплопродуктивність таких систем повинна бути не менше:

300Вт/м² для просторів відкритих палуб, гвинтокрильних майданчиків, трапів і перехідних містків;

200Вт/м² для надбудов;

50Вт/м² для леєрних огорож із внутрішнім обігрівом.

15.4.3 У системах із застосуванням електричних кабелів нагрівання повинна бути особливо звернена увага на теплопередачу між кабелем і обладнанням (простором), що обігрівається, щодо ефективності обігріву.

15.4.4 Розподільний щит для цих систем повинний бути обладнаний:

- ватметром або амперметром для індикації загального навантаження;
- відмітною табличкою із указівкою розрахункового навантаження кожного ланцюга, а також щита у цілому;
- пристроєм захисного відключення;
- сигнальними лампами про включення навантаження по кожному ланцюгу.

15.4.5 Кабелі нагрівання повинні бути захищені від перевантаження на 125% номінального струму ланцюга. Для кабелів саморегульованого типу захист від перевантаження може не застосовуватися.

15.4.6 Застосування кабелів нагрівання для обігріву трубопроводів, які проводять горючі середовища, а також трубопроводів і арматури, розташованих у вибухонебезпечних приміщеннях і просторах допускається лише при відповідному виді вибухозахисту, підтвердженому сертифікатами компетентної організації.

16. КАБЕЛІ ТА ПРОВОДИ

16.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

16.1.1 Вимоги даного розділу не поширюються на радіочастотні, телефонні, а також силові кабелі на напругу понад 1000В.

16.2 ЖИЛИ

16.2.1 Жили кабелів, призначених для живлення відповідальних споживачів, повинні бути багатодротовими (див. також **16.8.1.2**).

У табл. **16.2.1** наведені відомості про номінальну кількість дротів у жилі.

16.2.2 З'єднання окремих дротів жили повинне бути зміщеним одне відносно одного за довжиною жили на відстані не менше 500мм.

Такі з'єднання не повинні погіршувати механічних і електричних властивостей дроту, не повинні змінювати перерізу дроту і цілої жили.

Таблиця 16.2.1

Номінальна площа перерізу жили, мм ²	Найменша кількість дротів у жилі	
	круглі неущільнені провідники	ущільнені секторні і круглі провідники
0,5–6	7	–
10–16	7	6
25–35	19	6
50–70	19	15
95	37	15
120–185	37	30
240–300	61	30
<i>Примітка.</i> Співвідношення номінальних діаметрів будь-яких двох дротів у жилі кабелів, ущільнених механічно, не повинне перевищувати значення 1:1,3, а для жил, сформованих геометрично, але неущільнених – 1:1,8.		

16.2.3 Окремі дроти мідних жил із гумовою ізоляцією повинні бути покриті полудою або іншим відповідним сплавом.

Може бути допущена відсутність полуди або іншого стійкого проти корозії покриття зовнішнього звиву або усіх дротів жили із гумовою ізоляцією, якщо підприємством-виробником передбачені заходи, які гарантують, що гумова ізоляція не буде мати шкідливого впливу на метал жили. Для жил, що мають інші види ізоляції, лудження не вимагається.

16.3 ІЗОЛЯЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

16.3.1 Для ізоляції жил кабелів і проводів можуть бути застосовані ізоляційні матеріали, зазначені у табл. 16.3.1.

Таблиця 16.3.1

Типи ізоляційних матеріалів	Позначення ізоляції	Допустима робоча тем- пература, °C ¹
1	2	3
Термопластична пластмаса		
Полівінілхлорид або співполімер вінілхлориду і вінілацетату	PVC	70
Еластомірний компаунд або термореактивна пластмаса		
Етилен-пропіленова гума або подібна (EPM або EPDM)	EPR	90
Етилен-пропіленова гума підвищеної міцності	HEPR	90
Поліетилен сітчастої структури	XLPE	90
Кремнійорганічна гума	S 95	95

Закінчення табл. 16.3.1

1	2	3
Етилен-пропіленова гума або подібна (EPM або EPDM) із безгалогенною композицією	HF EPR	90
Етилен-пропіленова гума підвищеної міцності із безгалогенною композицією	HF HEPR	90
Поліетилен сітчастої структури із безгалогенною композицією	HF XLPE	90
Кремнійорганічна гума із безгалогенною композицією	HF S 95	95
Поліолефін сітчастої структури із безгалогенною композицією	HF 90	90
¹ Температура проводу для розрахунку допустимого тривалого навантаження струмом кабелів.		

16.4 ОБОЛОНКИ

16.4.1 Захисні оболонки кабелів і проводів можуть виготовлятися із таких матеріалів:

- .1 неметалеві матеріали, зазначені у табл. 16.4.1;
- .2 свинець;
- .3 мідь.

Таблиця 16.4.1

Типи ізоляційних матеріалів	Позначення ізоляції	Допустима робоча температура, °C
Термопластична пластмаса		
Полівінілхлорид або співполімер вінілхлориду і вінілацетату	ST 1 ST 2	60 85
Безгалогенна композиція	SHF 1	85
Еластомірний компаунд або термореактивна пластмаса		
Поліхлорпренова гума	SE 1	85
Хлорсульфінований поліетилен або хлорована поліетиленова гума	SH	85
Безгалогенна композиція	SHF	85

16.4.2 Захисні оболонки повинні бути однакової товщини, у межах допустимих відхилень, за усією виробничою довжиною кабелю та облягати жили кабелю концентрично.

Оболонки повинні утворювати непроникне покриття, що щільно прилягає до жил, які захищені.

16.4.3 Свинцеві оболонки кабелів необхідно виготовляти з відповідних сплавів, що регламентуються національними стандартами.

Оболонки із чистого свинцю можна застосовувати тільки тоді, коли свинцева оболонка буде покрита додатковою захисною оболонкою.

16.5 ЗАХИСНІ ПОКРИТТЯ

16.5.1 Екрануюче обплетення повинне виготовлятися із мідного лудженого дроту або з алюмінієвої стрічки з полімерним покриттям і дренажним лудженим мідним дротом. Якщо застосовується мідний нелуджений дріт, він повинний бути захищений відповідною оболонкою.

Неекрановані обплетення можуть виготовлятися зі сталевго оцинкованого дроту.

Обплетення повинне бути рівномірним, а його щільність повинна бути такою, щоб його маса, принаймні, дорівнювала 90% маси трубки того ж діаметра, виготовленої з такого ж матеріалу і з товщиною стінки, що дорівнює діаметру дроту обплетення.

16.5.2 Металева броня повинна виготовлятися з відпалених оцинкованих сталевго дроту чи стрічки, намотаних спіралью з відповідним кроком спуску на оболонку кабелю або на додаткову подушку на оболонці таким чином, щоб вони утворили суцільний циліндричний прошарок, що забезпечує захист і гнучкість кабелю.

За особливою вимогою броня може бути виготовлена зазначеним вище методом із немагнітних металів.

16.5.3 Броня або обплетення кабелів, виготовлені зі сталевго стрічки або дроту, повинні бути надійно захищені проти корозії.

16.5.4 Подушка під броню повинна виготовлятися з вологостійких матеріалів.

16.6 МАРКУВАННЯ

16.6.1 Кабелі з ізоляцією із гуми або із полівінілхлорвінілу для граничних температур на жилі понад 60°C необхідно позначати способом, що дозволяє їх ідентифікувати.

16.6.2 Жили кабелю повинні бути марковані способом, що забезпечує достатню збереженість маркування.

У багатожильних кабелів із жилами, розташованими в декількох концентричних прошарках, принаймні дві суміжні жили в кожному прошарку необхідно маркувати різними кольорами.

16.6.3 Вогнестійкі кабелі повинні мати відмітне маркування.

16.7 МОНТАЖНІ ПРОВОДИ

16.7.1 Для внутрішнього з'єднання в розподільних щитах і електричних пристроях можна застосовувати одножильні ізольовані проводи (див. також табл. 16.3.1).

16.7.2 Неізольовані проводи і шини допускається застосовувати тільки для внутрішнього монтажу електричних пристроїв.

Зовнішній монтаж неізольованими проводами або шинами допускається за умови надійного їх огороження.

16.8 КАБЕЛЬНА МЕРЕЖА

16.8.1 Загальні вимоги.

16.8.1.1 Повинні застосовуватися негорючі і непоширюючі горіння кабелі і проводи з мідними жилами, виготовлені відповідно до вимог цієї частини Правил, ДСТУ ІЕС 60092-350, ДСТУ ІЕС 60092-353, ДСТУ ІЕС 60092-360, ДСТУ ІЕС TR 60092-370, ДСТУ ІЕС 60092-376, а також вимог відповідних стандартів ІЕС та стандартів ІЕС 60092-352 і ІЕС 60092-354.

Кабелі, виготовлені і випробувані відповідно до інших стандартів, чим вказано вище, можуть бути допущені до використання на судах за умови, що вони відповідають вимогам міжнародних або національних стандартів і по рівню безпеки є еквівалентними або перевершують стандарти, вказані вище.

Застосування гнучких кабелів, оптико-волоконних тощо, які використовуються для спеціальних цілей, може бути допущено за умови, що вони виготовлені і випробувані відповідно до схвалених стандартів. При цьому можуть застосовуватися стандарти: ДСТУ ІЕС 60331-23 або відповідний стандарт ІЕС – для кабелів передавання даних і ДСТУ ІЕС 60331-25 або відповідний стандарт ІЕС – для оптико-волоконних кабелів.

Відносно випробувань кабелів на вогнестійкість повинні застосовуватися стандарти ІЕС 60331-1 – для кабелів із зовнішнім діаметром більшим 20мм і ДСТУ ІЕС 60331-21 або відповідний стандарт ІЕС або ІЕС 60331-2 – для інших діаметрів.

16.8.1.2 Повинні застосовуватися кабелі і проводи із багатодрововими жилами і площею поперечного перерізу жили не менше:

1 1,0мм² – у колах живлення, керування і сигналізації відповідальних пристроїв і у колах живлення інших пристроїв;

2 0,75мм² – у колах керування і сигналізації;

3 0,5мм² – у колах контрольно-вимірювальних і внутрішнього зв'язку із кількістю жил у кабелі не менше чотирьох.

Для живлення невідповідальних пристроїв допускається застосування кабелів з однодротовою жилою площею перерізу 1,5 мм² і менше.

У колах передачі даних допускається застосування високочастотних кабелів з діаметром жили 0,4 – 0,8мм, з урахуванням механічної міцності таких кабелів згідно з стандартом ДСТУ ІЕС TR 60092-370 або відповідним стандартом ІЕС.

16.8.1.3 У мережах із великими індуктивними і ємнісними навантаженнями повинні застосовуватися кабелі, розраховані на робочу напругу, що дорівнює приблизно подвоєній номінальній напрузі мережі.

16.8.1.4 Найбільша допустима температура для ізоляції жили встановлюваного кабелю або дроту повинна бути принаймні на 10°C вище передбачуваної температури навколишнього середовища.

16.8.1.5 У місцях, що піддаються впливу нафтопродуктів або іншого агресивного середовища, повинні застосовуватися кабелі, що мають оболонку, стійку до впливу такого середовища. Кабелі, що не мають цих властивостей, допускається прокладати у таких місцях тільки в металевих трубах (див.16.8.8).

16.8.1.6 У місцях, де кабелі можуть піддаватися механічним пошкодженням, повинні прокладатися кабелі, що мають відповідну броню, а кабелі інших типів повинні в таких місцях захищатися або прокладатися в трубах (див. **16.8.8**).

16.8.1.7 Кабелі, що живлять електричні приводи спринклерної системи і пожежного насоса від аварійного джерела електричної енергії, прокладені через шахти машинних приміщень категорії А, камбузи, сушильні та інші подібні приміщення високої пожежної небезпеки, повинні бути вогнестійкими або захищеними від впливу полум'я.

Зазначені вище вимоги стосуються також кабелів дистанційного керування цих пристроїв.

16.8.1.8 Кабелі відповідальних і аварійних пристроїв, а також кабелі пристроїв, що необхідні для роботи в умовах пожежі, включаючи кабелі їх живлення (див. **16.8.1.11**), не повинні прокладатися у трасах, що проходять через приміщення із високою пожежною небезпекою (див. **16.8.1.9**) та на доповнення для пасажирських суден – через головні вертикальні протипожежні зони, за винятком випадків, коли самі пристрої розташовані у цих приміщеннях. У випадках необхідності такого прокладання кабелі повинні бути вогнестійкими і відповідати **16.8.1.1**.

16.8.1.9 До приміщень із високою пожежною небезпекою відносяться:

- машинні приміщення категорії А;
- приміщення, у яких розташоване обладнання для підготування палива та інших легкозаймистих речовин;
- камбузи та їх допоміжні приміщення, що містять обладнання для приготування їжі;
- пральні, що містять обладнання для сушіння;
- житлові приміщення підвищеної пожежної небезпеки;
- малярські, комори та подібні приміщення для зберігання займистих рідин;
- закриті та напівзакриті вибухонебезпечні приміщення, для яких вимагається установка електричного обладнання вибухозахищеного виконання.

16.8.1.10 Кабелі, розподільні пристрої, комутаційні та захисні апарати, установлювальна арматура, що відноситься до пристроїв, зазначених в **16.8.1.11**, повинні бути такої конструкції або установлюватися таким чином, щоб звести до мінімуму імовірність виходу із ладу цих пристроїв у випадку пожежі у будь-якому із таких приміщень або зон.

16.8.1.11 До пристроїв, що необхідні для роботи в умовах пожежі відносяться:

- авральна сигналізація;
- сигналізація виявлення пожежі;
- системи пожежогасіння;
- сигналізація попередження про пуск систем пожежогасіння;
- пристрої керування протипожежними дверима із показчиками їх положення;
- пристрої керування водонепроникними дверима із показчиками їх положення і попереджувальною сигналізацією;
- аварійне освітлення;
- командно-трансляційний пристрій;
- низькорозташоване освітлення;
- дистанційне аварійне відключення систем, робота яких може підтримувати поширення пожежі і/або вибуху.

16.8.1.12 Застосування вогнестійких кабелів для пристроїв, зазначених у **16.8.1.11**, не обов'язково, якщо:

.1 безвідмовне функціонування пристрою забезпечене, принаймні, двопетлевим або радіальним прокладанням кабелів, прокладених на максимально можливому віддаленні один від одного так, що при виході із ладу однієї петлі або радіального променю, ті, що залишилися, зберігають працездатність пристроїв;

.2 пристрої мають самоконтроль при таких пошкодженнях, як коротке замикання, обрив ланцюга чи кола, замикання на корпус або безвідмовне функціонування цих пристроїв забезпечується дублюванням кабелів, прокладених різними трасами на максимально можливому віддаленні один від одного.

16.8.2 Добір кабелів і проводів за навантаженнями.

16.8.2.1 Тривалі допустимі струмові навантаження для одножильних кабелів і проводів із різноманітними ізоляційними матеріалами повинні відповідати зазначеним у табл. 16.8.2.1.

Наведені у цій таблиці струмові навантаження стосуються таких прокладань кабелів:

.1 при прокладанні не більше шести кабелів у одному пучку або в один ряд із щільним

приляганням один до одного;

.2 при прокладанні кабелів у два ряди, незалежно від кількості кабелів у ряду, за умови, що між групою або пучком із шести кабелів є вільний простір для циркуляції повітря.

У разі прокладання більше шести кабелів у пучку, що можуть бути одночасно навантажені номінальним струмом, або за відсутності вільного простору між ними для циркуляції повітря, допустимі таблицею струмові навантаження для даного перерізу повинні бути знижені на 15% (коефіцієнт 0,85).

Таблиця 16.8.2.1. Тривалі допустимі струмові навантаження, А, одножильних кабелів і дротів з ізоляцією із різноманітних матеріалів для температури навколишнього середовища 45°C

Номінальний переріз жили, мм ²	Ізоляційний матеріал				
	Полівініл-хлорид звичайний	Полівініл-хлорид теплостійкий	Бутилова гума	Етилен-пропіленова гума, поліетилен сітчастої структури	Силіконова гума або мінеральна ізоляція
	Максимальна робоча допустима температура жили, °C				
	60	75	80	85	95
1	8	13	15	16	20
1,5	12	17	19	20	24
2,5	17	24	26	28	32
4	22	32	35	38	42
6	29	41	45	48	55
10	40	57	63	67	75
16	54	76	84	90	100
25	71	100	110	120	135
35	87	125	140	145	165
50	105	150	165	180	200
70	135	190	215	225	255
95	165	230	260	275	310
120	190	270	300	320	360
150	220	310	340	365	410
185	250	350	390	415	470
240	290	415	460	490	—
300	335	475	530	560	—

16.8.2.2 Величини номінальних струмових навантажень в амперах, для перерізів, наведених у табл. 16.8.2.1, а також для будь-яких перерізів розраховуються за формулою

$$I = \alpha S^{0,625} \quad (16.8.2.2)$$

де α – коефіцієнт, що відповідає максимально допустимій робочій температурі жили, який визначається за табл. 16.8.2.2; S – номінальний переріз жили, мм².

16.8.2.3 Допустимі струмові навантаження для дво-, три- і чотирижильних кабелів повинні визначатися шляхом зниження навантаження, зазначеного у табл. **16.8.2.1** для даного перерізу, за допомогою таких поправочних коефіцієнтів:

Таблиця 16.8.2.2

Максимально допустима температура жили, °C	Коефіцієнт α для номінальної площі перерізу жили S , мм ²	
	$\geq 2,5$	$< 2,5$
60	9,5	8
65	11	10
70	12	11,5
75	13,5	13
80	15	15
85	16	16
90	17	18
95	18	20

0,85 – для двожильних кабелів, 0,70 – для три- і чотирижильних кабелів.

16.8.2.4 Допустимі струмові навантаження кабелів і дротів, встановлених у колах і з повторно-короткочасним або короткочасним навантаженням, повинні визначатися множенням тривалих навантажень кабелів, зазначених у табл. 16.8.2.1 або обраних за **16.8.2.2**, на поправочні коефіцієнти, зазначені у табл. 16.8.2.4.

Таблиця 16.8.2.4. Поправочні коефіцієнти для кабелів і дротів з металевою і без металевої оболонки

Номинальний переріз жили, мм ²	Повторно-коротко- часний режим ПВ 40 %		Короткочасна робота, 30хв		Короткочасна робота, 60хв	
	Кабелі та проводи					
	з металевими оболонками	без металевих оболонок	з металевими оболонками	без металевих оболонок	з металевими оболонками	без металевих оболонок
1	2	3	4	5	6	7
1	1,24	1,09	1,06	1,06	1,06	1,06
1,5	1,26	1,09	1,06	1,06	1,06	1,06
2,5	1,27	1,10	1,06	1,06	1,06	1,06
4	1,30	1,14	1,06	1,06	1,06	1,06
6	1,33	1,17	1,06	1,06	1,06	1,06
10	1,36	1,21	1,08	1,06	1,06	1,06
16	1,40	1,26	1,09	1,06	1,06	1,06
25	1,42	1,30	1,12	1,06	1,06	1,06
35	1,44	1,33	1,14	1,07	1,07	1,06
50	1,46	1,37	1,17	1,08	1,08	1,06
70	1,47	1,40	1,21	1,09	1,09	1,06
95	1,49	1,42	1,25	1,12	1,11	1,07
120	1,50	1,44	1,28	1,14	1,12	1,07
150	1,51	1,45	1,32	1,17	1,14	1,08
185	—	—	1,36	1,20	1,16	1,09
240	—	—	1,41	1,24	1,18	1,10
300	—	—	1,46	1,28	1,20	1,12

16.8.2.5 Допустимі струмові навантаження, зазначені в табл. 16.8.2.1, наведені для температури навколишнього середовища, що дорівнює 45°C.

Значення поправочних коефіцієнтів для перерахунку допустимих навантажень, що повинні вводитися в залежності від температури навколишнього середовища, наведені в табл. 16.8.2.5.

Таблиця 16.8.2.5. Значення поправочних коефіцієнтів залежно від температури навколишнього середовища

Гранична температура жили, °C	Температура навколишнього середовища, °C										
	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
60	1,29	1,15	1,00	0,82	—	—	—	—	—	—	—
65	1,22	1,12	1,00	0,87	0,71	—	—	—	—	—	—
70	1,18	1,10	1,00	0,89	0,77	0,63	—	—	—	—	—
75	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,71	0,58	—	—	—	—
80	1,13	1,07	1,00	0,93	0,85	0,76	0,65	0,53	—	—	—
85	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61	0,50	—	—
90	1,10	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,74	0,67	0,58	0,47	—
95	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71	0,63	0,55	0,45

16.8.2.6 При виборі кабелів для кінцевих кіл освітлення або нагрівальних приладів не повинні застосовуватися ніякі поправочні коефіцієнти струмового навантаження та одночасності.

16.8.2.7 Кабелі повинні бути розраховані таким чином, щоб вони могли витримати максимальний струм короткого замикання, що протікає по колу з урахуванням струмочасової характеристики захисних пристроїв і пікового значення очікуваного струму короткого замикання в першому напівперіоді.

16.8.2.8 Кабелі, що прокладаються паралельно для однієї і тієї ж фази або полюса, повинні бути одного типу, прокладатися спільно і мати однакові перерізи не менше ніж 10мм² і однакову довжину.

16.8.3 Вибір площі перерізу кабелів на допустиме падіння напруги.

16.8.3.1 Падіння напруги на кабелі, що з'єднує генератори з головним розподільним щитом або з аварійним розподільним щитом, не повинне перевищувати 1%.

16.8.3.2 Падіння напруги між збірними шинами головного розподільного щита або аварійного розподільного щита і будь-якими точками установки при нормальних умовах роботи не повинне перевищувати 6% номінальної напруги, а для споживачів, що живляться від акумуляторної батареї з номінальною напругою до 50В, ця величина може бути збільшена до 10%.

Для кіл сигнально-розпізнавальних ліхтарів може бути потрібне обмеження падіння напруги на меншу величину для забезпечення необхідних світлових характеристик.

При короткочасних навантаженнях, наприклад, під час пуску електричних двигунів, можуть бути допущені великі падіння напруги, якщо це не викликає порушення у роботі суднової електричної установки.

16.8.3.3 Кабелі, що служать для живлення електричних двигунів змінного струму з прямим пуском, повинні бути так розраховані, щоб падіння напруги на клеммах двигуна в момент пуску не перевищувало 25% номінальної напруги.

16.8.4 Прокладання кабелів.

16.8.4.1 Кабелі повинні бути прокладені по можливості по прямим і доступним трасам.

Траси повинні проходити через місця, в яких кабелі не будуть піддаватися тривалому впливу масла, палива, води і надмірного зовнішнього підігріву.

Кабельні траси повинні знаходитися на відстані не менше 100мм від джерел тепла.

16.8.4.2 На відстані менше 50мм від подвійного дна і від цистерни палива або масла не повинні прокладатися будь-які кабелі.

Від зовнішньої обшивки, а також від протипожежних, водонепроникних і газонепроникних перегородок та палуб кабелі повинні знаходитися на відстані не менше 20мм.

16.8.4.3 При прокладанні кабельних пучків, не випробуваних на поширення полум'я, повинні бути передбачені наступні заходи:

.1 повинні бути застосовані вогнезатримуючі конструкції, принаймні класу В-0 (див. також **2.1.2.5** частини VI «Протипожежний захист») на входах кабельних пучків у головний розподільний щит, аварійний розподільний щит, центральні пости керування, щити централізованого керування силовою установкою і механізмів відповідального призначення, а також на кожному кінці цілком закритих трас (див. рис. 16.8.4.3,*а*);

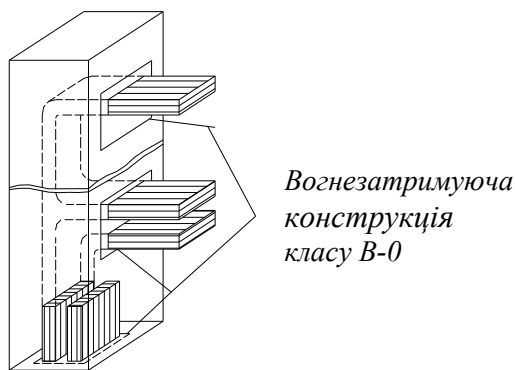


Рис. 16.8.4.3,*а*. Захист цілком закритої кабельної траси класу В-0

.2 у закритих і напівзакритих приміщеннях і просторах кабельні пучки, прокладені в напівзакритих і відкритих трасах, повинні бути захищені:

вогнестійкою масою, накладеною за всією довжиною для вертикальних трас і ділянками довжиною 1м з інтервалами 14м – для горизонтальних трас (див. рис. 16.8.4.3,*б*), або шляхом застосування вогнезатримуючих конструкцій класу В-0, принаймні на кожній другій палубі чи через кожні 6м для вертикальних трас і через кожні 14м для горизонтальних трас (див. рис. 16.8.4.3,*в*).

Вогнезатримуючі конструкції повинні виконуватися із сталевих листів товщиною не менше 3мм і розмірами, зазначеними на рис. 16.8.4.3,*г*;

.3 кабельні пучки, що прокладаються у вантажних трюмах, повинні бути захищені шляхом застосування вогнезатримуючих конструкцій класу В-0 принаймні у краях трюму.

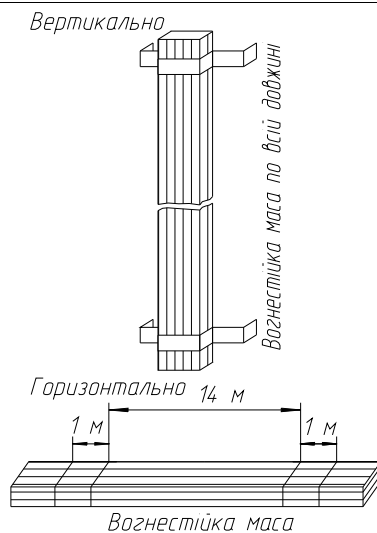


Рис. 16.8.4.3,б. Захист кабельної траси вогнестійкою масою

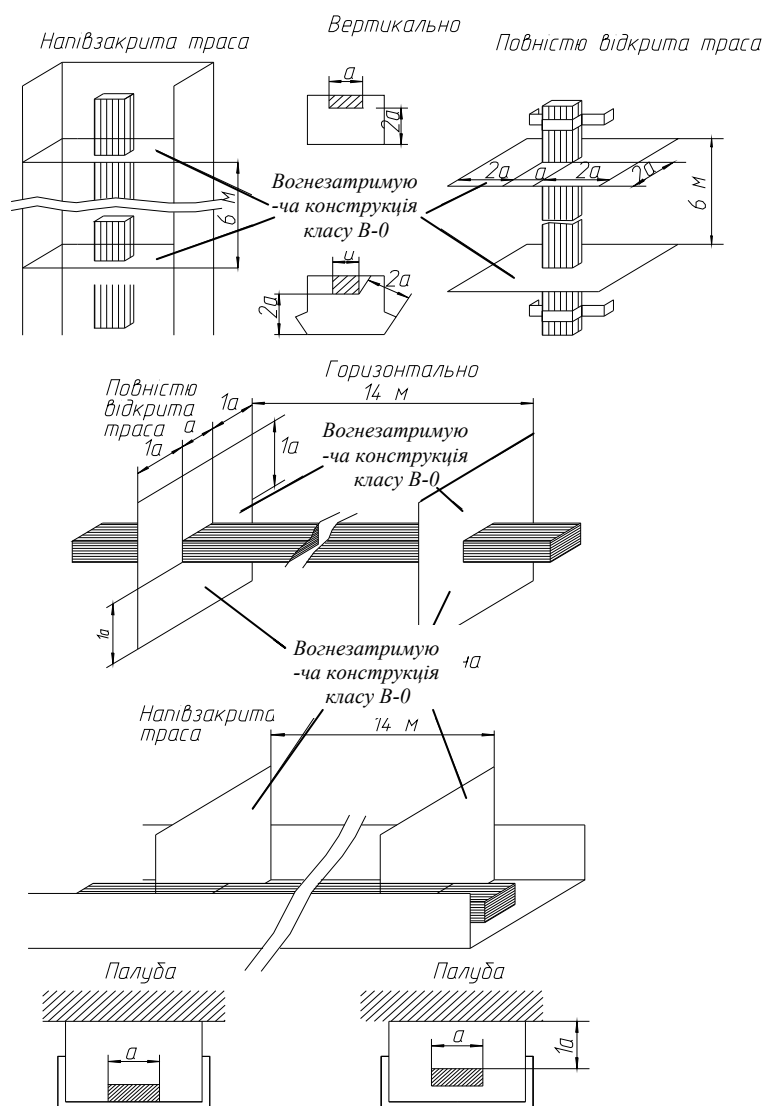


Рис. 16.8.4.3,в. Захист кабельних трас вогнезатримуючими конструкціями класу В-0

16.8.4.4 Кабелі із зовнішньою металевією оболонкою допускається прокладати на конструкціях із легкого металу або кріпити за допомогою скоб із легкого металу лише у разі застосування надійного антикорозійного захисту.

16.8.4.5 У трюмах суховантажних суден, призначених для перевезення небезпечних вантажів, як

правило, прокладання транзитних кабелів не допускається.

У разі необхідності такого прокладення повинні бути виконані вимоги **2.9**.

16.8.4.6 Кабелі, які прокладаються на риболовецьких суднах у місцях, що піддаються впливу солі, повинні бути відповідно захищені кожухами або мати оболонки, стійкі до впливу солі.

16.8.4.7 Рекомендується не прокладати кабелі під настилом машинних приміщень. Якщо таке прокладання необхідне, то кабелі повинні прокладатися в металевих трубах або в закритих каналах (див. **16.8.8**).

16.8.4.8 У кабелів, що прокладаються крізь розширювальні з'єднання корпусу, повинні бути передбачені компенсаційні петлі радіусом, достатнім для такого з'єднання. Внутрішній діаметр петлі повинний бути не менше 12 зовнішніх діаметрів кабелю.

16.8.4.9 Прокладання кабелів з ізоляцією на різні допустимі температури в загальних кабельних трасах повинне здійснюватися таким чином, щоб кабелі не нагрівалися вище допустимої температури.

16.8.4.10 Кабелі з різними захисними оболонками, з яких менш стійкі можуть піддаватися пошкодженню, не повинні прокладатися у загальній трубі, загальному жолобі або іншим способом спільної незакріпленої прокладки.

16.8.4.11 Жили багатожильних кабелів не повинні використовуватися для живлення і керування не пов'язаних один з одним відповідальних пристроїв.

У багатожильному кабелі не допускається застосування одночасно безпечної напруги і робочих напруг, що перевищують безпечні.

16.8.4.12 У разі живлення пристроїв по двох окремих фідерах вони повинні прокладатися різними трасами, по можливості на максимальній відстані один від одного в горизонтальному і вертикальному напрямках.

16.8.4.13 У разі прокладання кабелів у каналах та інших конструкціях, виготовлених із горючих матеріалів, райони прокладання кабелів повинні бути захищені від загоряння за допомогою таких вогнезахисних засобів, як облицювання, покриття або просочення.

16.8.4.14 Кабелі, що прокладаються, не повинні бути утоплені в теплову або звукову ізоляцію, якщо вона виготовлена із займистих матеріалів. Від такої ізоляції кабелі повинні бути відділені облицюванням із незаймистого матеріалу або розташовані на відстані не менше 20 мм від неї.

У разі прокладання в тепловій або звуковій ізоляції, виготовлених з незаймистих матеріалів, кабелі повинні бути розраховані з відповідним зниженням навантаження.

16.8.4.15 Кабелі, що прокладаються в охолоджуваних приміщеннях, повинні мати захисну оболонку з металу, поліхлоропренової гуми або з іншого матеріалу, стійкого до впливу холодильного агента. Якщо кабелі мають броню, то вона повинна бути у належний спосіб захищена від корозії.

16.8.4.16 Кабель в охолоджуваних приміщеннях повинний прокладатися на перфорованих панелях або мостах і кріпитися у такий спосіб, щоб зберігся вільний простір між кабелем і стінками приміщення. Панелі, мости і кріпильні скоби повинні бути захищені від корозії.

Якщо кабелі перетинають теплову ізоляцію охолоджуваного приміщення, то вони повинні проходити крізь неї під прямим кутом у відповідній втулці, ущільненій з обох боків.

16.8.4.17 Під час прокладання кабелів повинні бути витримані мінімальні внутрішні радіуси вигинів кабелів відповідно до табл. 16.8.4.17.

Мінімальні внутрішні радіуси вигину високочастотних кабелів передачі даних повинні бути не менше 8 зовнішніх діаметрів для неекраниваних і 10 зовнішніх діаметрів для екраниваних кабелів.

16.8.4.18 Кабелі і заземлюючі перемички обладнання, встановленого на амортизаторах, повинні бути підведені таким чином, щоб вони не пошкоджувалися в умовах експлуатації.

16.8.4.19 Кабелі, що прокладаються на відкритих частинах судна і щоглах, повинні бути захищені від прямого впливу сонячної радіації.

16.8.5 Кріплення кабелів.

16.8.5.1 Кабелі повинні бути відповідно закріплені за допомогою скоб, затискачів, обойм тощо, виготовлених з металу або негорючого чи важкозаймистого матеріалу.

Поверхня кріплення повинна бути достатньо широкою і не мати гострих країв. Кріплення повинні бути підібрані таким чином, щоб кабелі кріпилися міцно без пошкодження їх захисних оболонок.

Таблиця 16.8.4.17

Тип кабелю		Зовнішній діаметр кабелю, мм	Мінімальний радіус вигину кабелю
Матеріал ізоляції кабелю	Вид захисної оболонки кабелю		
Гума або поліхлорвініл	Бронювання металевою стрічкою або дротом	Будь-який	10d
	Металеve обплетення	Будь-який	6d
	Сплав свинцю і броня	Будь-який	6d
	Інші оболонки	До 9,5	3d
		9,5 до 25,4	4d
		Понад 25,4	6d
Лакотканина	Будь-яка	Будь-який	8d
Мінеральна ізоляція	Металева	До 7	2d
		7 до 12,7	3d
		Понад 12,7	4d
Етилен-пропіленова гума або поліетилен сітчастої структури	Напівпровідна і/або металева	25 і більше	10d

16.8.5.2 Відстані між кріпленнями кабелів при горизонтальному прокладанні не повинні перевищувати наведених у табл. 16.8.5.2.

У разі прокладання кабельних трас на спеціальних конструкціях (кабельних драбинах) всередині приміщень відстань між кріпленнями кабелів може бути збільшена до 900мм. При цьому відстань між опорами кабельних трас (перекладинами драбини) не повинна перевищувати 400мм.».

У разі вертикального прокладання кабелів ці відстані можуть бути збільшені на 25%.

Таблиця 16.8.5.2

Зовнішній діаметр кабелю, мм		Відстань між кріпленнями, мм, для кабелів		
понад	до	без броні	з бронею	з мінеральною ізоляцією
–	8	200	250	300
8	13	250	300	370
13	20	300	350	450
20	30	350	400	450
30	–	400	450	450

16.8.5.3 Кріплення кабелів повинне бути виконане у такий спосіб, щоб механічні зусилля, що виникають у кабелях, не передавалися на їх вводи і приєднання.

16.8.5.4 Кабельні траси і кабелі, що прокладаються паралельно обшивці корпусу судна, повинні кріпитися до набору корпусу, а не до обшивки.

На водонепроникних перегородках і щоглах кабелі повинні кріпитися на спеціальних конструкціях (касетах, мостах, подушках тощо).

16.8.5.5 Кабелі, що йдуть паралельно перегородкам, які зазнають відпрівання, повинні прокладатися на містках або на перфорованих панелях таким чином, щоб зберігся простір між кабелями і перегородками.

16.8.5.6 Кабельні траси повинні прокладатися з мінімальною кількістю перетинань. У місцях перетинання кабелю повинні застосовуватися містки. Між містком і перехресною з ним кабелю трасою повинний залишатися повітряний зазор не менше 5мм.

16.8.5.7 Для суден з непровідних матеріалів допускається рівноцінна заміна вимог по прокладанню, кріпленню й ущільненню проходів кабелів і кабельних трас, необхідних згідно з Правилами для сталевих суден, обумовлених технологією виготовлення корпусів з непровідних матеріалів, застосовуваними матеріалами тощо.

16.8.6 Проходи кабелів через палуби і перегородки.

16.8.6.1 Проходи кабелів через водонепроникні, газонепроникні та протипожежні перегородки і палуби повинні бути ущільнені.

Ущільнення в місцях проходів кабелів через водонепроникні, газонепроникні та протипожежні перегородки і палуби не повинні знижувати їх непроникність, причому на кабелі не повинні передаватися зусилля, що виникають від пружних деформацій корпусу.

16.8.6.2 У разі прокладання кабелю через проникні перегородки або елементи набору товщиною

менше 6мм в отвори для проходу кабелів повинні встановлюватися облицювання та втулки, які запобігають пошкодженню кабелю.

За товщини перегородок або набору понад 6мм та більше встановлювати облицювання або втулку не потрібно, але кромки отвору повинні бути заокруглені.

16.8.6.3 Прокладання кабелів через водонепроникні палуби повинне бути виконане одним із таких способів:

.1 у металевих трубах (стояках), що виступають над палубою на висоту не менше 900мм, у місцях, де можливі механічні пошкодження кабелю, і на висоту не менше висоти комінгса дверей для даного приміщення, де немає такої можливості;

.2 у спільних металевих стаканах або в коробках з додатковим захистом кабелів кожухами висотою, зазначеною в **16.8.6.3.1**.

Коробки повинні бути ущільнені ущільнювальними масами, а труби повинні мати сальники або бути ущільнені кабельною масою.

16.8.6.4 Внутрішній поперечний переріз кожного проходу має бути заповнений кабелями не більше ніж на 40%. Для модульних систем ущільнення міра заповнення проходу визначається відповідно до схваленої конструкції.

16.8.7 Ущільнювальні маси.

16.8.7.1 Для заповнення кабельних коробок у водонепроникних перегородках і палубах повинні застосовуватися ущільнювальні маси, що характеризуються міцним зчепленням із внутрішніми поверхнями кабельних коробок і оболонками кабелів, стійкими до впливу води і нафтопродуктів, що не дають усадок і порушень герметичності при тривалій експлуатації в умовах, зазначених у **2.1.1** і **2.1.2**.

16.8.7.2 Ущільнення кабельних проходів через протипожежні перегородки повинні бути такими, щоб вони витримали стандартне випробування вогнестійкості, передбачене для перегородки даного типу в **2.1.2** частини VI «Протипожежний захист».

16.8.8 Прокладання кабелів у трубах і кабельних каналах.

16.8.8.1 Металеві труби і канали, в яких прокладаються кабелі, повинні бути захищені від корозії з внутрішнього і зовнішнього боку. Внутрішня поверхня труб і каналів повинна бути рівною і гладкою. Кінці труб і каналів повинні бути оброблені або захищені у такий спосіб, щоб під час втягування кабелі не піддавалися пошкодженню.

Кабелі з оболонкою зі свинцю, що не мають додаткового захищеного покриття, не повинні прокладатися в трубах і каналах.

16.8.8.2 Радіус вигину труби і каналу повинний бути не менше допустимого для прокладеного в ній кабелю найбільшого діаметра (див. **16.8.4.18**).

16.8.8.3 Сумарна площа поперечних перерізів усіх кабелів, визначена по їх зовнішніх діаметрах, не повинна перевищувати 40% площі внутрішнього поперечного перерізу труби і каналу.

16.8.8.4 Труби і канали повинні бути механічно і електрично безперервними і надійно заземленими, якщо це заземлення вже не здійснене способом прокладення труб і каналів.

16.8.8.5 Труби і канали повинні прокладатися так, щоб у них не могла накопичуватися вода. У разі потреби в трубах і каналах повинні передбачатися вентиляційні отвори по можливості у найвищих і найнижчих точках так, щоб забезпечувалася циркуляція повітря і запобігалася конденсація пари. Отвори в трубах і каналах допускаються тільки в місцях, де це не збільшує небезпеки вибуху або пожежі.

16.8.8.6 Труби і канали для прокладання кабелів, що прокладені уздовж корпусу судна і в яких можуть виникати пошкодження, викликані деформацією корпусу судна, повинні мати компенсаційний пристрій.

16.8.8.7 Якщо відповідно до **16.8.1.1** дозволено застосування кабелів із займистою оболонкою, то їх прокладання повинне проводитися в металевих трубах.

16.8.8.8 Кабелі, прокладені у трубах і каналах по вертикалі, повинні бути закріплені так, щоб вони не пошкоджувалися від розтягу через власну вагу.

16.8.8.9 Допускається застосування кабельних жолобів/захисних кожухів схваленого типу, виготовлених із армованих і не армованих термопластичних полімерних матеріалів, таких як полівінілхлорид (PVC) або армована волокном пластмаса (FRP).

Захисний кожух при цьому повинний мати замкнутий круглий чи інший замкнутий переріз.

16.8.8.10 Кабельні жолоби/захисні кожухи із полімерних матеріалів повинні бути забезпечені металевими кріпленням і стяжками для того, щоб у випадку пожежі запобігти падінню цих

жолобів/кожухів і кабелів та уникнути травмування персоналу або захаращення шляхів евакуації.

Кабельні жолоби/захисні кожухи із полімерних матеріалів, прокладені на відкритих палубах, повинні бути захищені від ультрафіолетового випромінювання.

16.8.8.11 Вагове навантаження на кабельні жолоби/захисні кожухи із полімерних матеріалів повинне бути у межах безпечного робочого навантаження, що визначається на випробуваннях.

Відстань між вузлами кріплення повинна вибиратися із урахуванням рекомендацій виготовлювача, але повинна бути не більше визначеної при випробуваннях безпечного робочого навантаження. Як правило, відстань між кріпленнями не повинна бути більша 2м.

При визначенні місць установлення вузлів кріплення і відстані між ними необхідно враховувати наступні фактори: розміри жолобів/кожухів, механічні та фізичні властивості матеріалу, із якого вони виготовлені, їх масу, навантаження, викликане вагою кабелів, зовнішніми силами, зусиллями на розтягання і вібрацією, максимальне прискорення вібрації, якому можуть бути піддані жолоби/кожухи, та можливі поєднання цих факторів.

16.8.8.12 Загальна площа поперечних перерізів усіх кабелів, прокладених у кабельних жолобах/захисних кожухах із полімерних матеріалів, крім випадків одиночної прокладки кабелів, не повинна перебільшувати 40% площі внутрішнього поперечного перерізу жолоба/кожуха.

16.8.9 Спеціальні вимоги до прокладання одножильних кабелів змінного струму.

16.8.9.1 Рекомендується не застосовувати одножильні кабелі для змінного струму. Якщо прокладання таких кабелів необхідне, то кабелі на номінальну силу струму, що перевищує 20А, повинні задовольняти таким вимогам:

.1 кабелі не повинні мати покриттів із магнітного матеріалу;

.2 кабелі, що належать до одного ланцюга/кола, повинні прокладатися в одній трасі або в одній металевій трубі та мати мінімально можливу довжину. Допускається прокладання таких кабелів кожного у своєму немагнітному екрані (трубі), заземленому в одній точці та ізольованому від екранів інших кабелів і корпусу судна;

.3 кабельні кріплення, за винятком виготовлених із немагнітних матеріалів, повинні охоплювати всі одножильні кабелі одного ланцюга/кола;

.4 відстань між кабелями повинна бути не більше одного діаметра кабелю.

16.8.9.2 Під час прокладання одножильних кабелів через перегородки або палуби, між кабелями, що належать до одного ланцюга/кола, не повинний знаходитися магнітний матеріал. Відстань між такими кабелями і магнітними матеріалами повинна бути не менше 50мм.

16.8.9.3 Якщо одножильні кабелі з номінальним струмом понад 250А прокладаються паралельно сталевим конструкціям, то відстань між кабелями і цими конструкціями повинна бути не менше 50мм.

16.8.9.4 У разі прокладання одножильних кабелів площею перерізу понад 185мм² повинне застосовуватися кросування кабелів через проміжки не більше ніж 15м. При довжині кабелів до 30м кросування не потрібно.

16.8.9.5 Багатожильні кабелі із паралельно з'єднаними жилами повинні прокладатися як одножильні і на них повинні поширюватися усі вимоги для одножильних кабелів.

16.8.10 Підключення і з'єднання кабелів.

16.8.10.1 Кінці кабелю з гумовою ізоляцією, що вводяться у машини, апарати, розподільні пристрої та інше обладнання, повинні мати контактне, захисне і ущільнювальне окінцювання, які забезпечують надійний електричний контакт і не допускають проникнення вологи усередину кабелю, а також захищають ізоляцію жил кабелю від механічних пошкоджень, впливу повітря і масляних парів. У місцях підключення жили кабелю із гумовою ізоляцією повинні мати захист ізоляції від пошкоджень (перетирання тощо).

16.8.10.2 Захисна оболонка кабелю, що вводиться у пристрій, повинна входити усередину пристрою не менше ніж на 10мм.

16.8.10.3 З'єднання кабелів у місцях їх розгалуження повинне здійснюватися у розгалужувальних коробках за допомогою затискачів.

16.8.10.4 Якщо при прокладанні кабелів потрібні додаткові з'єднання, вони повинні здійснюватися у відповідних з'єднувальних коробках, забезпечених затискачами. З'єднання в цілому повинне бути захищене від впливу зовнішніх умов.

Можуть бути допущені інші способи з'єднання кабелів за технологією, схваленою Регістром.

17. ГРЕБНІ ЕЛЕКТРИЧНІ УСТАНОВКИ

17.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

17.1.1 Вимоги цього розділу поширюються на усі гребні електричні установки (ГЕУ) і їх компоненти, а також на виготовлення, монтаж і випробування, у тому числі:

- .1 генератори та їх первинні двигуни;
- .2 розподільні щити;
- .3 трансформатори / реактори;
- .4 напівпровідникові перетворювачі частоти (конвертори);
- .5 гребні електричні двигуни;
- .6 системи збудження;

.7 системи керування ГЕУ, системи контролю (АПС, індикація і реєстрація параметрів), а також системи захисту;

- .8 системи силових шинопроводів, кабельних трас.

17.1.3 Виконання вимог цього розділу та застосовних вимог інших розділів цієї частини обов'язкове для суден, у яких до основного символу класу додається знак **ЕРР** відповідно до вимог **2.2.12** частини I «Класифікація».

17.1.4 Електричне обладнання ГЕУ повинне відповідати вимогам інших розділів цієї частини Правил, якщо у цьому розділі не зазначене інше.

17.1.5 У електричних системах ГЕУ допускається застосування напруг, що не перевищують зазначені у **4.2** і розд.18.

17.1.6 У приміщеннях електричних машин, розподільних щитів і пультів керування рекомендується передбачати електричне опалення.

17.1.7 Під генераторами і двигунами ГЕУ повинне бути установлене стаціонарне освітлення.

17.1.8 Частини гребних електричних машин (двигунів і генераторів), розташовані під настилом, повинні мати ступінь захисту не менше IP56.

Якщо вони розміщені у сухому відсіку або захищені від потрапляння води водонепроникним фундаментом і якщо, крім того, є сигналізація, що спрацьовує при потраплянні води у цей відсік, то може бути допущений ступінь захисту IP23.

17.1.9 У корпусах гребних електричних двигунів, генераторів, напівпровідникових перетворювачів, інших компонентів ГЕУ, повинні бути передбачені пристрої, які запобігають утворенню і накопиченню вологи і конденсату, особливо у періоди тривалих стоянок.

Такими пристроями можуть бути електричні нагрівачі, осушувачі повітря тощо.

17.1.10 ГЕУ повинна бути обладнана пристроєм контролю опору ізоляції, що відповідає вимогам **2.11**.

17.2 ВИЗНАЧЕННЯ І ПОЯСНЕННЯ

17.2.1 У цьому розділі прийняті наступні визначення і пояснення:

Азимутальний привод - привод, який забезпечує поворот пропульсивного блоку навколо вертикальної осі.

Головний пост керування ГЕУ - пост керування головною електричною пропульсивною установкою, де є вахта в умовах ходу в морі.

Гребна електрична установка (ГЕУ) - комплекс обладнання для розподілу і перетворення електричної енергії в механічну з метою відтворення заданого упору одним гребним рушієм.

Дубльований датчик - датчик із двома чутливими елементами у одному корпусі.

Єдина електроенергетична установка (ЄЕЕУ) - електроенергетична установка, об'єднана з ГЕУ, що забезпечує хід судна.

Місцевий пост керування - пост керування, розташований у місці установлення системи, призначеної для створення та уведення у систему параметрів, що задаються, для напівпровідникових перетворювачів частоти (НПЧ), незалежних від заданих параметрів системи дистанційного керування та інших зовнішніх обмежень.

Привод у гондолі (ПП ГЕД) - пропульсивна система, у якій гребний електричний двигун (ГЕД) розташований у спеціально призначеній для нього заглибній поворотній гондолі судна.

Резервний датчик - два окремих датчика в окремих корпусах, установлених для контролю одного і того ж параметру.

Система електроруш (СЕР) - цілісний набір взаємозв'язаних функціональних ланок, реалізованих в електроприводах ГЕУ, що взаємодіють з джерелом електроенергії для керування упором із заданими динамічними характеристиками і за заданими алгоритмами.

17.3 СТРУКТУРА ГРЕБНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ УСТАНОВОК

17.3.1 До складу гребної електричної установки входять наступні компоненти:

- .1 головні генератори ГЕУ – не менше 2 шт.;
- .2 головний розподільний щит (ГРЩ), розділений на дві частини міжсекційним автоматичним вимикачем або роз'єднувачем;
- .3 силові трансформатори для перетворення напруги ГРЩ у напругу напівпровідникових перетворювачів – по одному для кожного перетворювача;
- .4 силові напівпровідникові перетворювачі для живлення ГЕД – не менше 2 шт.;
- .5 гребний електричний двигун (ГЕД) із двома системами статорних обмоток, які отримують живлення кожна від свого напівпровідникового перетворювача;
- .6 система керування.

17.3.2 Для гребних електричних установок із одним ГЕД синхронні та асинхронні ГЕД повинні мати дві системи статорних обмоток, які можуть незалежно відключатися від відповідного напівпровідникового перетворювача частоти (НПЧ). Кожний НПЧ повинний бути розрахований принаймні на 50% номінальної потужності ГЕУ.

За наявності декількох ГЕД в ГЕУ на загальному валу з рушієм, або декількох ГЕУ на судні, допускається застосування ГЕД з однією системою статорних обмоток.

17.3.3 Гребні двигуни постійного струму повинні бути двоякірними (двоколаторними), причому кожна якірна обмотка повинна бути розрахована принаймні на 50% номінальної потужності ГЕУ. Кожна якірна обмотка повинна отримувати живлення від власного незалежного перетворювача.

Будь-яка одинична несправність у перетворювачі не повинна приводити до повної втрати ходу.

17.3.4 У складі валопровода повинні бути передбачені гальмівні або блокуючі пристрої, що не дозволяють довільно обертатися відключеному гребному двигуну (валу) за будь-яких погодних умов, або у процесі буксирування судна.

17.3.5 Система ГЕУ повинна відповідати принципу локалізації однієї несправності, тобто у випадку появи несправності у будь-якому одному із компонентів системи ГЕУ хід судна повинний зберігатися, хоча б із частковою потужністю.

17.3.6 При виявленні будь-якої несправності у системі ГЕУ на усіх діючих постах керування повинний бути передбачений аварійно-попереджувальний сигнал.

17.3.7 Для усіх допоміжних механізмів та пристроїв відповідального призначення повинні бути передбачені місцеві пости керування, на які переключасться керування у випадку несправності будь-якого компоненту дистанційної автоматизованої системи керування ГЕУ.

17.3.8 Склад ГЕУ, яка отримує і використовує електричну енергію постійного струму, вказаний в 22.8.1.

17.4 СИСТЕМИ ЗБУДЖЕННЯ

17.4.1 Загальні вимоги.

17.4.1.1 Кожна система збудження повинна отримувати живлення по окремому фідеру.

Граничний струм і напруга системи збудження, а також їх джерела живлення, повинні повною мірою задовольняти вимоги до усіх режимів ГЕУ, у тому числі, при маневруванні, на режимах перевантаження та при короткому замиканні, а також в умовах перекидального моменту.

17.4.1.2 Ланцюги живлення систем збудження повинні мати захисні пристрої лише від короткого замикання.

Спрацювання електромагнітного розчіплювача при короткому замиканні повинне супроводжуватися сигналом АПС на постах керування.

17.4.1.3 При відключенні автоматичного вимикача системи збудження, повинний також відключатися автоматичний вимикач відповідного генератора або гребного двигуна.

17.4.1.4 Якщо живлення системи збудження постачене незалежними пристроями захисту проти зниження частоти та перенапруги, або пристроями пропорційного регулювання

«напруга/частота», то вони повинні бути відрегульовані таким чином, щоб система захисту реагувала при досягненні недопустимих режимів.

17.4.1.5 Ланцюги збудження повинні бути обладнані пристроями для зниження (гасіння) сплеску напруги при розмиканні вимикача збудження (системи гасіння поля).

17.4.1.6 Повинні бути передбачені засоби (фільтри тощо) для обмеження викривлення гармонік та зниження коефіцієнта потужності.

17.4.2 Збудження генераторів.

17.4.2.1 Система збудження повинна отримувати живлення із боку генератора, генератор повинний бути самозбудний. Напруга повинна підніматися автоматично без додаткових зовнішніх джерел.

17.4.2.2 Для кіл керування збудника, а також для початкового збудження, може бути застосоване зовнішнє джерело енергії, якщо воно резервоване.

Це зовнішнє джерело енергії повинне отримувати живлення від ГРЩ, АРЩ та, додатково, від резервної акумуляторної батареї.

Як мінімум, для усіх генераторів ГЕУ повинні бути передбачені два зовнішніх джерела енергії.

17.4.3 Збудження гребних електричних двигунів.

17.4.3.1 Живлення збудника повинне здійснюватися безпосередньо від тієї секції ГРЩ, від якої отримує живлення статорна обмотка двигуна.

17.4.3.2 Системи збудження та системи автоматичного регулювання повинні бути виконані таким чином, щоб гребні електричні двигуни були захищені від надмірного підвищення частоти обертання у разі пошкодження чи оголення гребного гвинта.

17.5 ЕЛЕКТРОМАГНІТНА СУМІСНІСТЬ (ЕМС) ГЕУ

17.5.1 Гребна електрична установка повинна без збоїв і відмов функціонувати в умовах впливу електромагнітних завад і відповідати вимогам, викладеним у 2.2.

17.5.2 Обладнання, що створює сплески напруги, частоти і струму, не повинне бути причиною відмов і виходів із ладу іншого обладнання на борту через завади, що передаються кондуктивно, індуктивно, чи радіаційно.

17.5.3 Якщо величина гармонійних викривлень перевищує 10% у робочому стані ГЕУ, тоді необхідно забезпечити відповідну фільтрацію і функціонування без завад будь-яких споживачів, що підключаються.

17.6 ПЕРВИННІ ДВИГУНИ ГЕНЕРАТОРІВ ГЕУ

17.6.1 Допустимі відхилення частоти обертання.

17.6.1.1 Якщо генератори ГЕУ використовуються також для живлення суднової мережі, то відхилення частоти генераторів при відповідних змінах навантаження, повинні відповідати вимогам, зазначеним у 2.11.3 частини IX «Механізми».

17.6.1.2 Якщо система керування частотою обертання гребного гвинта вимагає змін частоти обертання первинних двигунів генераторів ГЕУ, то регулятори частоти обертання первинних двигунів повинні мати пристрій як місцевого, так і дистанційного керування частотою обертання.

17.6.1.3 Номінальна потужність, а також здатність до перевантаження, первинних двигунів генераторів СЕЕУ, повинна вибиратися із урахуванням забезпечення потужності, необхідної у процесі змінних навантажень загального електричного обладнання, а також змін навантажень ГЕУ при маневруванні, у тому числі при важких (штормових) погодних умовах у морі.

17.6.2 Паралельна робота.

17.6.2.1 При паралельній роботі генераторів застосовувані системи регулювання повинні забезпечувати стабільний пропорційний розподіл навантажень в усьому діапазоні потужностей первинних двигунів, як зазначено у 3.2.2.

17.6.2.2 Якщо генератори (валогенератори) СЕЕУ використовуються одночасно для живлення суднових споживачів електроенергії і ГЕУ, що містять у своїй структурі оборотні НПЧ з можливістю рекуперації електроенергії при гальмуваннях і реверсах гребних двигунів, то система керування електростанцією повинна забезпечувати передачу інформації в СЕР про поточні значення споживаної від генераторів активної потужності для визначення порогу включення «резисторів гальмування».

17.6.3 Потужність реверсування.

17.6.3.1 При екстремому маневрі із повного переднього ходу на повний хід назад, первинні двигуни повинні бути здатні поглинути (абсорбувати) відповідну частину рекуперованої енергії

без спрацювання захисту від «розносу» (без спрацювання граничного вимикача, зазначеного в 2.11.6 частини IX «Механізми», чи від зворотної потужності.

17.6.3.2 Для абсорбування відповідної частини рекуперованої, енергії та гальмування гребного електричного двигуна при реверсі, допускається застосування «резисторів гальмування», що забезпечують необхідне обмеження частоти обертання первинних двигунів і генераторів ГЕУ у допустимих межах. Величина рекуперованої енергії повинна обмежуватися контролером СЕР.

17.7 ГЕНЕРАТОРИ ГЕУ

17.7.1 Загальні вимоги.

17.7.1.1 Генератори, (валогенератори) які працюють із напівпровідниковими перетворювачами, повинні бути розраховані на наявність очікуваного рівня гармонійних складових у системі.

Із цією метою при проектуванні ЕЕУ і виборі номінальної потужності генераторів повинний передбачатися суттєвий резерв потужності, що компенсує підвищення температури генератора, порівняно із звичайним синусоїдальним навантаженням.

17.7.1.2 Статорні обмотки генераторів номінальною потужністю вище 500кВ·А повинні бути обладнані датчиками температури.

17.7.1.3 Генератори ГЕУ повинні бути обладнані фільтрами очищення охолоджувального повітря при відкритій і замкнутій системі вентиляції.

Для без щіткових генераторів змінного струму із замкнутою системою вентиляції установа фільтрів охолоджувального повітря не обов'язкове.

Вентиляційні канали повинні бути улаштовані таким чином, щоб вода не потрапляла усередину машини.

17.7.1.4 Генератори ГЕУ допускається використовувати для живлення допоміжних електричних механізмів і пристроїв, за умови забезпечення стабільності напруги і частоти на усіх режимах, у тому числі маневрових, відповідно до 2.1.3.

17.7.1.5 У колах збудження генераторів не повинні установлюватися автоматичні вимикачі, за винятком тих, які діють на зняття збудження із машин при коротких замиканнях чи пошкодженнях у ланцюгу головного струму.

17.7.1.6 Пристрої захисту генераторів повинні відповідати вимогам, викладеним у 8.2. Для генераторів потужністю більше 1500кВА повинен установлюватися захист від внутрішніх пошкоджень.

17.7.2 Підшипники генераторів і змащення.

17.7.2.1 Вкладиші підшипників ковзання повинні бути легко замінними.

Повинні бути передбачені засоби контролю змащення підшипників. Надійне змащення повинне бути забезпечене також і при можливому максимальному диференті. Повинні бути передбачені відповідні ущільнення, перешкоджаючі потраплянню мастила усередину генератора.

17.7.2.2 Якщо застосовуються підшипники із примусовим змащенням (під тиском), то на постах ГЕУ повинні бути передбачені, як мінімум, наступні аварійно-попереджувальні сигнали:

.1 несправність системи змащення (відсутність потоку мастила, відмова насоса змащення, утрата тиску у трубопроводі змащення тощо);

.2 максимальна температура кожного із підшипників.

17.7.2.3 Генератори повинні бути обладнані резервними (аварійними) пристроями змащення підшипників, які забезпечують достатнє змащення підшипників протягом часу до зупинки машини, у випадку виникнення несправності, чи аварії у нормальній системі змащення.

17.7.2.4 Для запобігання пошкодження підшипників повинні бути прийняті заходи, перешкоджаючі можливому протіканню електричних струмів між підшипником і валом машини.

17.7.3 Охолодження генераторів.

17.7.3.1 Крім термометрів повинні бути передбачені датчики температури охолоджувального повітря, які повинні подавати аварійно-попереджувальний сигнал при перевищенні допустимої температури.

17.7.3.2 Для машин із замкнутою системою охолодження і теплообмінним апаратом, потік первинного і вторинного охолоджувального агенту повинний контролюватися. При зникненні потоку повинний подаватися аварійно-попереджувальний сигнал.

17.7.3.3 Протікання води і конденсат не повинні потрапляти на обмотки машини. Повинна бути передбачена сигналізація, яка контролює виникнення протікань.

17.8 РОЗПОДІЛЬНІ ЩИТИ ГЕУ

17.8.1 Розподільні щити гребних електричних установок повинні відповідати вимогам **4.6** та **18.6**.

17.8.2 Система гребної електричної установки повинна бути обладнана пристроєм контролю опору ізоляції (див. **2.11**).

17.8.3 Перемикачі, призначені для оперативних перемикачів у ланцюгах гребної електричної установки при знятій напрузі, повинні мати блокувальний пристрій, що не допускає відключення їх під струмом чи помилкового включення.

17.9 СИЛОВІ ТРАНСФОРМАТОРИ ГЕУ

17.9.1 Загальні вимоги.

17.9.1.1 Трансформатори і реактори повинні відповідати вимогам розд. **11** і **18.4**.

17.9.1.2 Для ГЕУ повинне бути передбачене не менше двох незалежних силових трансформаторів. Повинні використовуватися трансформатори лише із роздільними обмотками.

17.9.1.3 Температура обмоток трансформаторів, застосовуваних для ГЕУ, повинна контролюватися системою датчиків і сигналізаторів.

17.9.1.4 Для трансформаторів ГЕУ повинні бути передбачені амперметри на ГРЩ на первинній стороні у кожній фазі.

17.9.1.5 Для кожного трансформатора ГЕУ повинний бути передбачений захист від перевантаження і короткого замикання на первинній та вторинній стороні.

Захист на вторинній стороні може бути реалізований напівпровідниковим перетворювачем ГЕУ.

17.9.2 Трансформатори ГЕУ, які охолоджуються рідиною.

17.9.2.1 Обмотки трансформаторів, які охолоджуються рідиною, повинні бути цілком занурені у рідину, також і при нахилах на будь-яку сторону на кут, включно з 22,5°.

17.9.2.2 Трансформатори повинні бути обладнані необхідними пристроями для збирання і накопичення протікань охолоджувальної рідини.

У районі установки трансформатору повинні бути розташовані пристрої виявлення пожежі і пристрої пожежогасіння.

Пристрої пожежогасіння допускаються із ручним керуванням.

17.9.2.3 Трансформатори повинні бути обладнані системою захисту, що діє при появі газів у охолоджувальній рідині.

17.9.2.4 Температура охолоджувальної рідини повинна контролюватися системою датчиків.

Повинний бути передбачений аварійно-попереджувальний сигнал по перевищенню температури охолоджувальної рідини, а також від окремого датчика повинний бути передбачений захист, що відключає трансформатор, якщо температура рідини перевищить гранично допустиму.

17.9.2.5 Рівень охолоджувальної рідини повинний контролюватися двома датчиками, один із яких повинний приводити у дію аварійно-попереджувальний сигнал, а другий, установлений на гранично допустимий рівень, повинний відключити трансформатор.

17.9.3 Трансформатори ГЕУ, які охолоджуються повітрям.

17.9.3.1 Робота вентиляторів для охолодження трансформаторів та температура охолоджувального повітря, повинні контролюватися системою датчиків.

При перевищенні температури або виході із ладу вентиляторів повинний подаватися аварійно-попереджувальний сигнал.

17.9.3.2 При застосуванні замкнутої повітряної системи охолодження із повітроохолоджувачем повинні додатково до вимог, викладених у **17.9.3.1**, контролюватися:

1 мінімальний потік первинного і вторинного контурів охолоджувальних середовищ (повітря і води);

2 при протіканнях теплообмінного апарату повинний спрацьовувати аварійно-попереджувальний сигнал.

Теплообмінний апарат повинний установлюватися таким чином, щоб протікання води і конденсат не могли потрапляти на обмотки.

17.10 НАПІВПРОВІДНИКОВІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ГЕУ

17.10.1 Загальні вимоги.

17.10.1.1 Перетворювачі повинні відповідати вимогам розд. **12**.

17.10.1.2 Для ГЕУ повинні бути передбачені, принаймні, два повністю незалежних, окремо установлених, напівпровідникових перетворювачів.

17.10.1.3 Для кожного перетворювача повинна бути передбачена окрема система керування.

17.10.1.4 Для кожної системи керування повинні бути передбачені два гальванічно ізольовані датчики швидкості. Допускається спільний корпус для обох датчиків.

17.10.1.5 Якщо перетворювач подає живлення на ГЕД із постійним збудженням, то у головному ланцюзі «двигун – перетворювач» повинний бути передбачений вимикач-роз'єднувач, який автоматично повинний розривати головний ланцюг у випадку несправності інвертора (випрямляча).

Повинні бути передбачені пристрої діагностики, що виявляють появу таких несправностей.

17.10.1.6 Перетворювачі для ГЕУ повинні бути розраховані на номінальний момент приводу (номінальний момент на гребному валу). При цьому повинно бути ураховано, щоб короточасні перевантаження та зміни (провал) частоти обертання, викликані перевантаженням, не приводили до спрацювання захисту перетворювачів.

17.10.1.7 Допускається прийом рекуперованої електроенергії в СЕЕУ при гальмуваннях і реверсах гребних двигунів, через оборотні НПЧ, із забезпеченням показників якості, вказаних в **2.1.3** для споживання її судновими електроспоживачами. При цьому надлишок рекуперованої енергії повинен поглинатися «резисторами гальмування».

17.10.1.8 Допускається компенсація реактивної потужності за рахунок ресурсів оборотного НПЧ. При цьому на його блок керування, із системи керування електростанцією повинен надходити сигнал, що відповідає поточному значенню реактивної потужності, що генерується в мережу електроспоживачами СЕЕУ.

17.10.1.9 Шафи напівпровідникових перетворювачів повинні відповідати вимогам **4.6** і розділу **18**.

17.10.1.10 Конструкція шаф напівпровідникових перетворювачів повинна передбачувати можливість швидкої заміни силових компонентів. Це може бути досягнуто застосуванням модульної конструкції силової частини схеми, її елементів, блоків керування, захисту та відображення інформації.

17.10.1.11 Вимоги до напівпровідникових перетворювачів ГЕУ в системах розподілу електричної енергії на постійному струмі вказані в **22.8.2**.

17.10.2 Охолодження напівпровідникових перетворювачів.

17.10.2.1 Якщо перетворювачі обладнані примусовою системою охолодження, повинний бути передбачений контроль її стану.

У випадку виходу із ладу системи охолодження, повинні бути передбачені заходи, що запобігають перегріву і виходу із ладу перетворювача.

17.10.2.2 Для систем охолодження повинна бути передбачена система аварійно-попереджувальної сигналізації.

Сигнал АПС повинний бути виконаний по зникненню потоку охолоджувального середовища або по високій температурі напівпровідників.

17.10.2.3 Одиначні несправності у системі охолодження перетворювачів не повинні приводити до відключення усіх перетворювачів гребної електричної установки судна.

17.10.3 Захист напівпровідникових перетворювачів.

17.10.3.1 Експлуатаційні перенапруги у системі живлення перетворювачів повинні бути обмежені відповідними пристроями, що не допускають пошкоджень (пробоїв) тиристорів.

17.10.3.2 Система керування повинна забезпечувати, щоб у всіх експлуатаційних та найбільше важких умовах номінальний струм напівпровідникових елементів не був перевищений.

17.10.3.3 Силові напівпровідники повинні витримувати без пошкоджень коротке замикання на клемах перетворювача.

Допускається захист від струмів короткого замикання запобіжниками.

Відповідні зворотні зв'язки перетворювача повинні контролювати (обмежувати) струм таким чином, щоб жодний компонент не був пошкоджений навіть у випадку, коли перетворювач включений на двигун із загальмованим ротором.

17.11 ЗАСОБИ ЗАХИСТУ ФІЛЬТРІВ ГАРМОНІЙНИХ СКЛАДОВИХ

17.11.1 Повинні застосовуватися трьохфазні фільтри з індивідуальним захистом кожної фази, що обмежують до допустимого рівня викривлення синусоїдальності напруги на шинах ГРЩ за будь-яких режимів роботи ГЕУ.

17.11.2 Ланцюги кожного фільтру повинні мати захист від надструмів і струмів короткого замикання. Цілісність запобіжників у ланцюгах фільтрів повинна контролюватися. При виході з ладу будь-якого запобіжника повинний бути сигнал АПС.

17.11.3 При конструюванні і використанні лінійних фільтрів необхідно враховувати можливість їх підключення у будь-якій конфігурації. Зокрема, авторезонанс повинний бути виключений за будь-яких умов навантаження і поєднання працюючих генераторів.

17.11.4 У випадку наявності декількох паралельних ланцюгів фільтра повинна контролюватися симетричність струмів.

Несиметричний розподіл струмів у ланцюгах окремого фільтру, а також несправність самого фільтру повинні приводити до спрацьовування сигналізації (АПС).

17.11.5 Необхідно також розглянути необхідність додаткового захисту окремого ємкостного елементу (наприклад, запобіжний клапан або переривач надлишкового тиску) на уникнення його розриву. При виборі захисту слід враховувати тип використовуваних ємкісних елементів.

17.11.6 Додаткові вимоги до засобів захисту фільтрів гармонік в системах розподілу електричної енергії постійного струму вказані в **22.8.3**.

17.12 ГРЕБНІ ЕЛЕКТРИЧНІ ДВИГУНИ

17.12.1 Загальні вимоги.

17.12.1.1 Обмотки статорів двигунів змінного струму, а також головні та додаткові полюси і компенсаційні обмотки двигунів постійного струму, електричних машин потужністю більше 500кВт, повинні бути обладнані датчиками температури.

17.12.1.2 Відносно конструкції та змащення підшипників ГЕД повинні бути виконані вимоги **17.7.2**.

17.12.2 Охолодження ГЕД.

17.12.2.1 Система охолодження повинна забезпечити достатнє охолодження гребного двигуна при будь-яких його навантаженнях і за будь-яких швидкостей обертання.

17.12.2.2 ГЕД повинні бути обладнані убудованими датчиками температури, які повинні подавати аварійно-попереджувальний сигнал при перевищенні допустимої температури.

17.12.2.3 У машинах із замкнутою системою охолодження і теплообмінним апаратом повинний контролюватися також потік первинного і вторинного охолоджувального агента.

17.12.2.4 Повинна бути передбачена сигналізація, яка контролює виникнення протікань. Конструкція і розташування теплообмінного апарату повинне бути таким, щоб протікання води і конденсат не потрапляли на обмотки.

17.12.2.5 У випадку виходу із ладу системи охолодження гребного двигуна, повинний бути передбачений аварійний режим роботи для забезпечення маневрування судна у складних навігаційних умовах. При цьому допускається втручання оператора для примусового відкриття аварійних повітряних заслінок охолодження.

17.12.2.6 ГЕД із повітряним охолодженням повинні бути обладнані двома вентиляторами примусової вентиляції, кожен із яких має продуктивність, достатню для забезпечення нормальних умов роботи електричного двигуна. Повинна бути передбачена світлова сигналізація про роботу і аварійно-попереджувальна сигналізація про зупинку вентиляторів.

17.12.2.7 Система охолодження рідиною для багатоякірних машин повинна бути автономною для кожного якоря.

17.12.3 Захист ГЕД.

17.12.3.1 Захист від перевантаження у головних ланцюгах і ланцюгах збудження повинний бути налагоджений таким чином, щоб виключити його спрацьовування при перевантаженнях, викликаних маневруванням судна, при ході у штормових умовах, чи ході у битому льоду.

17.12.3.2 Захист від коротких замикань і перевантаження двигуна може забезпечуватися перетворювачем. При цьому повинна бути врахована відмінність у конструкціях гребних електричних машин (машина постійного струму, синхронна машина, асинхронна машина або машина із збудженням від постійних магнітів).

Додаткові вимоги до захисту ГЕД в системах розподілу електричної енергії на постійному струмі зазначені в **22.8.4**.

17.12.3.3 Повинний бути передбачений незалежний пристрій захисту від надмірної частоти обертання (розносу), як це вимагається у **2.11** частини IX «Механізми».

Гребний електричний двигун повинний витримувати надмірну частоту обертання у межах робочих характеристик захисного пристрою, налаштованого на спрацьовування при заданій надмірній частоті обертання.

17.12.3.4 Двигун повинний витримувати без пошкоджень струм раптового короткого замикання на його клеммах при номінальному навантаженні.

Сталий струм короткого замикання двигуна, що має постійне збудження, не повинний приводити до термічних пошкоджень обмоток і його струмоносійних компонентів (струмознімних кілець, кабелів, фідерів чи шинопроводів).

17.13 СПЕЦІАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ЗАГЛИБНИХ ПОВОРОТНИХ ГРЕБНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ДВИГУНІВ (ЗПГЕД) І ДО ПРИВОДІВ ГВИНТОРУЛЬОВИХ КОЛОНОК (ГРК)

17.13.1 Загальні вимоги.

17.13.1.1 Якщо у робочому стані простір, де розташована електрична машина і інше обладнання, недосяжний і має особливі навколишні умови (високу температуру, вологість тощо), повинні бути передбачені спеціальні заходи, такі як застосування особливо надійних матеріалів і комплектуючих, відповідна кількість датчиків контролю, а також спеціальні засоби для захисту компонентів від затоплення і пошкоджень.

17.13.1.2 Комплектуючі елементи, елементи керування, датчики, струмознімні кільця, кабельні з'єднання і допоміжні приводи повинні без пошкоджень витримувати вібраційні навантаження із прискоренням принаймні 4g у діапазоні частот 3 — 100Гц.

17.13.2 Датчики.

17.13.2.1 Датчики, які можуть бути замінені лише при докованні судна, повинні бути сконструйовані як дубльовані, тобто із двома чутливими елементами в одному корпусі.

17.13.3 Підшипники.

17.13.3.1 Рівні наповнення мастила у корпусах підшипників повинні контролюватися датчиками, як на стоянці, так і при роботі. Будь-які витоки мастила повинні викликати спрацьовування АПС.

Ця вимога застосовна також до циркуляційних систем змащення. Такі системи повинні додатково бути обладнані контролем потоку мастила. АПС по зниженню потоку мастила повинні бути незалежною від системи керування ГЕД.

17.13.3.2 Температура підшипників вала повинна контролюватися системою АПС і захисту, діючою у два етапи. Етап 1-й — сигнал АПС, етап 2-й — зупинка двигуна. Система захисту повинна бути незалежною від системи індикації температури підшипників і АПС.

17.13.4 Колодязі у гондолах ЗПГЕД.

17.13.4.1 Рівень води у колодязях гондол і приміщень, зв'язаних із ними, повинний контролюватися датчиками рівня.

На доповнення до датчиків верхнього рівня води у колодязях, що працюють на АПС, повинні бути передбачені незалежні датчики, що виключають хибні спрацьовування, для контролю верхнього аварійного рівня, які автоматично зупиняють ЗПГЕД.

17.13.5 Система виявлення пожежі.

Повинна бути передбачена ефективна система виявлення пожежі, що передбачає необхідну кількість і типи датчиків. Загальні вимоги до таких системам викладені у 7.5.

17.13.6 Доступні простори (у гондолі двигуна).

У просторах гондоли, де проводяться регулярні профілактичні роботи і огляди обладнання, повинна бути передбачена система освітлення і вентиляції.

17.13.7 Захист ЗПГЕД.

17.13.7.1 Двигуни потужністю більше 1МВт і усі двигуни із постійним збудженням повинні мати захист від внутрішніх пошкоджень, який також захищає лінію головного струму між напівпровідниковим перетворювачем і двигуном.

Відключення пошкодженого (несправного) обладнання повинне бути виконане із відповідною витримкою часу і подачею аварійно-попереджувального сигналу.

17.13.7.2 Вологість повітря у двигунах із замкнутою системою повітряного охолодження повинна контролюватися. При перевищенні допустимого рівня вологості повинний бути передбачений сигнал АПС.

17.13.8 Ланцюги головного струму живлення двигуна.

17.13.8.1 Кабелі живлення, які мають високу допустиму робочу температуру, повинні прокладатися окремо від інших кабелів. Якщо необхідно, повинні передбачатися розділювальні пристрої, що перешкоджають контактам зовнішніх оболонок кабелів.

17.13.8.2 Ступінь захисту оболонок (IP) для усіх контактних з'єднань, окінцювань кабелів і шинних з'єднань повинна бути такою ж, як і ступінь захисту оболонки двигуна, проте, не менше ніж IP44. Ці вимоги поширюються також на кабелі керування.

17.13.9 Струмознімні кільця ЗПГЕД і ГРК.

17.13.9.1 Якщо інформація від датчиків зворотних зв'язків, контрольованих параметрів тощо, передається через систему інформаційних шин струмознімних кілець, то система шин повинна бути дубльованою.

Вихід із ладу будь-якої із систем шин повинний викликати спрацювання АПС.

17.13.9 Блок струмознімних кілець, обладнаний зовнішньою примусовою системою охолодження, повинний бути здатний працювати без системи охолодження визначений період часу. Вихід із ладу системи охолодження повинний викликати спрацювання АПС.

17.13.10 Азимутальний привод ЗПГЕД і ГРК.

17.13.10.1 Азимутальний привод повинний відповідати вимогам, що ставляться до рулевих машин, відповідно з вимогами 5.5.

17.13.10.2 Для усіх електричних і гідравлічних компонентів системи повинний бути забезпечений принцип локалізації (виключення впливу на функціонування) одиничної несправності. Безпечне функціонування судна повинне бути забезпечене не залежно від кутового положення руля і швидкості судна, у будь-який момент часу, коли виникла несправність.

Проектант повинний розробити і представити на погодження «Аналіз впливу видів несправностей» (FMEA).

17.13.10.3 Положення кута розвороту азимутального приводу повинне бути указане механічним індикатором на шкалі у місці установлення приводу (румпельне відділення).

17.13.10.4 Для кожної азимутальної установки повинні бути передбачені, як мінімум, два незалежних електричних приводи для розвороту. Один із цих приводів повинний отримувати живлення від ГРЩ, а другий — від АРЩ.

17.13.10.5 Азимутальні електричні приводи повинні мати захист від перевантаження (допускається здійснювати системою перетворювача) та від короткого замикання.

Вони повинні бути здатні забезпечити 160% номінального моменту, необхідного для забезпечення номінальної швидкості розвороту у відповідності із вимогами 7.2.3 частини VII «Механічні установки».

Азимутальні приводи іншої конструкції, наприклад гідравлічні, повинні також відповідати викладеним вище вимогам.

17.13.10.6 Азимутальний кут упору повинний бути обмежений до $\pm 35^\circ$.

При невеликій пропульсивній потужності і, отже, при невеликій швидкості судна, або при аварійному «Стоп — маневрі», це обмеження може бути зняте системою керування.

17.13.10.7 Азимутальний кут упору повинний обмежуватися у залежності від ступенів швидкості судна, що задаються, для того, щоб не піддавати судно небезпеці (через надмірний упор під час повороту).

Система таких обмежень (блокувань) повинна бути забезпечена необхідним резервуванням і повинна діяти незалежно від системи керування азимутальним кутом (розворотом гондоли ГЕД).

17.13.10.8 Досягнення чи перевищення допустимих величин обмежень азимутального кута повинне викликати спрацювання АПС. Після спрацювання обмеження повинне бути можливим повернення приводу до припустимих кутів розвороту приводу без ручного повернення.

17.13.10.9 Обладнання, що забезпечує функціонування і індикацію азимутального приводу, повинне бути виконане так, щоб забезпечувалася виразна і зрозуміла індикація положення, що задається, напрямку упору гребного гвинта або напрямку руху судна.

Для оператора повинно бути чітко помітно, яке із двох завдань було вибране: напрямок руху судна, чи напрямок упору гребного гвинта ГЕУ.

17.13.10.10 Місцевий пост керування для азимутальної установки повинний бути обладнаний наступним приладами:

- .1 амперметрами для кожної системи живлення кожного компоненту навантаження;
- .2 індикаторами азимутальних кутів (кутів розвороту) для кожного приводу;
- .3 індикаторами готовності системи живлення для кожного приводу;

.4 індикаторами порушення (неготовності) системи живлення для кожного приводу;

і передбачати наступне:

.5 обмеження потужності (від перетворювача);

.6 керування із ЦПК;

.7 керування із ходового містка;

.8 керування із місцевого поста керування ;

.9 індикацію «у роботі» для відповідного приводу гребного гвинта.

Місцевий пост керування може бути активований (уведений у дію) на місці у будь-який час і повинний мати вищий пріоритет (домінування).

17.14 СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ГРЕБНИМИ ЕЛЕКТРИЧНИМИ УСТАНОВКАМИ

17.14.1 Системи керування електроенергетичною установкою ГЕУ.

17.14.1.1 Для систем живлення ГЕУ із генераторами, що працюють паралельно, повинна передбачатися автоматизована система керування електростанцією, що забезпечує адекватне генерування електроенергії відповідно потребам конкретних режимів роботи ГЕУ, у тому числі при ході у морі і маневруванні.

Автоматичне відключення генераторів за сигналом достатності чи надмірності потужності у режимі маневрування не допускається.

17.14.1.2 У випадку зниження частоти на шинах ГРЩ, перевантаження по струму, чи перевантаженні і реверсі потужності, потужність, яка передається на гребну електричну установку, повинна автоматично обмежуватися (для запобігання знеструмлення шин ГРЩ).

17.14.1.3 Якщо генератори працювали паралельно і один із них був відключений системою захисту, то автоматизована система керування електростанцією повинна автоматично знизити потужність гребної електричної установки для того, щоб генератори, що залишилися, були захищені від неприйнятних перевантажень і продовжували працювати при допустимих навантаженнях. Ця ж вимога повинна бути застосована до розділювальних автоматичних вимикачів на шинах ГРЩ.

17.14.1.4 Спрацювання автоматичного розділювального вимикача шин ГРЩ не повинне приводити до несправності у системі. При цьому не потрібно, щоб система керування електростанцією залишалася у автоматичному режимі, якщо система живлення розділена. Будь-яка утрата автоматичних функцій системи керування повинна приводити до спрацювання АПС.

17.14.1.5 Система управління електростанцією повинна забезпечувати передачу інформації в СЕР про поточне значення, споживаної від генераторів активної потужності, для обмеження потужності, рекуперуємої в СЕЕУ і визначення порогу включення резисторів гальмування.

17.14.1.6 Система управління електростанцією повинна забезпечувати передачу інформації в СЕР про поточне значення реактивної потужності, що генерується в мережу електроспоживачами СЕЕУ.

17.14.2 Розташування постів керування ГЕУ.

17.14.2.1 Пости керування ГЕУ можуть бути розташовані у будь-якому зручному місці, у відповідності із призначенням судна.

Якщо передбачаються пости керування поза машинного приміщення, тобто, на містку, чи в інших місцях, то повинні також бути передбачені пости керування у машинному приміщенні або у ЦПК.

17.14.2.2 Місцевий пост керування є домінуючим і повинний розташовуватися у безпосередній близькості від приводу або напівпровідникових перетворювачів. Зміни режимів ГЕУ, які задаються із цього поста, повинні індичюватися системою, що показує задану і виконану команди.

17.14.2.3 При наявності декількох постів керування повинний бути передбачений перемикач постів, розташований у приміщенні домінуючого поста керування. Такий перемикач повинний забезпечувати увімкнення будь-якого, але лише одного поста керування (центрального і бортові пости на ходовому містку розглядаються як один пост).

17.14.2.4 Кожний пост керування повинний бути обладнаний пристроєм аварійної зупинки ГЕД, незалежним від системи керування, і активним (включеним) постом керування .

17.14.3 Головні і місцеві пости керування.

17.14.3.1 Повинні передбачатися, як мінімум, два незалежних один від одного пости керування ГЕУ- головний пост і місцевий пост керування.

17.14.3.2 У випадку пошкодження, несправності чи втрати живлення системи керування на головному посту керування (ГПК) повинне бути передбачене керування перетворювачами ГЕУ із місцевого поста керування.

17.14.3.3 Системи керування на містку повинні бути виконані таким чином, щоб система керування розворотом (змінюю азимут упору) діяла незалежно від системи керування частотою обертання і реверсом ГЕД гребної електричної установки.

17.14.3.4 Спрацьовування АПС по усіх параметрах гребної електричної установки повинне квітуватися на місцевому посту керування.

Попереджувальні сигнали, які не вимагають термінового наступного втручання персоналу, можуть квітуватися на головному посту керування (на ходовому містку), із обов'язковим наступним квітуванням на місцевому посту.

17.14.3.5 Повторний старт (пуск) ГЕУ повинний бути можливий із обох постів керування (місцевого і головного), у залежності від того, який пост був заздалегідь вибраний.

Після знеструмлення ГРЩ повторний пуск ГЕУ повинний бути можливий із головного поста керування.

17.14.3.6 Якщо керування із щита або із пульта гребної електричної установки здійснюється із застосуванням електричного, пневматичного чи гідравлічного приводу, то вихід із ладу цього приводу не повинний супроводжуватися відключенням гребної електричної установки, а кожний із постів на щиті чи пульта повинний бути негайно готовий до дії вручну.

17.14.3.7 Допускається застосування механічно зв'язаних постів, установлених у ходовій рубці (на містку), для синхронної їх роботи.

17.14.3.8 Система дистанційного керування ГЕУ повинна мати таку конструкцію, щоб не була потрібна витримка часу із сторони персоналу, при переключенні рукоятки керування на посту керування.

17.14.3.9 Система керування ГЕУ повинна мати блокування, що виключає можливість приведення у дію установки при включених валопровертаючих пристроях.

17.14.3.10 Кожний пост керування повинний мати візуальну сигналізацію про наявність напруги у колі керування.

17.14.4 Обладнання вимірювання, індикації та контролю.

17.14.4.1 Несправності у системах вимірювання, контролю і індикації не повинні приводити до несправностей у системі керування ГЕУ, наприклад, несправність датчика дійсної величини (частоти обертання) чи датчика величини опорного сигналу частоти обертання, не повинні приводити до надмірного збільшення частоти обертання гребного гвинта.

17.14.4.2 На місцевому (домінуючому) посту керування повинні бути передбачені:

.1 амперметри для кожної лінії живлення кожного силового компоненту установки (струм статора кожної обмотки тощо), а також у ланцюзі збудження (для систем із регульованим збудженням);

.2 вольтметри для кожної лінії живлення кожного силового компоненту установки, а також для живлення системи збудження (для систем із регульованим збудженням);

.3 індикатор частоти обертання кожного гребного вала;

.4 індикатор «Електростанція готова до роботи ГЕУ»;

.5 індикатор «Електростанція не готова до роботи ГЕУ»;

.6 індикатор «Обмеження потужності ГЕУ» (від конвертера);

.7 індикатор «Керування із ЦПК»;

.8 індикатор «Керування із ходового містка»;

.9 індикатор «Керування із місцевого поста керування».

17.14.4.3 На головному посту керування (на ходовому містку) повинні бути передбачені:

.1 індикатор частоти обертання кожного гребного вала;

.2 прилади вимірювання потужності кожного гребного вала;

.3 індикатор «Електростанція готова до включення (додаткових генераторів)»;

.4 індикатор «Електростанція готова до роботи ГЕУ»;

.5 індикатор «Електростанція не готова до роботи ГЕУ»;

.6 індикатор «Обмеження потужності ГЕУ»;

.7 індикатор «Потрібно зменшити потужність», — якщо не увімкнена система автоматичного керування або увімкнена кнопка «override» (скасування автоматичного керування станцією);

.8 індикатор «Керування із ЦПК»;

- .9 індикатор «Керування із ходового містка»;
- .10 індикатор «Керування із місцевого поста»;
- .11 індикація генераторів, що працюють на ГЕУ;
- .12 індикатор потужності, що залишається у резерві (рекомендується).

14.4.4 Якщо передбачено два чи більше постів керування для зміни швидкості і кута розвороту лопатей ГРК, то на кожному із цих постів повинні бути передбачені індикатори, як зміни швидкості, так і кута розвороту лопатей ГРК.

17.14.4.5 На посту керування у ЦПК повинні бути передбачені:

- .1 індикатор частоти обертання кожного гребного вала;
- .2 прилади виміру потужності кожного гребного вала;
- .3 індикатор «Електростанція готова до включення (додаткових генераторів)»;
- .4 індикатор «Електростанція готова до роботи ГЕУ»;
- .5 індикатор «Електростанція не готова до роботи ГЕУ»;
- .6 індикатор «Обмеження потужності ГЕУ»;

.7 індикатор «Потрібно знизити потужність», — якщо не увімкнена система автоматичного керування або увімкнена кнопка «override»;

- .8 індикатор «Керування із ЦПК»;
- .9 індикатор «Керування із місцевого поста»;
- .10 індикатор «Керування із ходового містка»;
- .11 індикація генераторів, що працюють на ГЕУ;

Перелік параметрів, контрольованих системою АПС, зазначений у табл. 17.14.4.5-1 і 17.14.4.5-2.

17.14.5 Стійкість щодо відмов систем керування ГЕУ.

17.14.5.1 Системи керування ГЕУ із застосуванням процесорів повинні відповідати вимогам розділу 7 частини XV «Автоматизація».

Таблиця 17.14.4.5-1 Перелік контрольованих параметрів ГЕУ із гребними електричними двигунами (ГЕД) змінного струму: синхронними, із постійним збудженням і асинхронними.

Контрольований параметр	Граничне значення макс/мін	Місцевий вимірювальний прилад	АПС, дисплей у ЦПК	Зниження навантаження	Автоматичний «Стоп»	ГПК (місток), УАПС ¹
1	2	3	4	5	6	7
ГЕД:						
Система змащення	несправність	вимірювальне скло	X	X	X	X
Температура підшипників	макс.	термометр	X			X
Температура обмоток статора	макс.		X	X		X
Струмознімні кільця (синхронний ГЕД)	несправність (електр. дуга)	оглядовий лючок	X			X
Система охолодження води / повітря	несправність		X			X
Температура охолоджувального повітря на вході	макс.	термометр	X			X
Охолоджувальна рідина	витік		X			X
Частота обертання	макс.		X		X	X
Регулювання напруги (синхронний ГЕД)	вихід із ладу		X		X	X
Опір ізоляції статора і фідера живлення	мін.		X			X
Опір ізоляції системи збудження, фідера (синхронний ГЕД)	мін.		X			X

Закінчення табл. 17.14.4.5-1

1	2	3	4	5	6	7
Трансформатори:						
Температура обмоток	макс.		X	X		X
Охолоджувальна рідина	витік		X			X
Система охолодження	несправність		X			X
Перетворювачі:						
Мережа живлення	несправність		X		пуск	X
Система охолодження	несправність		X	X		X
Температура силових секцій	макс.		X макс.1		X макс.2	X
Потік охолоджувача	мін.		X			X
Охолоджувальна рідина	витік		X			X
Попередній сигнал						X
Аварія, вихід із ладу			X		X	X
Датчик швидкості і положення ротора (синхронний ГЕД)	несправність		X			X
Аварійний «Стоп» (конвертер відкл.)			X		X	X
Аварійний «Стоп» (конвертер відкл.)			X		X	X
Запобіжник напівпровідника	несправність		X		X	X
Температура напівпровідника	макс.		X	зниження моменту		X
Напруга (ланка постійного струму)	макс.		X		X	X
Струм (ланка постійного струму)	макс.		X		X	X
Струм на виході конвертеру	макс.		X		X	X
Мережа живлення ГЕУ, суднова електрична система:						
Фільтр гармонійних складових	аварія, пошкодження		X			X
¹ Узагальнена АПС						

17.14.5.2 Утрата живлення чи несправності будь-яких систем керування і контролю не повинні приводити до втрати ходу і керування ГЕУ, керованості судна чи азимутального приводу.

17.14.5.3 Гребна електрична установка, азимутальні приводи та їх системи керування повинні мати систему самоконтролю і АПС для швидкого виявлення несправностей.

17.14.5.4 Більшість можливих несправностей, таких як утрата живлення, обрив чи коротке замикання у кабелях і проводах, повинні приводити до найменше критичного із усіх можливих нових станів судна (вихід із ладу у безпечну сторону).

17.14.6 Живлення систем управління ГЕУ.

17.14.6.1 Живлення системи дистанційного управління ГЕУ повинно здійснюватися відповідно до 3.1.2 частини XV «Автоматизація».

17.14.6.2 Пристрої (блоки) управління або контролери кожного ГЕД або НПЧ повинні отримувати живлення по окремих фідерах. Несправність у фідері живлення одного з таких пристроїв управління не повинна призводити до втрати живлення пристроїв які залишаються в роботі.

Таблиця 17.14.4.5-2 Перелік контрольованих параметрів ГЕУ із ГЕД постійного струму

Контрольований параметр	Граничне значення макс/мін	Місцевий вимірювальний прилад	АПС, дисплей у ЦПК	Зниження навантаження	Автоматичний «Стоп»	ГПК (місток) УАПС ¹
1	2	3	4	5	6	7
ГЕД:						
Система змащення	несправність	Вимірювальне скло	X	X	X	X
Температура підшипників	макс.	термометр	X			X
Температура головних полюсів	макс.		X	X		X
Температура додаткових полюсів або компенсаційних обмоток	макс.		X	X		X
Система охолодження води/повітря	несправність		X			X
Температура охолоджувального повітря на вході	макс	термометр	X			X
Охолоджувальна рідина	витік		X			X
Частота обертання	макс.		X		X	X
Колектор /щітки	несправність (електр.дуга)	оглядовий лючок	X			X
Струм якоря	макс.		X		X	X
Опір ізоляції ланцюга якоря і фідера живлення	мін. (замикання на корпус)		X			X
Опір ізоляції ланцюга якоря і фідера живлення	мін. (замикання на корпус)		X			X
Трансформатори:						
Температура обмоток	макс.		X	X		X
Охолоджувальна рідина	витік		X			X
Система охолодження	несправність		X			X
Перетворювачі:						
Мережа живлення	несправність		X		повтор. пуск	X
Система охолодження	несправність		X	X		X
Температура силових секцій	макс.		X макс.1		X макс.2	X
Потік охолоджувача (пряме охолодження)	мін.		X			X
Охолоджувальна рідина	витік		X			X
Попередній сигнал						X
Аварія, вихід із ладу			X		X	X
Датчик швидкості обертання якоря	несправність		X			X
Аварійний стоп (конвертер відключений)			X		X	X

Закінчення табл. 17.14.4.5-2

1	2	3	4	5	6	7
Запобіжник напівпровідника	несправність		X		X	X
Мережа живлення ГЕУ, суднова електрична система						
Фільтр гармонійних складових	аварія, пошкодження		X			X
¹ Узагальнена АПС						

17.14.6 Живлення систем управління ГЕУ.

17.14.6.1 Живлення системи дистанційного управління ГЕУ повинно здійснюватися відповідно до 3.1.2 частини XV «Автоматизація».

17.14.6.2 Пристрої (блоки) управління або контролери кожного ГЕД або НПЧ повинні отримувати живлення по окремих фідерах. Несправність у фідері живлення одного з таких пристроїв управління не повинна призводити до втрати живлення пристроїв які залишаються в роботі.

17.15 ЕЛЕКТРИЧНІ МУФТИ**17.15.1 Загальні вимоги.**

17.15.1.1 Електричні муфти повинні мати конструкцію, що допускає демонтаж муфти без розбирання приводного двигуна або редуктора.

Електричні муфти повинні бути сконструйовані та розташовані таким чином, щоб до них був забезпечений вільний доступ для обслуговування, заміни щіток і вимірювання повітряного зазору без демонтажу муфти.

17.15.1.2 Корпуси і підшипникові щити повинні виготовлятися зі сталі або рівноцінного за міцністю матеріалу (див. також 10.1.1).

17.15.1.3 Оберткові частини муфт, а також їх обмотки повинні бути сконструйовані і закріплені таким чином, щоб у випадку раптового зупинення вони не одержали пошкоджень.

Електричні муфти не повинні створювати осьових зусиль.

Ступінь балансування муфт повинний відповідати вимогам 4.1.2 частини IX «Механізми».

17.15.1.4 Максимальний момент у режимі форсування збудження не повинний перевищувати дворазового номінального моменту муфти.

Вимоги цього підрозділу поширюються також на електричні муфти, які встановлюються у інших системах.

17.15.2 Захист і блокування.

Система з'єднання муфти повинна бути розроблена таким чином або застосоване таке блокування, щоб виключалася можливість подачі збудження на муфту під час пуску або реверса головного двигуна.

У разі роботи декількох приводних двигунів на загальну передачу повинне застосовуватися блокування у схемі збудження електричних муфт, яке виключає одночасне вмикання приводних двигунів, що обертаються у протилежних напрямках.

17.15.3 Збудження електричних муфт.

Обмотки збудження електричних муфт повинні бути захищені від перенапруги.

У колі збудження електричних муфт повинні бути встановлені:

- .1 двополюсний вимикач,
- .2 пристрій гасіння магнітного поля,
- .3 захист від короткого замикання.

18. ДОДАТКОВІ ВИМОГИ ДО ЕЛЕКТРИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ НА НАПРУГУ ПОНАД 1000В ДО 15кВ

18.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

18.1.1 Вимоги цього підрозділу поширюються на трифазні системи змінного струму із номінальною напругою понад 1000В, де під номінальною напругою розуміється напруга між фазами.

Якщо у цьому підрозділі не зазначене інше, вимоги до конструкції та установки для низьковольтного електричного обладнання (до 1000В), викладені у інших підрозділах цієї частини Правил, застосовні також і для високовольтного електричного обладнання.

18.1.2 Електричне обладнання на напругу понад 1000В не повинно установлюватися у ті ж корпуси (оболонки), де установлене низьковольтне обладнання, якщо не забезпечене відповідне розділення чи не прийняті відповідні заходи, що забезпечують безпечний доступ для обслуговування низьковольтного обладнання.

18.1.3 Ізоляційні матеріали, які застосовуються для електричного обладнання, повинні забезпечувати під час експлуатації установки опір ізоляції 1500Ом на 1В номінальної напруги, але не менше 2МОм.

18.1.4 Для контролю стану ізоляції повинні використовуватися системи пофідерного контролю ізоляції. Такі системи повинні указувати напрямок на ділянку із пошкодженням і мати візуальну і звукову сигналізацію при зниженні контрольованої величини нижче установленої межі.

Системи пофідерного контролю рекомендується доповнювати переносними пристроями пошуку місця пошкодження ізоляції.

18.1.5 На вході у спеціальне електричне приміщення повинні знаходитися застережні написи, що указують величину напруги.

Корпуси електричного обладнання, установленного поза спеціальними електричними приміщеннями, повинні постачатися застережними написами, що вказують величину напруги.

18.2 ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ

18.2.1 Системи розподілу.

18.2.1.1 Для високовольтних установок змінного трифазного струму допускається застосування наступних систем розподілу електричної енергії:

трипровідна ізольована;

трипровідна система з нейтраллю, з'єднаною із корпусом судна через високоомний резистор чи реактор;

чотирипровідна система із «глухо» заземленою нейтраллю.

18.2.1.2 Конфігурація мережі для забезпечення безперебійності живлення.

Конструкція ГРЩ повинна передбачати можливість його поділу, як мінімум, на дві незалежні половини секцій за допомогою міжсекційного автоматичного вимикача чи роз'єднувача.

До кожної половини секцій повинний бути підключений, як мінімум, один генератор.

Якщо передбачаються два незалежних ГРЩ, які з'єднуються між собою кабельними перемичками, то автоматичні вимикачі повинні бути передбачені на обох її сторонах.

Усі дубльовані електричні приводи повинні одержувати живлення від різних ГРЩ чи його розділених секцій.

18.2.1.3 Системи із заземленою нейтраллю.

18.2.1.3.1 Нульові точки генераторів, призначених для паралельної роботи, допускається підключати на спільну шину перед заземлюючим резистором чи реактором, установленим у розподільному щиті або безпосередньо біля генераторів.

18.2.1.3.2 У випадку замикання на корпус струм витоку не повинний перевищувати номінальний струм найбільшого генератора або сумарний номінальний струм відповідної секції ГРЩ і не повинний бути менший, ніж триразовий мінімальний струм, необхідний для спрацьовування захисту від замикання на корпус.

18.2.1.3.3 Повинно бути забезпечено, щоб, як мінімум, одна точка заземлення нейтралі була включена, коли система перебуває під напругою.

Електричне обладнання, що працює у системах із «глухо» заземленою нейтраллю або із нейтраллю, з'єднаною із корпусом судна через високоомний резистор чи реактор, повинне

витримувати без пошкодження струм однофазного замикання на корпус протягом часу, необхідного для спрацювання пристрою захисту.

18.2.1.4 Відключення нейтралі.

У нульовому проводі кожного генератора має бути передбачений роз'єднувач, яким можна відключати нейтраль від заземлення для виконання замірів опору ізоляції та обслуговування генератора.

18.2.1.5 З'єднання із корпусом імпеданса, що заземлюється.

18.2.1.5.1 Усі імпеданси (повні опори) нульових точок, що заземлюються, повинні бути з'єднані із корпусом.

З'єднання повинне бути виконане таким чином, щоб будь-які циркулюючі струми з'єднань, що заземлюють, не впливали на радіообладнання, радіолокаційне обладнання, а також на кола внутрішнього зв'язку і системи керування.

18.2.1.5.2 Допускається приєднання усіх резисторів або реакторів до загальної шини, що заземлює, яка принаймні у двох місцях повинна бути з'єднана із корпусом.

18.2.1.6 Поділювані системи.

18.2.1.6.1 У поділюваних системах із заземленою нейтраллю з'єднання нейтралі із корпусом повинне бути передбачене для кожної розділеної групи секцій ГРЩ.

18.2.2 Ступені захисту оболонок.

18.2.2.1 Загальні вимоги.

Кожна частина електричного обладнання повинна мати захисні оболонки, які відповідають розташуванню електрообладнання та впливу на нього навколишніх умов. Вимоги стандарту ІЕС 60092-201 можуть розглядатися як мінімальні.

18.2.2.2 Електричні машини.

Ступінь захисту оболонок електричних машин повинна бути не нижче ніж IP23.

Ступінь захисту коробок виводів машин повинна бути не нижче ніж IP44.

Для двигунів, установлюваних у приміщеннях, досяжних для непідготовленого персоналу, ступінь захисту оболонки повинна бути не нижче, ніж IP4X для виключення дотику до струмонесивних або обертових деталей.

18.2.2.3 Трансформатори.

Ступінь захисту оболонок трансформаторів повинна бути не нижче, ніж IP23.

Для трансформаторів, що установлюються у приміщеннях, досяжних для непідготовленого персоналу, ступінь захисту оболонки повинна бути не нижче, ніж IP4X.

На трансформатори, не уміщені в оболонку, поширюються вимоги **18.7.1**.

18.2.2.4 Розподільні пристрої, щити керування і конвертери.

Ступінь захисту металевих оболонок розподільних щитів, щитів керування, шаф статичних перетворювачів повинна бути не нижче, ніж IP32.

Для щитів, що установлюються у приміщеннях, доступних для непідготовленого персоналу, ступінь захисту оболонки повинна бути не нижче, ніж IP4X.

18.2.3 Ізоляційні відстані.

18.2.3.1 Ізоляційні відстані по повітрю.

Ізоляційні відстані по повітрю між частинами, що перебувають під напругою із різними потенціалами, або між частинами, що перебувають під напругою і заземленими металевими частинами, або зовнішнім кожухом, повинні бути не менше зазначених у табл. **18.2.3.1**.

Мінімальні відстані для проміжних значень робочих напруг вибираються як для наступного, більшого значення стандартної напруги.

При виборі менших відстаней повинні бути передбачені спеціальні імпульсні високовольні випробування, підтверджуючі допустимість такого вибору.

Таблиця 18.2.3.1

Номінальна напруга, кВ	Мінімальна відстань по повітрю, мм
3(3,3)	55
6(6,6)	75
10(11)	120
15	160

18.2.3.2 Ізоляційні відстані по матеріалу.

Ізоляційні відстані по поверхні матеріалів між частинами, що перебувають під напругою із різними потенціалами, і між частинами, що перебувають під напругою і корпусом, повинні вибиратися на ґрунті національних або міжнародних стандартів, з урахуванням номінальної напруги системи, матеріалу ізоляції і динамічних перенапруг із-за перехідних процесів.

Для не стандартизованих частин обладнання, що включають секції шин у розподільних пристроях, мінімальні відстані по поверхні матеріалу повинні бути розраховані із співвідношення 25мм на 1кВ, а за струмообмежуючими пристроями — 16мм на 1кВ.

18.2.4 Пристрої захисту.**18.2.4.1 Замикання на стороні генератору.**

Крім видів захисту, зазначених у 8.2, генератори повинні бути постачені пристроями захисту проти міжфазового короткого замикання у кабелі, що з'єднує генератор і ГРЩ, і проти міжвиткових замикань усередині генератора.

При спрацьовуванні цього пристрою захисту, генератор повинний відключатися від ГРЩ і його збудження повинне автоматично зніматися.

У розподільних системах із «глухо» заземленою нейтраллю замикання фази генератора на корпус повинне також приводити до спрацьовування захисту.

18.2.4.2 Замикання на корпус.

18.2.4.2.1 При будь-яких замиканнях на корпус у системі повинна спрацьовувати звукова і візуальна сигналізація.

18.2.4.2.2 У низькоімпедантних³ («глухо» заземлених) системах при замиканні на корпус повинний спрацьовувати захист, що автоматично відключає пошкоджений ланцюг.

18.2.4.2.3 У високоімпедантних заземлених системах (у системах із заземленою через високоомний резистор нейтраллю), якщо фідери, що відходять від ГРЩ, не можуть бути відключені у випадку замикання на корпус, ізоляція електрообладнання, що одержує живлення від цих фідерів, повинна бути розрахована на лінійну напругу системи.

18.2.4.3 Силові трансформатори.

Силові трансформатори повинні бути захищені від короткого замикання і від перевантаження автоматичними вимикачами.

Якщо трансформатори призначені для паралельної роботи, спрацьовування захисту на первинній стороні повинне приводити до автоматичного відключення його також на вторинній стороні.

18.2.4.4 Трансформатори напруги для систем керування та вимірювальних приладів.

Трансформатори, призначені для живлення кіл керування і приладів, повинні бути захищені від перевантаження і короткого замикання на вторинній стороні.

18.2.4.5 Запобіжники.

Плавкі запобіжники повинні застосовуватися для захисту від коротких замикань. Для захисту від перевантаження застосовування запобіжників не допускається.

18.2.4.6 Низьковольтні системи.

Низьковольтні системи розподілу (до 1000В), що одержують живлення від високовольтних трансформаторів (систем), повинні мати захист від перенапруг, зв'язаних із потраплянням високої напруги на вторинну (низьковольтну) сторону.

Це може бути реалізоване наступними засобами:

застосуванням заземленої низьковольтної системи;

відповідними обмежниками напруги нейтралі;

заземленням екрану між первинною і вторинною обмотками трансформатору.

18.2.4.7 Захисні заземлення.

Металеві корпуси електричного обладнання повинні бути заземлені зовнішніми мідними гнучкими провідниками перерізом, розрахованим на струм однофазного короткого замикання, але не менше 16мм². Провідники заземлення повинні бути марковані. Провідники заземлення можуть з'єднуватися зварюванням або болтами діаметром не менше 10мм.

³ 1. Система повинна класифікуватися як ефективно заземлена (низькоімпедантна), якщо коефіцієнт заземлення менше 0,8, і не ефективно заземлена (високоімпедантна), якщо коефіцієнт заземлення 0,8 і більше.

2. Коефіцієнт заземлення визначається як відношення між напругою «фаза – корпус» у справній, тобто не пошкодженій, системі і лінійною («фаза – фаза») напругою.

18.3 ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ

18.3.1 Обмотки статорів генераторів.

У статорних обмоток генераторів повинні бути досяжними як фазні виводи, так і нульові для можливості установки диференціального захисту.

Електричні машини повинні бути обладнані убудованими датчиками температури статорних обмоток, що забезпечують звукову і візуальну сигналізацію при перевищенні температури понад допустиму межу. Для убудованих датчиків температури повинні бути передбачені засоби (пристрої) захисту від потрапляння високої напруги у вимірювальні кола.

18.3.3 Випробування.

На доповнення до випробувань, необхідних для усіх електричних машин, повинні бути передбачені випробування високочастотною випробувальною напругою у відповідності до стандарту IEC 60034-15 окремих фазових обмоток (котушок) машини, які підтверджують достатній рівень стійкості проти міжвиткових замикань, що викликаються імпульсними сплесками напруги із високою крутизною фронту.

18.3.4 Конструкція.

18.3.4.1 Корпус машини, підшипникові щити, захисні огороження повітрязабірних і випускних отворів повинні бути виготовлені із сталевих сплавів.

Алюмінієві сплави для зазначених деталей машин не допускаються.

18.3.4.2 Для відведення конденсату у нижній частині корпусу машини повинні бути передбачені легко досяжні для обслуговування спускні пристрої.

На двигунах вертикального виконання зверху повинний бути передбачений жорстко закріплений піддашок, який захищає від потрапляння усередину машини води і сторонніх предметів. Нижній торцевий щит повинний мати форму, яка попереджує накопичення води у районі підшипника.

18.3.4.3 Коробки виводів машин повинні мати такі розміри, щоб забезпечувати:

необхідні ізоляційні відстані між струмоведучими частинами і корпусом;

необхідні ізоляційні відстані між фазами;

достатній простір для розміщення обкінцевання кабелів підключення і виводів обмоток;

можливість зміни розташування уведень кабелів живлення до чотирьох положень під кутом 90°.

Для вимірювальних трансформаторів струму, нагрівального антиконденсатного елемента, датчиків температури тощо повинна бути передбачена окрема клемна коробка.

18.3.4.4 Виводи фаз статорної обмотки повинні входити у окрему, що відрізняється від коробок на нижчі напруги, клемну коробку через ущільнювальну прокладку.

Для нейтральних виводів може бути передбачена окрема клемна коробка.

Усередині клемних коробок повинні бути передбачені клеми для жил кабелів, що заземлюють.

При цьому повинне бути забезпечене надійне електричне з'єднання між корпусом машини і корпусом коробки.

18.3.4.5 Двигуни номінальною потужністю 1000кВт і більше повинні бути обладнані пристроями диференціального захисту. Для цього на корпусі двигуна повинна бути передбачена окрема клемна коробка виводів, що розташована із протилежної сторони від головної коробки, у якій повинні бути передбачені місця для установлення трьох трансформаторів струму і виводів нейтральних кінців обмоток.

У разі неможливості, через малі розміри машинного відділення, розташування вище згаданої коробки виводів із протилежної сторони від головної коробки, допускається розташовувати таку коробку в будь-якому зручному місці на корпусі двигуна.

18.3.4.6 Температура підшипників двигунів потужністю 1000кВт і більше повинна контролюватися місцевими індикаторами (приладами).

Для кожного підшипника повинні бути передбачені також датчики температури для дистанційного контролю.

18.3.4.7 Для запобігання шкідливого впливу підшипникових струмів підшипник на стороні, протилежній приводу, повинний бути електрично ізолюваний від корпусу.

Повинна бути передбачена можливість вимірювання опору ізоляції ізолюваного підшипника без його демонтажу.

18.3.4.8 Конструкція підшипників ковзання повинна передбачати:

місцеві покажчики рівня мастила;

при примусовому циркуляційному змащенні — окремий насос із локальним трубопроводом, емкістю, охолоджувачем, фільтром та датчиком потоку мастила;

можливість установлення приладів контролю вібрації, включаючи необхідні кабельні лінії, а також приладів вимірювання зносу підшипника;

можливість блокування пуску двигуна при відсутності змащення.

18.4 СИЛОВІ ТРАНСФОРМАТОРИ

18.4.1 Загальні вимоги.

18.4.1.1 Сухі трансформатори повинні відповідати вимогам стандарту ДСТУ EN 60076-11 або відповідного стандарту EN чи IEC.

Застосовувані сухі трансформатори повинні мати заземлені екрани між обмотками вищої і нижчої напруги.

Трансформатори із рідинним охолодженням повинні відповідати вимогам стандарту ДСТУ EN 60076-13.

Трансформатори, занурені у охолоджувальне масло, повинні відповідати вимогам стандарту ДСТУ EN 60076-14 або відповідного стандарту EN чи IEC і бути обладнані, як мінімум, пристроями АПС і захисту за наступними параметрами:

«Мінімальний рівень рідини» — АПС і автоматичне відключення або зниження навантаження;

«Максимальна температура рідини» — АПС і автоматичне відключення або зниження навантаження;

«Високий тиск газу у оболонці» — автоматичне відключення.

18.4.1.2 Трансформатори, що установлюються у приміщеннях, доступних для непідготовленого персоналу, повинні мати ступінь захисту оболонки не нижче, ніж IP4X.

18.4.1.3 Якщо на стороні низької напруги трансформаторів є ізольована нульова точка, то між нульовою точкою кожного трансформатору і корпусом судна повинний бути передбачений іскророзрядний запобіжник.

Запобіжник повинний бути розрахований не більше ніж на 80% мінімальної випробувальної напруги споживачів, що живляться від цього трансформатора.

18.4.1.4 До іскророзрядного запобіжника допускається паралельне приєднання апаратури для контролю стану ізоляції на низьковольтній стороні установки або для виявлення місця пошкодження цієї ізоляції. Така апаратура не повинна перешкоджати надійній дії іскророзрядного запобіжника.

18.4.1.5 Повинні бути передбачені ефективні засоби (наприклад, підігрів) для запобігання конденсації та нагромадження вологи усередині трансформаторів, коли вони виключені.

18.4.1.6 Допускається застосування алюмінія в якості матеріалу обмоток трансформаторів при виконанні наступних вимог:

1. забезпечення захисту обмоток та їх виводів від корозії при експлуатації в морських умовах;

2. забезпечення захисту від гальванічної корозії при з'єднанні обмоток з струмопровідними частинами з інших матеріалів;

3. місця з'єднань, вказаних в **18.4.1.6.2**, повинні бути доступні для огляду і захищені від послаблення.

18.5 КАБЕЛІ

18.5.1 Загальні вимоги.

18.5.1.1 Кабелі повинні бути виготовлені відповідно до вимог стандартів ДСТУ IEC 60092-353 або відповідного стандарту IEC і стандарту IEC 60092-354 або інших, визнаних Регістром міжнародних і національних стандартів.

18.5.1.2 Кабельна мережа трифазного струму повинна виконуватися трижильними кабелями із багатодротовими жилами. Площа поперечного перерізу жили кабелів для силових ланцюгів повинна бути не менше 10мм².

18.6 РОЗПОДІЛЬНІ ПРИСТРОЇ І ЩИТИ КЕРУВАННЯ

18.6.1 Загальні вимоги.

18.6.1.1 Розподільні щити і щити керування повинні бути виготовлені відповідно із вимогами стандарту ДСТУ EN 62271-200 або відповідного стандарту EN чи IEC і наступними додатковими вимогами.

18.6.2 Конструкція.

18.6.2.1 Механічна конструкція.

18.6.2.1.1 Розподільні щити повинні бути виготовлені із металу і бути закритого типу — відповідно із вимогами стандарту ДСТУ EN 62271-200, або із ізолюючих матеріалів і бути закритого типу — відповідно із вимогами стандарту ДСТУ EN 62271-201 або відповідних стандартів ІЕС чи EN або інших, визнаних Регістром, міжнародних і національних стандартів.

18.6.2.1.2 Розподільні щити повинні закриватися спеціальним ключем, що відрізняється від ключів розподільних щитів і пристроїв низької напруги.

Відкривання дверей чи висування окремих елементів повинне бути можливе лише після відключення від електричної мережі даної панелі чи розподільного щита.

18.6.2.1.3 Уздовж розподільних щитів необхідно забезпечити проходи для огляду щита і електричної апаратури шириною не менше 800мм між перегородкою і щитом і 1000мм між паралельно установленими секціями щита.

Якщо такі проходи призначені для обслуговування, їх ширина повинна бути збільшена до 1000 і 1200мм відповідно.

Зазначена ширина цих проходів вимагається незалежно від роду застосовуваних засобів захисту від торкання, виконаних у вигляді щільних дверей, сітки або ізоляційного поруччя.

Двері, суцільні перегородки і перегородки із сітки повинні бути висотою не менше 1800мм.

Перфоровані перегородки або перегородки із сітки повинні забезпечувати ступінь захисту не менше, ніж IP2X.

Уздовж щита повинні бути передбачені два ряди ізоляційного поруччя – на висоті 600 і 1200мм.

18.6.2.1.4 Частина електричної установки, що знаходяться під напругою, повинні бути розташовані від захисних загорож на відстані не менше зазначеної у табл. **18.6.2.1.4**.

Таблиця 18.6.2.1.4

Номинальна напруга, кВ	Мінімальна висота проходу, мм	Мінімальні відстані елементів, що знаходяться під напругою, від різних видів захисних огорож, мм		
		суцільні двері і перегородки	двері і перегородки із сітки	ізоляційні поруччя
3(3,3)	2500	100	180	600
6(6,6)	2500	120	200	600
10(11)	2500	150	220	700
15	2500	160	240	800

18.6.2.2 Блокувальні пристрої.

Автоматичні висувні вимикачі, які застосовуються у розподільних щитах, повинні мати пристрій, який фіксує їх як у робочому, так і у висунутому положенні.

Для забезпечення безпечного обслуговування висувних вимикачів і інших апаратів повинні бути передбачені блокувальні ключі і роз'єднувачі, що блокуються.

Висувні автоматичні вимикачі повинні фіксуватися у робочому положенні таким чином, щоб виключалися відносні переміщення між рухомими і нерухомими частинами.

18.6.2.3 Шторки (заслінки).

Повинне бути передбачене автоматичне закриття нерухомих струмоведучих контактів рознімання за допомогою ізоляційних перегородок у висунутому положенні автоматичного вимикача.

Ізоляційні перегородки для входних і вивідних ланцюгів повинні мати чітке маркування. Маркування може бути виконане за допомогою кольорового рішення або наклейок.

18.6.2.4 Пристрої заземлення і міжфазного замикання.

Для забезпечення безпечного обслуговування високовольтних розподільних пристроїв для збірних шин і фідерів, що відходять, повинне бути передбачене певне число апаратів для примусового замикання шин між собою і на корпус.

Пристрій повинний бути розрахований на максимальний струм короткого замикання.

18.6.2.5 Класифікація за впливом внутрішньої дуги (ІАС).

Розподільні пристрої і щити керування повинні бути класифіковані за впливом внутрішньої дуги.

Для розподільних пристроїв і щитів керування, які доступні лише для уповноваженого персоналу, допускаються щити типу «А», а для щитів, які доступні лише для неуповноваженого персоналу - щити типу «В», відповідно до вимог стандарту ДСТУ EN 62271-200 або відповідних стандартів ІЕС чи EN. Додаток АА; АА2.2.

Встановлення і розміщення розподільних пристроїв і щитів керування повинні відповідати їх класифікації за впливом внутрішньої дуги і розміщенням (F -переднє, L - бокове, R – заднє).

18.6.3 Допоміжна система живлення.

18.6.3.1 Джерело живлення.

Якщо для приводу механізму автоматичних та інших вимикачів, а також для пристроїв захисту, необхідне окреме допоміжне електричне чи інше джерело енергії, то крім основного такого джерела повинне бути передбачене резервне джерело, запас енергії якого повинний бути достатнім для дії усіх апаратів принаймні двічі.

Проте, роз'єднувачі автоматичних вимикачів, які спрацьовують від перевантаження, від короткого замикання чи від «нульової» напруги, повинні бути незалежними від будь-яких електричних джерел енергії.

Ця вимога не забороняє застосування роз'єднувачів, які спрацьовують при подачі оперативної напруги, за умови, що буде забезпечений контроль цілісності (безперервності) ланцюгів, що відключаються, і їх системи живлення, тобто, у випадку порушення цілісності ланцюгів чи при несправності (зникненні) їх живлення буде спрацьовувати аварійно-попереджувальна сигналізація.

18.6.3.2 Кількість джерел живлення.

Для розділених ГРЩ (див. 18.2.1.1) для приводів механізмів автоматичних і інших вимикачів повинне бути передбачене, крім власних джерел енергії, що одержують живлення кожний від своєї системи шин, принаймні одне незалежне резервне джерело.

При необхідності цим джерелом може бути аварійне джерело електричної енергії, призначене для виведення механічної установки із повністю знеструмленого стану або «мертвого» («dead ship») стану.

18.6.4 Високовольтні випробування.

Кожний головний і інші розподільні щити повинні бути випробувані високою напругою стандартної частоти.

Процедура випробувань і величини випробувальної напруги повинні відповідати вимогам відповідних національних стандартів або ДСТУ EN 62271-200 або відповідних стандартів IEC чи EN.

18.7 РОЗМІЩЕННЯ (МОНТАЖ)

18.7.1 Електричне обладнання.

18.7.1.1 Якщо високовольтне обладнання без захисної оболонки встановлюється у спеціальному приміщенні, що фактично є його оболонкою, то двері такого приміщення повинні мати таке блокування, щоб їх відчинення було виключене, поки не буде відключена напруга, та струмоведучі частини обладнання не будуть заземлені.

На вході у спеціальне електричне приміщення, де розташоване високовольтне обладнання, повинні бути передбачені застережні написи, що вказують про наявність небезпечної високої напруги.

Повинен бути забезпечений достатній вільний простір поблизу встановленого високовольтного обладнання, щоб запобігти небезпеці персоналу, який обслуговує обладнання, при проведенні робіт.

В доповнення, відстань між розподільним щитом і підволоком / палубою вище повинна відповідати вимогам класифікації за впливом внутрішньої дуги згідно з стандартом ДСТУ IEC 62271-200 або відповідних стандартів IEC чи EN.

18.7.1.2 Електричне обладнання повинне встановлюватися у спеціальних електричних приміщеннях та мати ступінь захисту не нижче, ніж IP23 (див. також 18.6).

У обґрунтованих випадках може бути допущена установка обладнання поза спеціальних електричних приміщень за умови, що ступінь захисту його буде не нижче, ніж IP44, і доступ до струмоведучих частин обладнання буде можливим лише при знятій напрузі та при використанні спеціального інструменту.

18.7.1.3 У спеціальному електричному приміщенні повинна знаходитися схема з'єднань і креслення розташування електричного обладнання.

18.7.2 Кабелі.

18.7.2.1 Прокладання кабельних трас.

Кабелі не повинні проходити через житлові приміщення. Проте, якщо це вимагається умовами технологічного характеру, таке прокладання допустима у спеціальних закритих транзитних системах (конструкціях).

18.7.2.2 Поділ.

Високовольтні кабелі повинні прокладатися у трасах, окремих від трас кабелів на напругу нижче 1000В.

Зокрема, високовольтні кабелі не повинні прокладатися у одних і тих же трасах, або у одних і тих же каналах або трубах, або у одних і тих же коробах із кабелями на напругу 1000 В і нижче.

Якщо високовольтні кабелі різної номінальної напруги прокладаються у одних і тих же трасах, то ізоляційні відстані між кабелями повинні бути не менше ізоляційних відстаней, установлених для кабеля більше високої напруги, як зазначено у **18.2.3.1**.

18.7.2.3 Монтаж кабелів.

Високовольтні кабелі повинні прокладатися у заземлених металевих трубопроводах або у металевих коробах, або вони повинні бути захищені заземленими металевими кожухами.

Відкрите прокладання кабелів (на несівних штампованих панелях) допускається, якщо вони мають неперервну металеву броню, яка повинна бути надійно і багаторазово заземлена.

18.7.2.4 Обкінцевання кабелів.

Обкінцевання усіх жил високовольтних кабелів повинні бути виконані із відповідного ізоляційного матеріалу.

У сполучних коробках, якщо жили кабелю не ізолювані, фази повинні бути відділені від корпусу і одна від одної міцними перегородками із відповідного ізоляційного матеріалу.

Високовольтні кабелі, що мають струмопровідний шар між фазами для контролю напруги електричного поля ізоляції кабелю, повинні мати виводи, призначені для такого контролю.

Матеріал ізоляції виводів повинний бути сумісним із матеріалом ізоляції і оболонки кабелю, і виводи повинні бути обладнані пристроями для заземлення усіх металевих компонентів кабеля, які його екранують (металевих стрічок, проводів тощо).

18.7.2.5 Маркування.

Високовольтні кабелі повинні мати чітке ідентифікаційне маркування, що легко читається.

18.7.2.6 Перед введенням у експлуатацію нової високовольтної кабельної мережі або після її модернізації (ремонті або установлення додаткових кабелів) усі кабелі в окремість із їх елементами (обкінцевання, виводи, що заземлюють, тощо) повинні бути випробувані високою напругою.

Випробування повинні проводитися після виміру опору ізоляції.

Для кабелів із номінальною напругою (U_o / U) вище 1,8/3кВ ($U_m = 3,6$ кВ) випробування електричної міцності ізоляції виконується випробувальною напругою відповідно із рекомендаціями заводу - виробника одним із наступних методів:

а) міжфазною напругою мережі, прикладеною між жилою кабелю і металевим екраном (облицюванням) на період часу не менше 5 хвилин;

б) номінальною напругою мережі прикладеною на період часу не менше 24 годин, або напругою постійного струму рівною $4U_o$ і прикладеною на період часу не менше 15 хвилин.

Для кабелів із номінальною напругою (U_o / U) менше 1,8/3кВ ($U_m = 3,6$ кВ) випробування електричної міцності ізоляції виконується напругою постійного струму, яка повинна бути не нижче $4U_o$ і прикладена на період часу не менше 15 хвилин.

Де U_o - номінальна напруга змінного струму номінальної частоти, для яких кабелів був розроблений, прикладена між кожною жилою фаз і заземленням або його металевим екраном;

U - номінальна напруга змінного струму номінальної частоти, для яких кабелів був розроблений, прикладена між кожною жилою фаз;

U_m — максимальна величина напруги у високовольтній кабельній мережі при якій може працювати обладнання.

Після завершення випробування жили кабелю повинні бути заземлені на певний період часу, достатній для видалення набутого електричного заряду.

Після цього повинний бути проведений повторний вимір опору ізоляції кабелю.

19. ВИМОГИ ДО ЕЛЕКТРИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ, ЯКІ ЗАЛЕЖАТЬ ВІД ПРИЗНАЧЕННЯ СУДНА

Ці вимоги необхідно вважати за зміни або доповнення до відповідних вимог, викладених у розд.1–18 цієї частини Правил.

19.1 ПАСАЖИРСЬКІ СУДНА

19.1.1 Живлення і сигналізація.

19.1.1.1 Електроприводи насосів заборотної води, повітряних компресорів і контрольно-сигнальні пристрої автоматичних спринклерних систем повинні одержувати живлення безпосередньо від головного і аварійного розподільних щитів по окремих фідерах.

Такі фідери повинні підводитися до автоматичного перемикача, розташованого поблизу насоса спринклерної системи. Цей перемикач у нормальному положенні повинний бути підключений до фідера від головного розподільного щита та у разі несправності живлення повинний автоматично переключатися на фідер живлення від аварійного розподільного щита.

Вимикачі цих фідерів на головному та аварійному розподільних щитах повинні бути чітко позначені і залишатися постійно включеними. Ніяких інших вимикачів на цих фідерах бути не повинно.

19.1.1.2 Кабелі живлення насосів заборотної води, повітряних компресорів і контрольно-сигнальних пристроїв автоматичної спринклерної системи не повинні прокладатися у трасах, що проходять через шахти машинних приміщень, камбузи та інші відгороджені приміщення із високою пожежною небезпекою, за винятком випадків, коли зазначені прилади і механізми встановлені у цих приміщеннях.

19.1.1.3 Освітлення салонів, трапів, проходів і сходів, що ведуть на шлюпкову палубу, повинне отримувати живлення, принаймні, по двох незалежних фідерах (див. також 6.2.3).

19.1.1.4 Системи живлення відповідальних пристроїв повинні бути виконані таким чином, щоб пожежа у одній головній вертикальній протипожежній зоні не пошкодила зазначені системи живлення споживачів, розташованих у будь-якій іншій вертикальній протипожежній зоні.

Зазначена вимога вважається виконаною, якщо головні та аварійні фідери живлення цих споживачів, що проходять через будь-яку таку зону, прокладені у вертикальному і горизонтальному напрямках на можливо більшій відстані один від одного.

19.1.1.5 Система авральної сигналізації повинна складатися із двох самостійних груп: для пасажирів і екіпажу.

Для збирання екіпажу по тривозі повинна бути встановлена спеціальна сигналізація, яка керується із ходового містка чи поста керування пожежогасінням. Ця сигналізація може бути частиною загальносуднової авральної сигналізації, вимоги до якої викладені у підрозділі 7.4.

На пасажирських судах із електричною установкою малої потужності або із кількістю пасажирів менше 36 допускається мати одну групу авральної сигналізації.

19.1.1.6 Стаціонарна система сигналізації виявлення пожежі повинна відповідати наступним додатковим (до зазначених в підрозд.7.5) вимогам:

- .1 бути в стані дистанційно і по окремісті визначати кожний автоматичний і ручний оповісник;
- .2 один промінь автоматичних і ручних оповісників не повинний розташовуватися більше ніж в одній головній вертикальній зоні;
- .3 установлені в каютах автоматичні оповісники у разі приведення їх у дію повинні також подавати або викликати спрацювання звукового сигналу в приміщенні, в якому вони розташовані. Звуковий сигнал не повинний відключатися з панелі сигналізації.

19.1.2 Живлення від аварійних джерел електричної енергії.

19.1.2.1 Аварійні джерела на пасажирських судах необмеженого району плавання, обмеженого району плавання **R1** та зі знаком **A**, **A-R1**, повинні забезпечувати протягом 36 годин одночасне живлення таких споживачів:

.1 аварійне освітлення:

місць збору і посадки в рятувальні засоби, а також простори за бортом у місцях спуску рятувальних засобів згідно з 2.3.4 і 2.7.7 частини II «Рятувальні засоби» Правил щодо обладнання морських суден;

покажчиків виходів на шлюпкову палубу, а також інформаційних табличок біля рятувальних засобів;

виходів з приміщень, у яких одночасно може знаходитися велика кількість пасажирів, спеціального персоналу або екіпажу;

проходів, трапів житлових і службових приміщень і виходів на відкриту палубу, а також кабін пасажирських ліфтів;

машинних приміщень і приміщень генераторних агрегатів разом з їх місцевими постами керування;

усіх постів керування, а також головного і аварійного розподільних щитів;

приміщень аварійного дизель-генератора;

рульової рубки;

штурманської рубки і радіорубки;

місць зберігання аварійного і пожежного інвентарю, спорядження пожежників і встановлення ручних пожежних оповісників;

приміщення рульового приводу;

місць обслуговування аварійного пожежного і осушувального насосів, насоса спринклерної системи, а також місць, де встановлені пускові пристрої цих механізмів;

ангарів і посадкових місць для гвинтокрилів;

приміщень гірокомпаса;

медичних приміщень;

.2 сигнально-розпізнавальні ліхтарі, ліхтарі сигналу «Судно, позбавлене можливості керуватися» та інші ліхтарі, що необхідні згідно з частиною III «Сигнальні засоби» Правил щодо обладнання морських суден;

.3 радіо- і навігаційне обладнання відповідно до вимог частин IV «Радіоблабнання» і V «Навігаційне обладнання» Правил щодо обладнання морських суден;

.4 засобів внутрішнього зв'язку, оповіщення і авральної сигналізації;

.5 системи сигналізації виявлення пожежі, пристроїв керування протипожежними дверима, а також сигналізації про положення протипожежних дверей, зазначених у **2.2.3.3** частини VI «Протипожежний захист»;

.6 лампи денної сигналізації, звукові сигнальні засоби (свистки, гонги тощо), виклична ручна сигналізація та інші види сигналізації, необхідні в аварійних умовах;

.7 одного із пожежних насосів, насоса автоматичної спринклерної системи, насоса системи водорозпилення з електричним приводом, зазначений у **3.4.7** частини VI «Протипожежний захист», а також електричне обладнання, що забезпечує роботу системи пожежогасіння піною високої кратності, зазначених у **3.7.3** частини VI «Протипожежний захист»;

.8 аварійного осушувального насоса і обладнання для дистанційного керування клапанами осушувальної системи;

.9 споживачів, перелічених у **7.3.6** та **7.3.8** частини VI «Протипожежний захист», для суден класів **ВЯП2 (INF2)** і **ВЯП3 (INF3)** відповідно до класифікації, яка наведена у **7.3.2** частини VI «Протипожежний захист», незалежно від району плавання і місткості судна;

.10 інші системи, робота яких буде визнана Регістром необхідною для забезпечення безпеки судна і людей, що знаходяться на ньому.

Споживачі, зазначені в **19.1.2.1.3–19.1.2.1.6**, можуть жититися від власних акумуляторних батарей, розташованих відповідно до **9.2**, ємністю, достатньою для живлення цих споживачів протягом 36 годин.

Необхідний час 36 годин може бути скорочений до 12 годин для суден обмежених районів плавання, не зазначених вище (див. **19.1.2.1**).

19.1.2.2 Аварійні джерела електричної енергії повинні забезпечувати живлення рульового пристрою відповідно до **5.5.6**.

19.1.2.3 Аварійні джерела електричної енергії повинні забезпечувати протягом 30 хвилин живлення таких споживачів:

.1 електричних приводів водонепроникних дверей із їх показчиками і попереджувальною сигналізацією. Допускається почергове закривання всіх дверей за умови, що всі двері будуть закриті через 60с;

.2 аварійного приводу пасажирських ліфтів. Ліфти для пасажирів допускається піднімати по черзі.

.3 додаткового освітлення у всіх пасажирських каютах, яке повинне забезпечити легке виявлення виходу із кают. Додаткове освітлення може жититися від власних акумуляторних

батарей, установлених у світильниках і постійно заряджуваних від аварійного розподільного щита.

19.1.2.4 Якщо аварійним джерелом електричної енергії є генератор, він повинний:

.1 приводитися в дію двигуном внутрішнього згоряння (див. **2.2.5** частини IX «Механізми»);

.2 пускатися автоматично при зникненні напруги в основній мережі, а також автоматично включатися на шини аварійного розподільного щита; необхідні згідно з **19.1.2.7** споживачі повинні автоматично одержувати живлення від аварійного генератора.

Загальний час пуску і приймання навантаження від генератора не повинний перевищувати 45с;

.3 повинне бути передбачене аварійне перехідне джерело електричної енергії, що включається негайно у разі знеструмлення.

19.1.2.5 Якщо аварійним джерелом електричної енергії є акумуляторна батарея, вона повинна:

.1 працювати без підзарядження при збереженні змін напруги на затискачах у межах 12% номінальної напруги протягом повного періоду розрядження, при цьому зміна напруги на затискачах акумуляторної батареї, підключеної до електронного перетворювача напруги, визначається допустимою зміною напруги на затискачах перетворювача;

.2 автоматично включатися на шини аварійного розподільного щита при зникненні напруги в головній мережі і, принаймні, живити споживачі, зазначені в **19.1.2.7**, протягом часу згідно з **19.1.2.1**.

19.1.2.6 Як аварійне перехідне джерело електричної енергії, необхідне згідно з **19.1.2.4.3**, необхідно застосовувати акумуляторну батарею, яка повинна працювати без підзарядження при збереженні змін напруги в межах 12% номінальної напруги протягом повного періоду розрядження.

Зміна напруги на затискачах акумуляторної батареї, підключеної до електронного перетворювача напруги, визначається допустимою зміною напруги на затискачах перетворювача, які не повинні перевищувати значення, зазначені в **2.1.3.1**.

19.1.2.7 Ємність батареї, що є перехідним джерелом електричної енергії, повинна бути достатньою для забезпечення протягом 30хв живлення таких споживачів:

.1 освітлення і необхідних сигнально-розпізнавальних ліхтарів відповідно до **19.1.2.1.1** і **19.1.2.1.2**;

.2 засобів внутрішнього зв'язку і оповіщення, необхідних в аварійних умовах;

.3 системи авральної сигналізації, системи сигналізації виявлення пожежі, пристроїв керування і сигналізації про положення протипожежних дверей, зазначених у **2.2.3.3** частини VI «Протипожежний захист»;

.4 ламп денної сигналізації, звукових сигнальних засобів (свистки, гонги тощо) та інших видів сигналізації, необхідних в аварійних умовах;

.5 пристроїв зачинення водонепроникних дверей, сигналізації їх положення і попередження їх зачинення.

Зачинення водонепроникних дверей можуть здійснюватися по черзі.

.6 суднової системи охоронного повідомлення і апаратури АІС, які вимагаються частиною IV «Радіобладнання» і частиною V «Навігаційне обладнання» Правил щодо обладнання морських суден

Споживачі, перераховані у **19.1.2.7.2–19.1.2.7.6**, можуть живитися від власних акумуляторних батарей, що забезпечують їх живлення протягом необхідного часу.

19.1.3 Низькорозташоване освітлення з електричним живленням (див. **8.5.5** частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення»).

19.1.3.1 Система низькорозташованого освітлення повинна бути підключена до шин аварійного розподільного щита і одержувати живлення від основного джерела електричної енергії в нормальних умовах і від аварійного джерела електричної енергії, коли воно працює.

Система низькорозташованого освітлення повинна діяти постійно.

19.1.3.2 Якщо аварійним джерелом електричної енергії є акумуляторна батарея, то її ємність повинна бути достатньою для живлення системи низькорозташованого освітлення протягом не менше 60хв.

19.1.3.3 Додаткове аварійне освітлення, необхідне згідно з **19.3.3**, може бути частиною системи низькорозташованого освітлення або цілком представляти таку за умови, що така система відповідає вимогам **19.1.3**.

19.1.3.4 Низькорозташоване освітлення з електричним живленням повинне забезпечувати наступні мінімальні рівні яскравості:

.1 для поверхні, що світиться, площинного джерела світла - 10кд/м^2 , при цьому смуга світла повинна бути шириною не менше 15мм;

.2 для точкового джерела – 35мкд у напрямку підходу і оглядовості спостерігача, при цьому:

напрямок оглядовості для джерел, розташованих на горизонтальній площині, тобто на палубі, повинний бути у межах конуса із кутом 60° , вісь якого нахилена до площини монтажу джерела на кут 30° (див. рис. 19.1.3.4.2-1);

напрямок оглядовості для джерел, розташованих на вертикальній площині, тобто на перегородці (наприклад, для маркування ручок дверей), повинний бути у межах конуса із кутом 60° , вісь якого перпендикулярна до площини монтажу джерела (див. рис. 19.1.3.4.2-2);

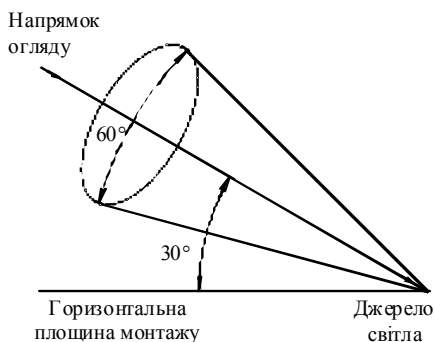


Рис.19.1.3.4.2-1

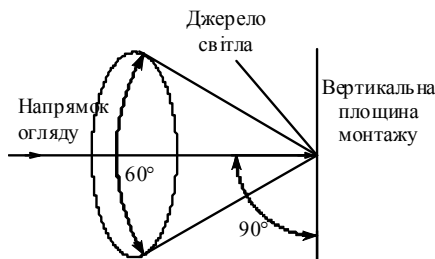


Рис.19.1.3.4.2-2

відстань між джерелами світла повинна бути не більше 300мм.

19.1.3.5 Живлення системи НРО повинне бути влаштоване так, щоб відмова будь-якого джерела світла і пожежа у одній протипожежній зоні або на одній палубі не приводили до виходу із ладу освітлення і маркування ділянок шляху евакуації у іншій протипожежній зоні або палубі.

19.1.3.6 Відмова або пошкодження, крім короткого замикання, будь-якого джерела світла не повинне приводити до утрати видимого обрису шляхів евакуації на ділянці довжиною більше 1м.

19.1.3.7 Ступінь захисту електрообладнання (джерел світла) повинний бути не менше, ніж IP55.

19.1.4 Додаткові вимоги до пасажирських суден, які мають центр безпеки.

19.1.4.1 Внутрішній зв'язок повинний відповідати вимогам **2.2.8.3** і **2.2.8.5** частини VI «Протипожежний захист».

19.1.4.2 Авральна сигналізація повинна відповідати вимогам **2.2.8.6.4** частини VI «Протипожежний захист».

19.1.4.3 Сигналізація закриття водонепроникних дверей повинна відповідати вимогам **2.2.8.6.3** частини VI «Протипожежний захист».

19.1.4.4 Сигналізація надходження води повинна відповідати вимогам **2.2.8.6.8** частини VI «Протипожежний захист».

19.1.4.5 Сигналізація закриття дверей на пасажирських накатних суднах повинна відповідати вимогам **2.2.8.6.7** частини VI «Протипожежний захист».

19.1.5 Додаткові вимоги до пасажирських суден, які мають довжину, визначену згідно з 1.2.1 Правил про вантажну марку морських суден, 120м і більше або, які мають три і більше головні вертикальні зони.

19.1.5.1 Рульові приводи і керування рульовими приводами повинні відповідати вимогам **2.2.6.7.2** і **2.2.6.8** частини VI «Протипожежний захист».

19.1.5.2 Освітлення зон безпеки повинне відповідати вимогам **2.2.6.13.7** частини VI «Протипожежний захист».

19.1.5.3 Освітлення коридорів, трапів і виходів, які забезпечують доступ до місць збору і посадки, повинне відповідати вимогам **2.2.7.4.2** частини VI «Протипожежний захист».

19.1.5.4 Внутрішній зв'язок повинний додатково відповідати вимогам **2.2.6.7.6**, **2.2.6.8** і **2.2.7.4.4** частини VI «Протипожежний захист».

19.1.5.5 Сигналізація надходження води повинна відповідати вимогам **2.2.6.7.7** і **2.2.6.8** частини VI «Протипожежний захист».

19.1.6 Повинно забезпечуватись допоміжне освітлення для всіх кают з метою чіткого позначення виходу, щоб мешканці мали можливість знайти шлях до дверей.

Таке освітлення, яке може під'єднуватися до аварійного джерела живлення або мати власне джерело електроенергії у кожній каюті, повинно вмикатися автоматично при втраті живлення звичайним освітленням каюти і тривати щонайменше 30 хвилин.

19.2 НАФТОНАЛИВНІ І НАФТОЗБИРАЛЬНІ СУДНА

19.2.1 Загальні вказівки.

Вимоги цього підрозділу поширюються на електричне обладнання нафтоналивних і нафтозбиральних суден для перевезення нафтопродуктів із температурою спалаху 60°C та нижче і для перевезення нафтопродуктів із температурою спалаху вище 60°C, для яких потрібний підігрів до температури, менше ніж на 15°C нижче температури спалаху.

На електричне обладнання нафтоналивних суден (> 60°C), нафтозбиральних суден (> 60°C) поширюються вимоги **19.2.3.2.3.2**, **19.2.5**, **19.2.6.2** (див. також **9.6.5** частини VIII Системи і трубопроводи)).

Вимоги цього підрозділу визначають межі небезпечних зон, розподіл суднових приміщень і просторів по зонах, установлення електричного обладнання у вибухонебезпечних приміщеннях і просторах відповідно стандарту IEC 60092-502 «Електричні установки на судах — Танкери - Спеціальні властивості».

19.2.2 Розподіл електричної енергії.

19.2.2.1 Для розподілу електричної енергії можуть застосовуватися тільки такі системи:

- .1** двопровідна ізольована для постійного струму;
- .2** двопровідна ізольована для однофазного змінного струму;
- .3** трипровідна ізольована для трифазного змінного струму (також для напруги понад 1000В, але не вище 11000В змінного струму);
- .4** трипровідна із заземленою нульовою точкою через високоомний активний резистор для напруги понад 1000В, але не вище 11000В змінного струму за умови, що будь-який можливий струм не буде проходити безпосередньо через будь-яке з вибухонебезпечних приміщень і просторів.

19.2.3 Вибухонебезпечні зони, приміщення і простори.

19.2.3.1 Класифікація вибухонебезпечних зон.

Вибухонебезпечні зони поділяються на такі:

- .1 Зона 0** — зона, у якій постійно або протягом тривалого періоду часу присутня вибухонебезпечна суміш повітря і газу.
- .2 Зона 1** — зона, у якій при нормальних умовах роботи можлива присутність вибухонебезпечної суміші повітря і газу.
- .3 Зона 2** — зона, у якій малоімовірна поява вибухонебезпечної суміші повітря і газу, а у випадку появи ця суміш присутня протягом нетривалого періоду часу.

19.2.3.2 Розподіл вибухонебезпечних приміщень і просторів по зонах.

19.2.3.2.1 Зона 0 включає до себе:

- .1** внутрішні простори вантажних відсіків і танків, вантажних трубопроводів і систем перекачування зібраної нафти;
- .2** відкриті простори, що простягаються на висоту до 1м від покритою нафтою поверхні води (для суден, які працюють у нафтовій плямі).

19.2.3.2.2 Зона 1 включає до себе:

- .1** кофердами і танки ізольованого баласту, що прилягають до вантажних танків, а також форпик, якщо він обслуговується системою, зв'язаною з баластними танками, розташованими у вантажній зоні;
- .2** закриті або напівзакриті простори, де розташовані вантажні насоси чи вантажні трубопроводи (якщо останні не виконані цілком зварними);

.3 закриті і напівзакриті простори над палубою вантажних відсіків і танків, що мають перегородки вище або на рівні перегородок вантажних відсіків і танків;

.4 закриті і напівзакриті приміщення, що знаходяться безпосередньо над насосними приміщеннями, а також над вертикальними кофердами, суміжними з вантажними відсіками і танками, якщо вони не відділені газонепроникною палубою і не мають примусової вентиляції;

.5 простори і приміщення, інші ніж кофердами, суміжні з вантажними відсіками і танками та розташовані нижче верху вантажних відсіків і танків;

.6 простори і напівзакриті приміщення на відкритій палубі в радіусі 3м від будь-яких вихідних не вентиляційних отворів, горловин і люків вантажних цистерн, насосних відділень і кофердамів, суміжних з вантажними танками, від вантажних клапанів, фланців вантажного трубопроводу, а також простори на відкритій палубі в радіусі 3м від відкритих кінців вентиляційних труб, зазначених у **12.4.6** частини VIII «Системи і трубопроводи». Простори від вихідних отворів дихальних клапанів і газовідвідних труб газовідвідної системи відповідно до **9.7** частини VIII «Системи і трубопроводи»;

.7 простори або напівзакриті приміщення на відкритій палубі, згідно з **9.7.11** частини VIII «Системи і трубопроводи», розташовані поблизу будь-яких газовідвідних труб, обладнаних високошвидкісними пристроями, що забезпечують випуск великих обсягів газоповітряної суміші зі швидкістю не менше 30м/с при навантаженні, баластуванні і видачі вантажу, у межах вертикального циліндра необмеженої висоти і радіусом 6м від газовипускного пристрою, а також у межах півсфери радіусом 6м нижче випускного пристрою;

.8 простори або напівзакриті приміщення на відкритій палубі в межах 1,5м від входів у вантажне насосне відділення, головок припливної вентиляції вантажного насосного відділення і від інших горловин і люків, що ведуть у кофердами та інші приміщення зони 1;

.9 простори на відкритій палубі в межах комінгсів, що обмежують виливи, і піддонів під клапанами вантажних трубопроводів, а також у радіусі 3м від меж зазначених просторів до висоти 2,4м над палубою;

.10 простори на відкритій палубі над вантажними відсіками і танками за всією шириною судна і на 3м до носа і корми від їх крайніх перегородок до висоти 2,4м над палубою, а також закриті і напівзакриті приміщення в цьому просторі. Для суден, що працюють у нафтовій плямі, цей простір розширюється на всю довжину судна;

.11 приміщення для зберігання вантажних шлангів і обладнання для збирання розливої нафти (нафтозбірники);

.12 закриті і напівзакриті приміщення, що мають безпосередній вихід або інші отвори в одно з вищевказаних просторів чи приміщень;

.13 приміщення і простори над кофердами, суміжні з вантажними відсіками або танками і не відділені масло- і газонепроникними перегородками і палубами, що не мають відповідної вентиляції і мають вхід із палуби, яка знаходиться вище.

19.2.3.2.3 Зона 2 включає до себе:

.1 простори, розташовані вище зони 1 за всією довжиною і шириною судна до висоти 6м над найвищою вантажною ватерлінією (для суден, що працюють у нафтовій плямі);

.2 внутрішні простори вантажних відсіків і танків, відстійних танків, вантажних трубопроводів, систем перекачування зібраних нафтопродуктів із температурою спалаху $>60^{\circ}\text{C}$ та їх систем вентиляції;

.3 простори або напівзакриті приміщення на відкритій палубі, розташовані в межах 4м від циліндра і сфери радіусом 6м, зазначених у **19.2.3.2.2.7**.

.4 простори і приміщення, розташовані у межах 4м від просторів, зазначених у **19.2.3.2.2.6**.

19.2.3.2.4 Приміщення і простори, що не відносяться до зон 0, 1 і 2, вважаються безпечними.

19.2.3.3 Закриті приміщення, які мають безпосередній вихід чи інші отвори, що відкриваються, у межі просторів, зазначених в **19.2.3.2.2.10**, не вважаються вибухонебезпечними за умови, що передбачені відповідні подвійні газонепроникні двері, що закриваються самі, утворюючи повітряну завісу, а також є додаткова примусова припливна вентиляція із забиранням повітря із місць, розташованих поза вибухонебезпечними просторами.

19.2.3.4 Для суден, що працюють у нафтовій плямі, входи, вентиляційні отвори (вихідні та вихідні) та інші отвори в безпечних приміщеннях, таких як житлові приміщення, службові і машинні приміщення, пости керування і рульова рубка, що не мають газонепроникних закриттів, повинні бути розташовані не нижче 6м від найвищої вантажної ватерлінії і повинні у будь-якому разі бути розташовані поза межами вибухонебезпечних зон.

Входи в безпечні приміщення, розташовані нижче 6м від найвищої ватерлінії або у межах небезпечних зон, повинні бути обладнані повітряними шлюзами. Отвори у цих приміщеннях, розташовані нижче 6м від ватерлінії, повинні мати газонепроникні закриття на період операцій у нафтовій плямі.

19.2.4 Електричне обладнання у вибухонебезпечних приміщеннях і просторах.

19.2.4.1 В приміщеннях і просторах, які відносяться до зони 0, допускається установлення наступних видів електричного обладнання:

.1 іскробезпечного виконання категорії (*ia*);

.2 простих електричних апаратів і компонентів, таких як термопари, фотоелементи, тензодатчики, сполучні коробки, вимикачі, які є невід'ємною частиною іскробезпечної мережі категорії (*ia*) і не здатних до накопичення або генерування електричної енергії для запалення вибухонебезпечної суміші навіть у випадку виникнення в іскробезпечній мережі обриву, короткого замикання або замикання на землю;

19.2.4.2 В приміщеннях і просторах, які відносяться до зони 1, допускається установлення наступних видів електричного обладнання:

.1 призначеного для роботи в зоні 0;

.2 іскробезпечного виконання категорії (*ib*);

.3 простих електричних апаратів і компонентів, таких як термопари, фотоелементи, тензодатчики, сполучні коробки, вимикачі, які є невід'ємною частиною іскробезпечної мережі категорії (*ib*) і не здатних до накопичення або генерування електричної енергії для запалення вибухонебезпечної суміші за нормальних умов роботи;

.4 з вибухонепроникною оболонкою типу (*d*);

.5 з оболонкою під надлишковим тиском типу (*p*). При цьому вимагається автоматичне відключення пристрою, у разі падіння тиску нижче установленної величини;

.6 підвищеної надійності проти вибуху типу (*e*); В цьому випадку, для електричних двигунів напругою 3кВ і більше, необхідний додатковий захист, за допомогою продування повітрям перед пуском, для зменшення ризику виникнення іскри у повітряному зазорі;

.7 з герметизацією компаундом (*m*);

.8 спеціального вибухозахищеного типу (*s*);

.9 вібраторів ехолотів та їх кабелів відповідно до вимог частини V «Навігаційне обладнання» Правил щодо обладнання морських суден, кабелів систем катодного захисту з накладеним струмом, прокладених у корозійностійких сталевих трубах із газонепроникними з'єднаннями аж до верхньої палуби та не прилягаючих до перегородки вантажних танків (див. також **16.8.4.2**);

.10 транзитних кабелів.

2.4.3 Електричні двигуни для приводу пристроїв, розташованих у насосних приміщеннях, повинні встановлюватися в суміжних вибухонебезпечних приміщеннях (див. **4.2.5** частини VII «Механічні установки»).

Електричні двигуни повинні бути забезпечені пристроями дистанційного відключення, що знаходяться поза приміщеннями, у яких установлені двигуни, і вище палуби танків (див. також **9.4.4** частини VIII «Системи і трубопроводи»).

19.2.4.4 Освітлення у насосних приміщеннях повинне бути заблоковано із вентиляцією цих приміщень таким чином, щоб при включенні освітлення включалася вентиляція. При цьому несправність у системі вентиляції не повинна приводити до відключення освітлення.

Аварійне освітлення, якщо воно установлене, повинне бути незалежним від вентиляції.

19.2.4.5 В приміщеннях і просторах, які відносяться до зони 2, допускається установлення наступних видів електричного обладнання:

.1 призначеного для роботи в зоні 1;

.2 спеціальної конструкції виду захисту типу (*n*);

.3 що не створює дуги або іскри, нагріті поверхні якого при нормальній роботі не здатні запалити вибухонебезпечну суміш.

19.2.5 Переносне електрообладнання, яке застосовується у процесі збирання розливої нафти.

19.2.5.1 Переносне нафтозбиральне і перекачувальне обладнання повинне бути вибухозахищеного виконання.

19.2.5.2 Розподільні щити або розетки електричного живлення переносного палубного нафтозбирального і перекачувального електрообладнання повинні бути стаціонарно встановлені

таким чином, щоб підключений кабель не проходив крізь комінгси дверей або інші отвори, що зачиняються, які обмежують вибухонебезпечні приміщення і простори.

Конструкція таких розподільних пристроїв або розеток повинна передбачати блокування, що виключає підключення переносного електрообладнання під напругою, а також захист від струмів короткого замикання і перевантаження в кожній фазі.

19.2.5.3 Конструкція гнучких кабелів, які застосовуються для підключення переносного електрообладнання, що використовується у процесі збирання розливої нафти, повинна передбачати металеве обплетення (екран), поверх якого повинна бути непроникна зовнішня оболонка із стійкого до нафти матеріалу.

19.2.6 Прокладання кабелів.

19.2.6.1 Прокладання кабелів на палубах нафтоналивних і нафтозбиральних суден повинна здійснюватися по перехідних містках у відповідних каналах (жолобах). Одиночні кабелі допускається прокладати в трубах. Коли перехідні містки знаходяться усередині зони 1, прокладання повинне здійснюватися тільки кабелями, що відповідають вимогам **2.9.11**.

19.2.6.2 При прокладанні кабелів у каналах (жолобах) повинні виконуватися такі вимоги:

.1 кабелі у каналах (жолобах) повинні укладатися вільно рядами на фасонних протекторах із неметалевих матеріалів; при цьому повинна бути виключена можливість бічного зсуву ряду (кабелю). Допускаються також способи закріпленого безтрубного прокладання кабелів (у кабельних підвісках, під скобами), конструктивні рішення яких повинні бути схвалені Регістром; при цьому укладка кабелів при закріпленому прокладанні повинне бути виконане не більше ніж у два ряди;

.2 кабелі не повинні торкатися металевих конструкцій каналу (жолоба);

.3 кабелі не повинні піддаватися постійним і змінним натягам під впливом деформації судна і повинні захищатися від впливу цих деформацій, особливо в місцях рознімання або ковзних з'єднань містка або майданчика з надбудовами. У місцях рознімання або ковзного з'єднання містка або майданчика повинні бути передбачені компенсаційні петлі. Внутрішній радіус компенсаційної петлі повинний бути не менше 10 діаметрів найбільшого за діаметром кабелю;

.4 кабелі повинні бути захищені від прямого впливу сонячної радіації, хвиль, нафтопродуктів, а також від механічних пошкоджень;

.5 відстані від кабелів до джерел тепла повинні відповідати вимогам **16.8.4.1**;

.6 траси кабелів, розташовані на перехідному майданчику або в трубах у межах простору, що знаходиться усередині зони 1, а також компенсаційні петлі не повинні розташовуватися від палуби танків нижче 300мм;

.7 металеві оболонки або броня кабелів повинні бути заземлені на обох кінцях. Для кінцевих кіл допускається заземлення металевої оболонки робити тільки з боку живлення.

19.2.6.3 Для систем з напругою, зазначеною у **19.2.2.1.4**, необхідно застосовувати тільки кабелі, що мають мідні екрани з додатковою ізоляційною оболонкою на цьому екрані. Площа поперечного перерізу екрана повинна бути не менше площі перерізу жили.

19.2.7 Інтегровані вантажні і баластні системи

19.2.7.1 Ці вимоги розповсюджуються на інтегровані вантажні і баластні системи, що установлюються на наливних суднах, незалежно від розміру і типу.

Під інтегрованими (суміщеними) системами розуміються інтегровані гідравлічні і/або електричні системи, що використовуються для приводу обох вантажних та баластних насосів (включають активні компоненти, тобто системи керування і захисту насосів, і виключають пасивні компоненти, тобто, трубопроводи).

19.2.7.2 Повинні бути прийняті заходи для запобігання одночасного виходу із ладу вантажних і баластних насосів, викликаних однією несправністю або аварією інтегрованої вантажної чи баластної системи, включаючи її системи керування і захисту.

19.2.7.3 Кола аварійної зупинки насосів вантажних і баластних систем повинні бути незалежні від кіл їх систем керування.

Несправність у колах системи керування або у колах аварійної зупинки не повинні приводити інтегровану систему керування вантажними і/або баластними насосами у неробочий стан.

19.2.7.4 Система ручної аварійної зупинки вантажних насосів повинна бути виконана таким чином, щоб при її спрацюванні не відключалося живлення баластних насосів.

19.2.7.5 Живлення систем керування насосами повинно здійснюватися по двох незалежних фідерах від головного розподільного щита.

Зникнення живлення у кожному із цих фідерів повинне приводити до спрацьовування звукової і візуальної сигналізації на кожному посту керування насосами.

19.2.7.6 Повинні бути передбачені резервні засоби керування інтегрованої вантажної і/або баластної системи, що забезпечують її нормальне функціонування при виході із ладу автоматизованої чи дистанційної систем керування. Ця умова може бути виконана за допомогою пристрою перемикачів на ручне керування і/або резервуванням відповідних пристроїв у системах керування.

19.3 СУДНА, ПРИЗНАЧЕНІ ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ІЗ ПАЛИВОМ У БАКАХ, ВКЛЮЧАЮЧИ СТИСНУТИЙ ВОДЕНЬ АБО СТИСНУТИЙ ПРИРОДНИЙ ГАЗ, НЕОБХІДНИМ ДЛЯ РУХУ ЦИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

19.3.1 Загальні вимоги.

19.3.1.1 Вимоги цього підрозділу поширюються на електричне обладнання трюмів, а також інших приміщень і просторів, призначених для перевезення транспортних засобів із паливом у баках, необхідним для руху цих транспортних засобів.

19.3.1.2 Трюми і приміщення, перераховані в **19.3.1.1**, належать до вибухонебезпечних приміщень і просторів.

19.3.1.3 Кабелі повинні бути захищені від механічних пошкоджень. Кабелі, розташовані горизонтально, необхідно прокладати на відстані не менше 450 мм над суцільною палубою або платформою, яка виключає вільне проникнення газів униз. Проходи кабелів через палуби і перегородки повинні бути газонепроникними.

19.3.1.4 Електричне обладнання, установлене в каналах витяжної вентиляції, повинно бути вибухозахищеного виконання – підвищеної надійності проти вибуху (*Exe*) або з вибухонепроникною оболонкою (*Exd*) і бути здатним працювати у вибухонебезпечному газовому середовищі, а також відповідати категорії газової суміші ІС (стиснутий водень) або ІА (стиснутий природний газ), див. ДСТУ EN 60079-20-1 або відповідні стандарти EN чи IEC.

19.3.1.5 Освітлення, встановлене в трюмах і приміщеннях, перерахованих у **19.3.1.1**, необхідно поділити не менше ніж на дві групи, кожна з яких повинна живитися від окремого кола.

19.3.2 Встановлення електричного обладнання у трюмах і приміщеннях, призначених для перевезення транспортних засобів з паливом у баках на пасажирських судах і поромках.

19.3.2.1 У трюмах і приміщеннях, в просторах, що знаходяться вище 450 мм над вантажною палубою або платформою, що виключає вільне проникнення газів униз, допускається встановлювати електричне обладнання:

зі ступенем захисту не нижче, ніж IP55, за умови, що система вентиляції забезпечує принаймні 10-кратний обмін повітря на годину;

спеціально призначене для установлення у зоні 2.

19.3.2.2 У трюмах і приміщеннях, що знаходяться вище палуби перегородок, у зоні нижче 450 мм над палубою або платформою, яка виключає вільне проникнення газів униз, необхідно встановлювати електричне обладнання вибухозахищеного виконання: іскробезпечне (*Exi*), з оболонкою під надлишковим тиском (*Exp*), із вибухонепроникною оболонкою (*Exd*) або підвищеної надійності проти вибуху (*Exe*).

19.3.2.3 У трюмах і приміщеннях, що знаходяться нижче палуби перегородок повним своїм обсягом, необхідно встановлювати електричне обладнання вибухозахищеного виконання: іскробезпечне (*Exi*), з оболонкою під надлишковим тиском (*Exp*), із вибухонепроникною оболонкою (*Exd*) або підвищеної надійності проти вибуху (*Exe*).

19.3.3 Спеціальні вимоги до пасажирських суден, які мають вантажні приміщення із горизонтальним способом завантаження і вивантаження.

19.3.3.1 На пасажирських судах із вантажними приміщеннями із горизонтальним способом завантаження і вивантаження або приміщеннями спеціальної категорії, перерахованими в 1.5 частини VI «Протипожежний захист», необхідно, незалежно від аварійного освітлення, необхідного згідно з **19.1.2.1.1**, установити в усіх пасажирських приміщеннях загального користування і коридорах додаткове аварійне освітлення, що забезпечує дію протягом принаймні 3 години в умовах будь-якого крену судна та у разі, коли усі інші джерела електричної енергії перестануть діяти.

Це освітлення повинне бути таким, щоб можна було легко розпізнати дорогу виходу до місць евакуації (або забезпечити освітленість 0,5лк). Кожне пошкодження світильника повинне бути видимим.

19.3.3.2 Джерелом електричної енергії для такого додаткового освітлення повинні бути акумуляторні батареї, що встановлені у світильниках, які постійно заряджаються від аварійного розподільного щита і замінюються через проміжок часу, обумовлений виготовлювачем із урахуванням умов, у яких вони будуть установлені.

19.3.3.3 У кожному коридорі приміщень екіпажу, кімнатах відпочинку екіпажу та у кожному приміщенні, у якому звичайно працює екіпаж, необхідно передбачити переносну лампу (ліхтар), що живиться від акумулятора, якщо у цих приміщеннях не встановлене додаткове аварійне освітлення відповідно до **19.3.3.1** і **19.3.3.2**.

19.3.4 Встановлення електричного обладнання у трюмах і приміщеннях, призначених для перевезення транспортних засобів із паливом у баках на вантажних судах.

19.3.4.1 У трюмах і приміщеннях, у просторах, розташованих вище 450мм над вантажною палубою або платформою, яка виключає вільне проникнення газів униз, допускається встановлювати електричне обладнання:

зі ступенем захисту не нижче, ніж IP55, за умови, що система вентиляції забезпечує принаймні 10-кратний обмін повітря на годину;

спеціально призначене для встановлення у зоні 2.

19.3.4.2 У трюмах і приміщеннях, розташованих у зоні нижче 450мм над вантажною палубою або платформою, яка виключає вільне проникнення газів униз, необхідно встановлювати електричне обладнання вибухозахищеного виконання: іскробезпечне (*Exi*), з оболонкою під надлишковим тиском (*Exp*), із вибухонепроникною оболонкою (*Exd*) або підвищеної надійності проти вибуху (*Exe*).

19.4 СУДНА СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

19.4.1 Живлення відповідальних пристроїв.

На судах спеціального призначення, що перевозять понад 60 осіб, ланцюги, що живлять відповідальні пристрої, повинні бути виконані відповідно до вимог **19.1.1.4**.

19.4.2 Аварійні джерела електричної енергії.

19.4.2.1 На судах спеціального призначення, що перевозять не більше 60 осіб, аварійне джерело електричної енергії повинне відповідати вимогам **9.3**.

Судна довжиною понад 50м додатково повинні відповідати вимогам **19.1.2.3.1**.

19.4.2.2 На судах, що перевозять понад 60 осіб, аварійне джерело електричної енергії повинне відповідати вимогам **19.1.2**.

19.4.3 Електричне обладнання у коморах вибухових речовин.

19.4.3.1 Крім світильників освітлення, обладнаних плафонами із запобіжними сітками, і кабелів у газонепроникних трубах, встановлення іншого електричного обладнання в коморах вибухових речовин, зазначених у **2.1.5.3** частини VI «Протипожежний захист», не допускається.

19.4.3.2 Вимикачі кіл освітлення повинні знаходитися з зовнішнього боку комор вибухових речовин і мати світлову сигналізацію про наявність напруги на світильниках.

19.4.3.3 Пристрої для підключення електричних приладів у переносних коморах вибухових речовин до суднової електричної мережі повинні бути забезпечені табличкою із зазначенням електричних номінальних даних цих пристроїв і повинні мати захисне виконання не нижче, ніж IP56.

19.4.3.4 Комори вибухових речовин повинні бути обладнані автоматичними тепловими оповісниками, які спрацьовують при підвищенні температури більше 40°C (див. **6.2.2.17** частини IV «Протипожежний захист»).

19.4.4 Судна, які використовуються для переробки живих ресурсів моря і не зайняті їх ловом.

19.4.4.1 Технічний нагляд за електричним обладнанням.

Нагляду на судні додатково до перерахованого в **1.3.2** підлягає електричне обладнання технологічних механізмів (обробки продуктів промислу і лову, див. також **1.3.2.4.1**).

19.4.4.2 Нагляд за виготовленням електричного обладнання.

Нагляду при виготовленні додатково до перерахованого в **1.3.3.1** підлягає електричне обладнання, зазначене в **19.4.4.1**. Допускається використання електричного обладнання технологічних механізмів, вказаного в **19.4.4.1**, що не повною мірою відповідає вимогам розділів 1–18.

19.4.4.3 Конструктивні вимоги і ступінь захисту електричного обладнання технологічних механізмів і холодильних установок.

19.4.4.3.1 Електричне обладнання в приміщеннях, де проводиться обробка продуктів промислу і лову, повинне бути стійким до впливу на нього забортної води і продуктів рибобробки або відповідним чином захищене.

19.4.4.3.2 Електродвигуни компресорів виробничої холодильної установки, вентиляторів охолоджуваних трюмів і морозильних апаратів, а у обґрунтованих випадках електрообладнання інших технологічних механізмів, повинне мати обігрів для підтримання температури принаймні на 3°C вище температури навколишнього повітря.

19.4.4.3.3 Розподільні пристрої і пускорегулювальна і захисна апаратура електричного обладнання, зазначеного в **19.4.4.3.1**, повинні встановлюватися в спеціальних електричних приміщеннях.

19.4.4.3.4 Кабелі в місцях, що піддаються тривалому впливу солі або інших продуктів рибобробки, повинні мати оболонки, стійкі до впливу даного середовища, або повинні бути відповідним чином захищені.

19.4.4.4 Склад і потужність основного джерела електричної енергії.

19.4.4.4.1 Визначення складу і потужності основного джерела електричної енергії повинне виконуватися з урахуванням наступних режимів роботи судна:

ходового;

маневрів;

під час пожежі, пробоїни корпусу або інших умов, що впливають на безпеку плавання судна при роботі основного джерела електричної енергії;

виробничого.

19.4.4.4.2 Потужність генераторів, що входять до складу основного джерела електричної енергії, повинна бути достатньою, щоб при виході з ладу будь-якого з них, джерела, що залишилися, забезпечували живлення електричного обладнання в умовах зазначених у **19.4.4.4.1**, при одночасному забезпеченні мінімальних умов проживання для людей, які знаходяться на борту.

19.4.4.5 Розподіл електричної енергії.

19.4.4.5.1 За наявності в складі основного джерела електричної енергії валогенераторів, не призначених для паралельної роботи з генераторами з незалежним приводом, механізми і системи, що забезпечують рух, керованість і безпеку плавання, повинні одержувати живлення від шин генераторів із незалежним приводом, а електричне обладнання виробничих холодильних установок і технологічного обладнання – від шин валогенераторів.

19.4.4.5.2 Електричні приводи компресорів виробничої холодильної установки повинні одержувати живлення по окремих фідерах від шин головного розподільного щита. Допускається живлення цих приводів від окремого розподільного щита, що одержує живлення по двох фідерах, підключених до різних секцій шин головного розподільного щита.

19.4.4.5.3 Електрична мережа живлення розподільних щитів технологічних механізмів (обробки продуктів промислу і лову) повинна бути електрично (гальванічно) відділена від загальної суднової мережі.

19.4.4.5.4 Якщо передбачається передача електричної енергії на інші судна, повинний бути встановлений щит передачі електроенергії, електрично (гальванічно) відділений від загальної суднової мережі.

19.4.4.5.5 При живленні від мережі з напругою більше 50В переносних інструментів, а також пересувних засобів механізації, не встановлених стаціонарно, для кожного споживача необхідно застосовувати пристрій захисного відключення в сполученні з роздільним трансформатором. Пристрій повинний відключати живлення, якщо струм витоку на корпус буде більше 30мА.

19.4.4.6 Освітлення.

19.4.4.6.1 Приміщення, де проводиться обробка продуктів промислу і лову, і відділення виробничих холодильних машин повинні бути обладнані стаціонарними світильниками, розташування і живлення яких повинно бути виконане відповідно до **6.2.3**.

19.4.4.6.2 Трюми для зберігання рибопродукції повинні бути обладнані стаціонарними світильниками, що повинні одержувати живлення згідно з **6.2.7**.

19.4.4.7 Сигналізація.

Усередині охолоджуваних трюмів біля кожного виходу повинна бути встановлена кнопка сигналізації «Людина у приміщенні/трюмі» для подачі сигналу в рульову рубку або в інше приміщення з постійною вахтою згідно з **7.22**.

19.4.4.8 Аварійні електричні установки.

19.4.4.8.1 Аварійне джерело електричної енергії повинне відповідати вимогам **9.3**.

19.4.4.8.2 Аварійне джерело електричної енергії на додаток до **9.3.1.1** повинне забезпечувати живлення аварійного освітлення приміщень, де проводиться обробка продуктів промислу та лову, і виходів з них, а також палуби в районі промислових механізмів.

19.4.4.8.3 Якщо аварійним джерелом електричної енергії є дизель-генератор, повинне бути передбачене аварійне перехідне джерело електричної енергії (акумуляторна батарея) ємністю, достатньої для забезпечення живлення протягом 30хв споживачів, зазначених у **9.3.7** і **19.4.4.8.2**.

19.5 СУДНА ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ КОНТЕЙНЕРІВ

19.5.1 Загальні вказівки.

Вимоги цього підрозділу поширюються на електричне обладнання суден, призначених для перевезення ізотермічних контейнерів.

19.5.2 Живлення і розподіл електричної енергії.

19.5.2.1 За номінальну потужність електричних пристроїв ізотермічних контейнерів необхідно приймати їх встановлену потужність. Споживана потужність електричного обладнання ізотермічного контейнера в номінальних умовах роботи не повинна перевищувати 15кВт (18,7кВ·А).

19.5.2.2 Пристрої для захисту джерел електричної енергії від перевантаження, передбачені у **8.2.3**, повинні забезпечувати відключення ізотермічних контейнерів від головного розподільного щита в останню чергу (див. також **20.2.1**).

19.5.2.3 Електрична мережа, що живить пристрої ізотермічних контейнерів, повинна бути відділена від загальної суднової мережі роздільними трансформаторами, що одержують живлення від головного розподільного щита.

19.5.2.4 Живлення електричних установок ізотермічних контейнерів повинно здійснюватися від спеціальних розподільних пристроїв, що одержують живлення по окремих фідерах.

19.5.2.5 Живлення штепсельних розеток, установлених у вантажних трюмах або на відкритих палубах у місцях розташування ізотермічних контейнерів, повинне здійснюватися по окремих фідерах, відхідних від спеціальних розподільних пристроїв (щитів), зазначених у **19.5.2.4** і **19.5.3.3**.

19.5.2.6 Електрична мережа штепсельних розеток, призначена для живлення електричних установок ізотермічних контейнерів, повинна мати номінальну напругу 220 або 380В трифазного змінного струму частотою 50Гц або 240 чи 440В трифазного струму частотою 60Гц.

19.5.2.7 Для кожної ізольованої мережі штепсельних розеток повинний бути передбачений контроль величини опору ізоляції (див. **2.11**).

19.5.3 Розподільні пристрої і трансформатори.

19.5.3.1 Розподільні пристрої (щити) ізотермічних контейнерів, електричні перетворювачі (якщо вони встановлені) і розподільні трансформатори повинні бути встановлені в спеціальних електричних приміщеннях.

19.5.3.2 Вторинна обмотка розподільних трансформаторів повинна мати ізольовану нульову точку.

19.5.3.3 Кожний розподільний пристрій (щит) повинний бути обладнаний апаратурою, що забезпечує:

.1 візуальну сигналізацію про наявність напруги на щитах;

.2 вмикання і вимкнення кожного відхідного фідера, що живить штепсельні розетки;

.3 захист від короткого замикання на відхідних фідерах, що живлять штепсельні розетки;

.4 вимірювання опору ізоляції із візуальною і звуковою сигналізацією у центральному посту керування судном при зниженні контрольованої величини нижче установленної межі.

19.5.4 Штепсельні розетки.

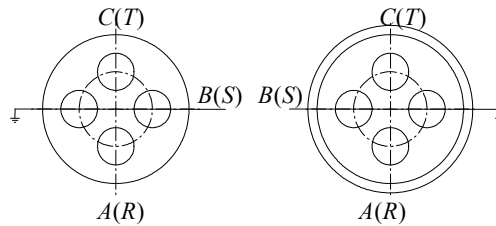
19.5.4.1 У трюмах, призначених для перевезення ізотермічних контейнерів, допускається встановлення штепсельних розеток тільки для живлення контейнерів, що мають ступінь захисту не нижчу, ніж IP55, а для відкритих палуб – IP56.

При застосуванні систем електричного дистанційного контролю за температурою, вологістю, вентиляцією та іншими параметрами ізотермічних контейнерів допускається встановлювати в трюмах або на палубах додаткові штепсельні розетки для підключення кіл таких контрольних пристроїв.

19.5.4.2 Штепсельні розетки для живлення електричних пристроїв ізотермічних контейнерів, крім вимог **6.6**, повинні мати вимикач із блокуванням, що виключає можливість роз'єднання або

з'єднання вилки зі штепселем у положенні вимикача «ввімкнено», і табличку з зазначенням напруги.

19.5.4.3 Живлення електричної установки ізотермічного контейнера від суднової електричної мережі повинне проводитися при прямому чергуванні фаз $A(R)$, $B(S)$, $C(T)$ відповідно до схеми, наведеної на рис. 19.5.4.3.



Вилка (вид спереду) Розетка (вид спереду)

19.5.4.4 Штепсельні розетки, призначені для живлення електричних установок ізотермічних контейнерів, повинні бути розраховані на номінальні струми:

63А для напруги 220В частотою 50Гц або 240В, 60Гц;

32А для напруги 380В частотою 50Гц або 440В, 60Гц.

19.5.4.5 Штепсельні з'єднання повинні мати таку конструкцію, щоб вона виключала можливість з'єднання вилок для однієї напруги з розеткою для іншої напруги.

19.5.4.6 Конструкція і приєднувальні розміри штепсельних вилок і розеток повинні відповідати міжнародним стандартам.

19.5.5 Захисні заземлення.

Гніздо штепсельної розетки, призначене для підключення жили заземлення гнучкого кабелю ізотермічного контейнера, повинне бути заземлене за допомогою жили заземлення в фідері живлення в тому місці, де встановлений розподільний пристрій (щит) живлення штепсельних розеток ізотермічних контейнерів.

19.6 СУДНА-КАТАМАРАНИ

19.6.1 У кожному корпусі судна повинно бути передбачено не менше одного генератора, що входить до основного джерела електричної енергії.

19.6.2 У кожному корпусі судна повинний бути встановлений головний розподільний щит. Допускається встановлення одного ГРЩ, розташованого вище палуби перегородок.

19.6.3 Повинне бути передбачено секціонування шин по електроживленню корпусів судна.

19.6.4 Аварійні споживачі кожного корпусу судна повинні одержувати живлення від аварійного джерела електричної енергії по окремих фідерах.

19.6.5 Вимикальні пристрої електричних приладів, зазначених у 5.7.1, 5.7.2, 5.8.1, 5.8.2 і 5.8.3, повинні бути згруповані для кожного корпусу окремо

19.7 ПЛАВУЧІ КРАНИ І КРАНОВІ СУДНА

19.7.1 Для плавучих кранів і кранових суден у разі застосування на них для кранових механізмів систем, аналогічних зазначеним у розд. 17, вимоги якого можуть бути поширені на електричні приводи кранових механізмів, до таких систем повинні бути застосовані в необхідній мірі відповідні вимоги цього розділу.

19.7.2 Для плавучих кранів із власним приводом потужність основного джерела електричної енергії повинна бути достатньою для селективної роботи крана: під час ходового режиму або вантажних операцій.

19.7.3 Акумуляторні приміщення та ящики, а також приміщення аварійних джерел електричної енергії можуть розташовуватися нижче палуби перегородок при дотриманні усіх вимог 9.2 і 13.2.

19.7.4 Для подачі звукових сигналів під час вантажних операцій кран повинний бути забезпечений звуковим сигнальним засобом, керованим з кабіни кранівника.

19.8 ПЛАВУЧІ ДОКИ

19.8.1 Загальні вказівки.

Вимоги цього підрозділу поширюються на електричне обладнання плавучих сталевих доків на додаток до відповідних вимог розділів 1–18.

19.8.2 Технічний нагляд за електричним обладнанням.

19.8.2.1 Нагляду в доці додатково до вимог **1.3.2.1** підлягають такі види обладнання, систем і пристроїв:

.1 електроприводи та їх системи керування і контролю механізмів, що забезпечують занурення та виринання доку;

.2 пристрої заземлення докованого судна.

19.8.2.2 Нагляду за виготовленням електричного обладнання, яке використовується на плавучих сталевих доках, підлягають усі види обладнання, перераховані в **1.3.3.1**, а також у **19.8.2.1**.

Для механізмів і пристроїв неавтономних доків допускається використання електричного обладнання, виготовленого не у повній відповідності до вимог **1–18** цієї частини Правил.

19.8.3 Захисне виконання корпусів електричного обладнання.

Захисне виконання корпусів електричного обладнання повинне відповідати табл. 2.4.4.2, з урахуванням того, що сухі відсіки башт доку належать до приміщень підвищеної вологості, а сухі відсіки понтонів, тунелі в понтонах та інші подібні приміщення – до особливо вологих приміщень.

19.8.4 Заземлення.

19.8.4.1 Заземлення на корпус доку кожного докованого судна повинне бути виконане не менше ніж двома спеціальними гнучкими кабельними перемичками площею перерізу не менше 70мм² кожна, а на доці повинні бути передбачені пристрої для підключення їх до корпусу доку.

19.8.4.2 Для з'єднання корпусу доку з пристроєм заземлення на березі на доці повинно бути передбачено не менше двох мідних гнучких кабелів площею перерізу не менше 70мм² кожний і пристрої для приєднання цих кабелів до корпусу доку.

У разі застосування на доці системи катодного захисту від корозії при електрично розділених від берегових мереж електричних мережах доку, металеве заземлення корпусу доку допускається не виконувати.

19.8.4.3 Всі корпусні секції, понтони, башти та подібні конструкції доку повинні мати надійне електричне з'єднання між собою.

19.8.5 Кількість і потужність джерел електричної енергії.

19.8.5.1 Як основні джерела електричної енергії для доків допускається застосовувати:

.1 для автономних доків – власні генератори,

.2 для не автономних доків – берегову електричну енергосистему.

19.8.5.2 Як основні джерела електричної енергії на автономних доках повинні передбачатися не менше двох генераторів і додатково до них, за необхідності, берегова електрична енергосистема.

Для неавтономних доків допускається використання тільки берегової електричної енергосистеми.

19.8.5.3 Потужність основних генераторів автономних доків або потужність, що надходить від берегової електричної енергосистеми, повинна бути достатньою для забезпечення таких режимів роботи доку:

.1 занурення,

.2 уведення суден у док,

.3 виринання,

.4 аварійного режиму,

.5 інших режимів відповідно до призначення доку.

19.8.5.4 Потужність основних генераторів автономного доку повинна бути такою, щоб при виході із ладу будь-якого із генераторів, залишені забезпечували безпечне занурення і виринання доку, уведення і виведення суден.

19.8.6 Розподіл електричної енергії.

19.8.6.1 Крім зазначених у **4.1.1**, допускається застосування таких систем розподілу електричної енергії:

.1 трифазної чотирипровідної системи змінного струму з заземленим нейтральним проводом;

.2 однопровідної системи як на постійному, так і на змінному струмі, з використанням корпусу доку як зворотного проводу тільки для зварювальної мережі (див. також **19.8.4**), а також для пристроїв контролю і вимірювання опору ізоляції.

19.8.6.2 Від шин ГРЩ, що живиться від власних генераторів безпосередньо, через трансформатор або від берегової електричної енергосистеми, повинні одержувати живлення по окремих фідерах додатково до вимог **4.3.1** такі споживачі:

.1 система контролю, сигналізації і керування процесами занурення і виринання доку;

- .2 щити електроприводів клінкетів баластної системи доку, пов'язані з його безпечною роботою;
- .3 щити живлення зварювальних агрегатів;
- .4 щити живлення докованих суден.

19.8.6.3 Живлення відповідальних пристроїв і електроприводів механізмів, що знаходяться на башті, на якій не встановлене джерело енергії, повинне здійснюватися від розподільного щита, встановленого на цій башті. Такий щит повинний розглядатися як винесена частина головного розподільного щита і повинний одержувати живлення по двох фідерах від ГРЩ. Переріз кожного фідера повинний бути достатнім для живлення відповідальних споживачів башти у разі виходу з ладу одного з фідерів. Траси прокладання фідерів, що живлять, між баштами повинні проходити по різних приміщеннях, якщо це дозволяє конструкція доку.

В окремих випадках може бути допущено прокладання обох фідерів в одному приміщенні.

19.8.6.4 Сигнально-габаритні ліхтарі допускається живити від щитів освітлення.

19.8.6.5 При живленні неавтономного доку електроенергією високої напруги від берегової електричної енергосистеми додатково до високовольтного фідера повинний бути передбачений пристрій для підключення низьковольтного фідера живлення.

Пристрій для підключення низьковольтного фідера живлення повинний бути розрахований на тривалу передачу електроенергії, необхідної під час стоянки доку без ремонтних робіт. При цьому повинна бути передбачена можливість тривалого живлення, як мінімум, одного електроприводу найбільшої потужності пожежного насоса при повному навантаженні і усіх двигунів приводів клінкетів (засувки) і освітлення основних приміщень.

При живленні неавтономного доку електроенергією високої напруги по двох незалежних фідерах низьковольтний фідер живлення допускається не передбачати.

19.8.6.6 При живленні доку від берегової електричної енергосистеми низької напруги повинні бути передбачені два фідери і два пристрої для приймання електроенергії, один з яких повинний забезпечувати живлення споживачів, зазначених у **19.8.6.2**, а другий – принаймні споживачів, зазначених у **19.8.6.5**.

19.8.6.7 Розташування і конструкція пристроїв для підключення кабелів живлення від берегової електричної енергосистеми повинні забезпечувати:

- .1 прокладення кабелів на достатній відстані один від одного, що виключає можливість одночасного пошкодження кабелів високовольтного і низьковольтного фідерів;
- .2 відсутність у кабелях механічних напружень при зануренні і виринанні доку;
- .3 виключення можливості передачі механічних зусиль на клеми, до яких приєднуються кабелі або проводи.

Пристрої приймання живлення від берегової енергосистеми рекомендується розміщувати на різних баштах доку.

19.8.6.8 На видному місці корпусу або на дверцятах щита живлення від зовнішнього джерела електроенергії повинний бути нанесений яскравий і чіткий попереджувальний напис, що вказує напругу.

19.8.6.9 Для кожного доку, що може одержувати живлення від берегової енергосистеми, повинний бути визначений найвищий допустимий рівень потужності короткого замикання. Цей рівень повинний бути зазначений на табличці щита живлення від зовнішнього джерела.

19.8.6.10 На доковані судна живлення повинне подаватися від стаціонарно встановлених на доку щитів живлення.

19.8.6.11 На кожному щиті живлення докованих суден повинні бути встановлені:

- .1 захисна і комутаційна апаратура, клеми або штепсельні рознімання для підключення гнучких кабелів, що подаються на судно. Усі клеми щита повинні мати маркування, що вказує фазність або полярність;
- .2 сигнальна лампа, що вказує на наявність напруги на клемах щита;
- .3 таблиця, що вказує номінальну напругу, рід і допустиму величину струму і частоту.

19.8.6.12 Біля щита живлення докованих суден повинний бути встановлений пристрій для механічного закріплення кінців гнучкого кабелю, що живить доковане судно.

19.8.6.13 Гнучкий кабель, що живить доковане судно, повинний мати площу перерізу, розраховану на номінальний струм уставки захисту на відхідних фідерах щита живлення докованих суден.

19.8.7 Трансформатори.

На доках для живлення мережі освітлення і мереж відповідальних пристроїв допускається

встановлювати один трансформатор відповідної потужності. При цьому рекомендується передбачити можливість резервного живлення цих споживачів від трансформатора, призначеного для живлення докованих суден.

19.8.8 Освітлення.

19.8.8.1 Штепсельні розетки для переносного освітлення додатково до **6.6.1** повинні бути встановлені також, як мінімум:

- .1** у сухих відсіках башт, де розташовані арматура і обладнання системи занурення і виринання доку;
- .2** у приміщеннях на палубі безпеки, де розташоване обладнання системи занурення і виринання доку;
- .3** у приміщенні центрального пульта керування процесами занурення і виринання доку;
- .4** у районі розташування електроприводів швартовних механізмів.

19.8.9 Службовий телефонний зв'язок.

19.8.9.1 У разі відсутності інших видів переговорного зв'язку повинні бути передбачені телефони групи керування, що забезпечують чіткий двосторонній зв'язок між ЦПК і такими пунктами:

- .1** швартові шпилі;
- .2** приміщення аварійного дизель-генератора;
- .3** приміщення ГРЦ;
- .4** приміщення основних дизель-генераторів;
- .5** приміщення високовольтної трансформаторної підстанції;
- .6** приміщення, в яких установлені ручні приводи клінкетів системи занурення і виринання доку;
- .7** станція пожежогасіння.

Крім того, повинний бути передбачений парний переговорний зв'язок між ЦПК і машинним приміщенням.

19.8.9.2 На доку повинна бути передбачена можливість підключення принаймні одного телефонного апарата до берегової телефонної мережі.

19.8.10 Авральна сигналізація.

Авральна сигналізація повинна приводитися в дію з приміщення ЦПК і з приміщення, призначеного для чергового персоналу, якщо воно передбачено.

19.8.11 Прокладання кабелів.

19.8.11.1 Якщо стапель-палуба освітлюється світильниками водозаглибного виконання і при цьому застосовані негерметичні кабелі, то до світильників вони повинні бути прокладені у водогазонепроникних трубах.

Труби та їх ущільнення повинні бути вибрані з урахуванням роботи при тиску не меншому ніж допустимий для водо заглибного світильника.

19.8.11.2 За особливим погодженням з Регістром допускається прокладання кабелю по містках (касетах), що приварюються безпосередньо до обшивки доку.

19.8.12 Каналізація електроенергії та монтаж кабельної мережі при однопровідній системі розподілу.

19.8.12.1 Відповідні клеми джерел і споживачів електроенергії повинні бути надійно з'єднані з корпусом доку. При цьому не допускається з'єднання на трубопроводах, цистернах і балонах скраплених газів, бензину, нафти і масел.

19.8.12.2 Для мережі постійного струму ізолюваний провід повинний підключатися до позитивних полюсів і клем джерел та споживачів електроенергії.

Прилади, комутаційна і захисна апаратура повинні встановлюватися в позитивному полюсі.

19.8.12.3 Провідники, що з'єднують клеми електрообладнання з корпусом доку, за площею перерізу повинні бути рівноцінними з ізолюваними від корпусу провідниками.

19.8.12.4 Точки підключення провідників до сталевому корпусу доку повинні знаходитися в районах і місцях, що забезпечують вільний доступ для контролю і спостереження за контактними з'єднаннями.

Ці точки повинні розташовуватися на конструкціях, що мають надійне зварне з'єднання із корпусом доку.

19.8.12.5 Конструкція з'єднання провідників робочого заземлення повинна забезпечувати надійне електричне з'єднання з корпусом.

Рекомендується застосування потужних шин, з'єднаних з корпусом доку в декількох місцях.

19.8.12.6 Незалежно від системи каналізації електроенергії, застосовуваної для зварювальної

мережі, зварювальний пост на докованому судні повинний живитися по двопровідній системі від зварювальної мережі доку.

Використання корпусу докованого судна як зворотного проводу не допускається.

19.8.12.7 Під час виконання зварювальних робіт на корпусі докованого судна кабель із протилежним електроду потенціалом повинний підключатися до корпусу по можливості ближче до місця зварювання.

19.8.13 Шинопроводи.

19.8.13.1 На доках допускається застосування шинопроводів. Захисне виконання шинопроводів залежно від місця встановлення повинне відповідати **2.4.4.2**.

19.8.13.2 Шинопровід повинний бути розрахований на відповідне навантаження і разом з ізоляторами і кріпильними конструкціями повинний витримувати механічні зусилля, що виникають при короткому замиканні безпосередньо на шинах.

19.8.13.3 У шинопроводах при змінному струмі понад 1500А повинні бути вжиті заходи для зниження втрат у шинотримачах, арматурі, ізоляторах і конструкціях від впливу магнітних потоків.

19.8.13.4 Всі захисні і комутаційні апарати, що підключаються безпосередньо до шинопроводу, повинні встановлюватися в місцях, доступних для огляду і ремонту.

Кабелі або шини, що з'єднують захисні апарати з шинопроводом, повинні мати довжину не більше 2,0м.

19.8.13.5 Шинопроводи, що мають ступінь захисту IP20 і нижче, повинні встановлюватися на висоті не менше 2,5м від рівня настилу.

19.8.13.6 По всій трасі шинопроводу на захисному кожусі через кожні 3 – 5м повинні бути нанесені попереджувальні написи, що вказують напругу.

19.8.14 Аварійні електричні установки.

19.8.14.1 На кожному доці має бути встановлене аварійне джерело електричної енергії, що забезпечує живлення всіх необхідних споживачів протягом не менше ніж 3 години.

19.8.14.2 Аварійне джерело електричної енергії повинне забезпечувати живлення тих споживачів відповідно до **9.3.1**, що встановлені на доці, а також таких:

.1 електроприводів відповідальних клінкетів системи занурення і виринання доку (не менше дворазового закривання і відкривання клінкетів);

.2 кіл керування і контролю системи занурення і виринання доку;

.3 службового командного зв'язку.

19.8.14.3 При застосуванні як аварійного джерела електричної енергії дизель-генератора з автоматичним пуском повинний бути також передбачений місцевий пуск.

19.8.14.4 Приміщення аварійного дизель-генератора повинно бути розташоване вище граничної лінії занурення дока і бути легкодоступним з відкритої палуби.

19.8.14.5 Всі аварійні споживачі повинні одержувати живлення від аварійного розподільного щита.

В обґрунтованих випадках аварійний дизель-генератор і аварійний розподільний щит (АРЩ) допускається встановлювати в різних приміщеннях, а також як АРЩ використовувати одну секцію головного розподільного щита за умови, що останній розташований вище граничної лінії занурення доку.

19.8.15 Електроприводи системи занурення і виринання доку.

19.8.15.1 Електропривод клінкетів (засувов) системи занурення і виринання не повинний перешкоджати закриванню і відкриванню їх вручну. При цьому повинний бути передбачений блокувальний пристрій, що виключає роботу електроприводу при переведенні клінкета на ручне керування.

19.8.15.2 Електропривод клінкета повинний мати місцевий і дистанційний (у ЦПК тощо) показчик кінцевих положень клінкета. При цьому для приводів клінкетів, що розподіляють воду по відсіках понтонів, рекомендується передбачати пристрої, що показують ступінь відкривання клінкета.

19.8.15.3 Для приводів клінкетів, що розподіляють воду по відсіках понтонів, рекомендується передбачати роздільне керування кожним клінкетом і групове клінкетами правого і лівого борту.

19.8.15.4 Схема керування електродвигуном водовідливного (баластного) насоса повинна передбачати місцеве і дистанційне керування з центрального поста із сигналізацією про роботу насоса або контроль за навантаженням електродвигуна по амперметру.

19.8.16 Система з'єднань джерел живлення.

Якщо генератори, встановлені на автономному доці, або трансформатори живлення з берега

підключаються безпосередньо на розподільний шинопровід без встановлення головного розподільного щита, в цьому випадку повинний бути встановлений загальний пульт керування, на якому повинні бути встановлені органи керування автоматичними вимикачами генераторів або трансформаторів, прилади і пристрої сигналізації, контролю і захисту.

Номенклатура приладів і пристроїв зазначена у 4.6.

19.8.17 Високовольтна установка доку.

19.8.17.1 Високовольтна установка доку повинна відповідати вимогам і нормам національних стандартів і правил, що поширюються на берегові електроустановки.

19.8.17.2 Високовольтна установка доку повинна розташовуватися в окремих спеціальних електричних приміщеннях.

19.9 СТОЯНКОВІ СУДНА

19.9.1 Як основні джерела електричної енергії для стоянкових суден допускається застосовувати:

- .1 генератори;
- .2 берегову електричну енергосистему.

19.9.2 Як основні джерела електричної енергії на автономних стоянкових судах повинні передбачатися не менше двох генераторів.

Додатково може бути передбачене живлення суднової мережі від берегової електричної енергосистеми.

Для неавтономних стоянкових суден допускається використання тільки берегової електричної енергосистеми.

19.9.3 Потужність генераторів основного джерела електричної енергії автономних стоянкових суден або потужність, що надходить від берегової електричної енергосистеми, повинна бути достатньою для забезпечення режимів роботи відповідно до призначення судна, а також для забезпечення режимів роботи при пожежі, пробіах у корпусі або інших несприятливих обставинах, що впливають на безпеку стоянкового судна, при роботі основного джерела електричної енергії.

19.9.4 Потужність основних генераторів автономного стоянкового судна повинна бути такою, щоб при виході з ладу будь-якого з них, генератори, що залишилися, забезпечували режими роботи, зазначені в 19.9.3.

19.9.5 Живлення і сигналізація відповідальних систем і пристроїв плавучих готелів і гуртожитків повинні здійснюватися відповідно до 19.1.1.1–19.1.1.4.

Сигнально-габаритні ліхтарі допускається живити від щитів освітлення.

19.9.6 В кожному плавучому готелі та у гуртожитку повинне бути встановлене автономне аварійне джерело електричної енергії, що забезпечує протягом 12 годин живлення споживачів відповідно до 19.1.2.1, а також протягом 30 хвилин живлення споживачів згідно з 19.1.2.3.

19.9.7 У відношенні автоматичного пуску аварійного джерела електричної енергії та наявності аварійного перехідного джерела в плавучих готелях і гуртожитках повинні бути виконані вимоги 19.1.2.4 – 19.1.2.7.

19.10 РИБОЛОВЕЦЬКІ СУДНА

19.10.1 Технічний нагляд за електричним обладнанням судна.

19.10.1.1 Нагляду на судні додатково до перерахованого в 1.3.2 підлягають наступні види обладнання, систем і пристроїв (див. також 1.3.2.4.2):

- .1 електричне обладнання промислових механізмів;
- .2 електричне обладнання технологічних механізмів (обробки продуктів промислу і лову).

19.10.2 Нагляд за виготовленням електричного обладнання.

19.10.2.1 Нагляду при виготовленні додатково до перерахованого в 1.3.3.1 підлягає електричне обладнання, зазначене в 19.10.1.1.

Допускається використання зазначеного в 19.10.1.1.2 електричного обладнання загальнопромислового виконання, що не повною мірою відповідає вимогам розд. 1-18.

19.10.3 Конструктивні вимоги і ступінь захисту електричного обладнання промислових і технологічних механізмів.

19.10.3.1 Електричне обладнання в приміщеннях обробки продуктів промислу і лову повинне бути стійким до впливу на нього забортної води і продуктів рибообробки або відповідним чином захищене.

19.10.3.2 Розподільні пристрої і пускозахисна апаратура електричного обладнання, зазначеного в **19.10.3.1**, повинні встановлюватися в спеціальних електричних приміщеннях.

19.10.3.3 Кабелі в місцях, які піддаються тривалому впливу солі або інших продуктів рибобробки, повинні мати оболонки, стійкі до впливу даного середовища або відповідним чином захищені.

19.10.4 Склад і потужність основного джерела електричної енергії.

19.10.4.1 Визначення складу і потужності основного джерела електричної енергії повинне проводитися з урахуванням наступних режимів роботи судна:

.1 ходового;

.2 маневрів;

.3 під час пожежі, пробоїни корпусу або інших умов, що впливають на безпеку плавання судна при роботі основного джерела електричної енергії;

.4 промислового.

19.10.4.2 Потужність генераторів, що входять до складу основного джерела електричної енергії, повинна бути достатньою, щоб при виході з ладу будь-якого з них, джерела, що залишилися, забезпечували живлення необхідного електричного обладнання в умовах, зазначених у **19.10.4.1**, при одночасному забезпеченні мінімальних умов проживання для людей, які знаходяться на борту.

На судах валовою місткістю менше 500 в обґрунтованих випадках допускається не враховувати потужність, необхідну для забезпечення промислових операцій і/або обробки улову.

19.10.5 Розподіл електричної енергії.

19.10.5.1 За наявності в складі основного джерела електричної енергії валогенераторів, не призначених для паралельної роботи з генераторами з незалежним приводом, механізми і системи, що забезпечують рух, керованість і безпеку плавання, повинні одержувати живлення від шин генераторів з незалежним приводом, а електричне обладнання промислових механізмів і технологічного обладнання – від шин валогенераторів.

19.10.5.2 Електричні приводи компресорів холодильної установки повинні одержувати живлення по окремих фідерах від шин головного розподільного щита. Допускається живлення електричних приводів компресорів холодильної установки від окремого розподільного щита, що одержує живлення по двох фідерах, підключених до різних секцій головного розподільного щита.

19.10.5.3 При живленні від мережі з напругою більше 50В переносних інструментів, а також пересувних засобів механізації, не встановлених стаціонарно, для кожного споживача необхідно застосовувати пристрій захисного відключення в сполученні з роздільним трансформатором.

Пристрій повинний відключати живлення, якщо струм витoku на корпус буде більше 30мА.

19.10.6 Освітлення.

19.10.6.1 Приміщення обробки продуктів промислу і відділення холодильних машин повинні бути обладнані стаціонарними світильниками, розташування і живлення яких повинне бути виконане згідно **6.2.3**.

19.10.6.2 Трюми для зберігання рибпродукції повинні бути обладнані стаціонарними світильниками, що повинні одержувати живлення згідно з **6.2.7**.

19.10.7 Сигналізація.

Усередині охолоджуваних трюмів біля кожного виходу повинна бути встановлена кнопка сигналізації «Людина у приміщенні/трюмі» для подачі сигналу в рульову рубку або в інше приміщення з постійною вахтою згідно з **7.22**.

19.10.8 Аварійні електричні установки.

19.10.8.1 Аварійне джерело електричної енергії повинне відповідати вимогам **9.3**.

19.10.8.2 Аварійне джерело на додаток до **9.3.1.1** повинне забезпечувати живлення аварійного освітлення приміщень обробки продуктів промислу та лову і виходів з них, а також на палубі у районі промислових механізмів.

19.10.8.3 Якщо аварійним джерелом електричної енергії є дизель-генератор, повинне бути передбачене аварійне перехідне джерело електричної енергії (акумуляторна батарея) ємністю, достатньої для забезпечення живлення протягом 30 хвилин споживачів, зазначених у **9.3.7** і **19.10.8.2**.

19.11 СУДНА, ЯКІ ПЕРЕВОЗЯТЬ НЕБЕЗПЕЧНІ ВАНТАЖІ**19.11.1 Загальні вимоги.**

19.11.1 Вимоги цього підрозділу, як доповнення до вимог 7.2 частини VI «Протипожежний захист», поширюються на електричне обладнання суден і вантажних приміщень для перевезення небезпечних вантажів, класифікація яких надана у 7.2 частини VI «Протипожежний захист».

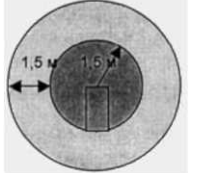
19.11.2 Вибухонебезпечні зони, приміщення і простори.**19.11.2.1** Вибухонебезпечні зони поділяються:

Зона 1- зона, у якій при нормальних умовах роботи можлива присутність вибухонебезпечної суміші;

Зона 2- зона, у якій малоймовірна поява вибухонебезпечної суміші, а у випадку появи ця суміш присутня протягом нетривалого періоду часу.

Типові приклади розташування вибухонебезпечних зон наведені у табл. 19.11.2.1.

Таблиця 19.11.2.1. Вибухонебезпечні зони для небезпечних вантажів

Пункти	Типові приклади	Примітки
19.11.2.2; 19.11.2.3.1, 19.11.2.4.1.1 19.11.2.5.1.1		-
19.11.2.3.2 19.11.2.4.1.2 19.11.2.5.1.2		-
19.11.2.4.1.4 19.11.2.5.1.4		-
19.11.2.4.2.1 19.11.2.5.2.1		*
		**
19.11.2.4.2.1 19.11.2.5.2.1 - лише для тамбурів		*
19.11.2.4.1.3 19.11.2.5.1.3, 19.11.2.4.2.2 19.11.2.5.2.2		
* Природна вентиляція ** Приміщення під надлишковим тиском, світлова і звукова сигналізація у постах керування при падінні тиску		
	Газонепроникні двері, що закриваються самі	
	Безпечне приміщення	
	Небезпечна зона 1	
	Небезпечна зона 2	

19.11.2.2 Для небезпечних вантажів, які перевозяться у тарі, класу 1, крім підкласу 1.4S, до вибухонебезпечних зон відносяться наступні приміщення і простори, що характеризуються як зона 1:

.1 закриті простори вантажних відсіків/трюмів, а також закриті чи відкриті вантажні приміщення із горизонтальним способом завантаження і вивантаження;

.2 стаціонарно установлені комори суднових запасів вибухових речовин.

19.11.2.3 Для небезпечних вантажів, які перевозяться навалюванням, класу 4.1, 4.2, 9 та РНН (речовини небезпечні навалюванням), які можуть утворювати вибухонебезпечні суміші пилу із

повітрям, до вибухонебезпечних зон відносяться наступні приміщення і простори, що характеризуються як зона 1:

.1 закриті простори вантажних відсіків/трюмів;

.2 вентиляційні канали систем вентиляції приміщень вантажних відсіків/трюмів, зазначених у

19.11.2.3.1.

19.11.2.4 Для небезпечних вантажів, які перевозяться навалюванням, класу 4.3, які можуть утворювати вибухонебезпечні суміші пилу із повітрям, до вибухонебезпечних зон відносяться наступні приміщення і простори.

19.11.2.4.1 Зона 1:

.1 закриті простори вантажних відсіків /трюмів;

.2 вентиляційні канали систем вентиляції приміщень вантажних відсіків/трюмів, зазначених у

19.11.2.4.1.1;

.3 простори на відкритій палубі чи частково відгороджені приміщення на відкритій палубі у межах 1,5м від будь-яких витяжних вентиляційних отворів вантажних відсіків/трюмів, зазначених у

19.11.2.4.1.1;

.4 відгороджені або частково відгороджені приміщення, які мають безпосередній вихід або інші отвори у приміщення та простори, зазначені у **19.11.2.4.1.1**, **19.11.2.4.1.2**, якщо не прийняті відповідні заходи, перешкоджаючі проникненню вибухонебезпечної суміші у ці приміщення;

.5 трубопроводи систем вентиляції, систем трюмних нафтовмісних вод тощо, у випадку, коли відкриті кінці цих трубопроводів безпосередньо виходять у вибухонебезпечну зону 1.

19.11.2.4.2 Зона 2:

.1 відгороджені або частково відгороджені приміщення із природною вентиляцією, які мають безпосередній вихід або інші отвори у приміщення та простори, зазначені у **19.11.2.4.1.1**, **19.11.2.4.1.2**, та відокремлені від цих приміщень за допомогою газонепроникних дверей, що закриваються самі, а також безпосередньо у межах повітряного шлюзу, якщо такий передбачений;

.2 простори у межах 1,5м від приміщень або просторів на відкритій палубі, зазначених у **19.11.2.4.1.3;**

.3 замкнуті простори (наприклад: тунелі трубопроводів, насосні відділення трюмних нафтовмісних вод тощо), що містять трубопроводи, зазначені у **19.11.2.4.1.5**, разом із їх фланцями, клапанами, насосами тощо, за винятком випадків застосування у цих приміщеннях спеціальних методів підвищення тиску, схвалених Регістром.

19.11.2.5 Для небезпечних вантажів, які перевозяться у тарі, класу 2.1, а також класів 3, 6.1 і 8 (рідини з $T_{\text{ср}} \leq 23^{\circ}\text{C}$) до вибухонебезпечних зон відносяться наступні приміщення і простори.

19.11.2.5.1 Зона 1:

.1 закриті простори вантажних відсіків/трюмів;

.2 вентиляційні канали систем вентиляції приміщень вантажних відсіків/трюмів, згідно з

19.11.2.5.1.1;

.3 простори на відкритій палубі чи частково відгороджені приміщення на відкритій палубі у межах 1,5м від будь-яких витяжних вентиляційних отворів вантажних відсіків/ трюмів, зазначених у

19.11.2.5.1.1;

.4 відгороджені або частково відгороджені приміщення, які мають безпосередній вихід або інші отвори у один із просторів, зазначених у **19.11.2.5.1.1** та **19.11.2.5.1.2**, якщо не прийняті відповідні заходи, перешкоджаючі проникненню вибухонебезпечної суміші у ці приміщення;

.5 трубопроводи систем вентиляції, систем лляльних вод тощо, у випадку, коли відкриті кінці цих трубопроводів безпосередньо виходять у зону 1.

19.11.2.5.2 Зона 2:

.1 відгороджені або частково відгороджені приміщення із природною вентиляцією, які мають безпосередній вихід або інші отвори у приміщення та простори, зазначені в **9.11.2.5.1.1**, **19.11.2.5.1.2**, та відокремлені від цих приміщень за допомогою газонепроникних дверей, які самозапірні, а також безпосередньо у межах повітряного шлюзу, якщо такий передбачений;

.2 простори у межах 1,5м від приміщень або просторів на відкритій палубі, зазначених у **19.11.2.5.1.3;**

.3 замкнуті простори (наприклад, тунелі трубопроводів, лояльні насосні відділення тощо), в яких знаходяться трубопроводи, вказані в **19.11.2.5.1.5**, разом з їхніми фланцями, клапанами, насосами тощо, за виключенням випадків, коли в таких приміщеннях присутня примусова вентиляція з 6-ти кратним обміном повітря на годину.

19.11.3 Електричне обладнання у вибухонебезпечних приміщеннях і просторах.

19.11.3.1 Електричне обладнання, яке установлюється у приміщеннях і просторах, де може утворюватися лише вибухонебезпечний пил від навалювальних вантажів, повинне відповідати наступним мінімальним вимогам, якщо не передбачено інше (див. табл. 19.11.3.3):

.1 ступінь захисту IP55 і максимальна температура поверхні 200°C або,

.2 вибухозахищеного виконання із температурним класом Т3 і ступенем захисту IP55.

19.11.3.2 Електричне обладнання, яке установлюється у приміщеннях і просторах, де може утворюватися лише вибухонебезпечне газове середовище, повинне бути вибухозахищеного виконання і відповідати наступним мінімальним вимогам, якщо не передбачено інше (див. табл. 19.11.3.3):

.1 температурний клас Т3;

.2 підгрупа обладнання ІВ.

Електричне обладнання вибухозахищеного виконання повинне бути принаймні із рівнем вибухозахисту відповідним для роботи у зоні 1.

19.11.3.3 Електричне обладнання, яке установлюється у приміщеннях і просторах, де перевозяться лише навалювальні вантажі і РНН (речовини небезпечні навалюванням), повинне задовольняти вимогам **19.11.3.1**, **19.11.3.2** і мінімальним вимогам табл. 19.11.3.3.

19.11.3.4 Електричне обладнання, яке установлюється у приміщеннях і просторах, де може утворюватися вибухонебезпечне газове середовище та пил, повинне задовольняти вимогам **19.11.3.1** та **19.11.3.2**.

Таблиця 19.11.3.3 Вимоги до електричного обладнання у залежності від конкретних навалювальних вантажів.

Небезпечні вантажі	Клас ІМО	Основний фактор ризику ¹	Ступінь захисту проти вибухонебезпечного пилу	Ступінь захисту проти вибухонебезпечної газової атмосфери	
				Підгрупа А	Температурний клас
1	2	3	4	5	6
Алюмінієвий шлак	4.3	Водень	—	ІС	Т2
Алюмінієвий феросиліцій, порошок	4.3	Водень	—	ІС	Т2
Алюмінієвий кременистий, порошок, непокритий	4.3	Водень	—	ІС	Т2
Аміачно-нітратні добрива:		Дивись виноску ²			
типа А	5.1		—	—	—
типа В	9		—	—	—
Вугілля	РНН ³	Пил, метан	IP55	ІА	Т4
Залізо «ДРІ»	РНН	Водень	—	ІС	Т2
Ферофосфор (не брикети)	РНН	Водень	—	ІС	Т1
Феросиліцій	4.3	Водень	—	ІС	Т1
Оксид заліза. Залізо губчасте	4.2	Пил	IP55	ІА	Т2
Макуха зернова, вижимки	4.2	Гексан	—	ІА	Т3
Силікомарганець	РНН	Водень	—	ІС	Т1
Сірка	4.1	Притаманні властивості	IP55	—	Т4
Цинковий шлак, дрос, відходи, знімання	4.3	Водень	—	ІС	Т2

¹ У цій графі зазначені речовини, які можуть виділятися і впливати на електричні установки і кабелі.

² Усі електричні ланцюги, що закінчуються у вантажних приміщеннях, повинні відключатися у відповідності із положеннями **2.9.9**.

³ РНН - речовини небезпечні навалюванням.

19.11.3.5 Електричне обладнання, яке установлюється у приміщеннях і просторах, де можуть перевозитися небезпечні вантажі класу 1, крім 1.4S, повинне задовольняти наступним вимогам :

.1 ступінь захисту – IP65;

.2 максимальна температура поверхні – 100°C.

19.11.3.6 Електричне обладнання, яке установлюється у небезпечній зоні категорії 2, повинне бути:

.1 типу, відповідного для використання у суміжних приміщеннях у відповідності із **19.11.3.1 — 19.11.3.5**;

.2 спеціальної конструкції виду захисту «n» і відповідного температурного класу, підгрупи і ступеню захисту у відповідності із **19.11.3.1 — 19.11.3.5**;

.3 такої конструкції, щоб не створювалися дуги або іскри, а їх поверхні не нагрівалися до небезпечних температур під час нормальної роботи.

При наявності в приміщеннях, що відносяться до вибухонебезпечної зони категорії 2, резервуємої системи примусової вентиляції з її автоматичним включенням, допускається встановлення електричного обладнання не сертифікованого для цієї категорії, за умови його автоматичного відключення і блокування включення при несправності вентиляції. В цьому випадку на посту з постійною вахтою повинна бути передбачена звукова і світлова сигналізація, що спрацьовує при несправності системи вентиляції.

Для відповідальних систем, таких як осушувальна і баластна, електричне обладнання повинно бути з відповідним рівнем вибухозахисту для використання в небезпечній зоні категорії 2.

19.11.3.7 Переносне електричне обладнання повинне, як правило, мати власне автономне електричне джерело енергії (крім іскробезпечних електричних ланцюгів) і бути сертифікованого безпечного типу із рівнем вибухозахисту відповідним для роботи у зоні 1.

20. ВИМОГИ ДО ЕЛЕКТРИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ХОЛОДИЛЬНИХ УСТАНОВОК

20.1 ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

20.1.1 Вимоги цього розділу поширюються на електричне обладнання холодильних установок, що класифікуються.

Вимоги **20.2.3**, **20.2.4**, **20.3.1** і **20.4** поширюються також на холодильні установки, що не класифікуються.

20.2 ЖИВЛЕННЯ І КОМУТАЦІЯ

20.2.1 Електричні приводи холодильних установок повинні одержувати живлення по окремих фідерах від розподільного щита холодної установки.

Допускається живлення приводних двигунів холодильних компресорів безпосередньо від головного розподільного щита.

Холодильні вентилятори можуть живитися від розподільного щита холодної установки або від іншого розподільного щита, що живиться безпосередньо від головного розподільного щита.

При кожному способі живлення необхідно дотримуватися умови, щоб приводи холодильних установок у разі перевантаження генераторів відключалися у останню чергу.

Живлення аварійної вентиляції повинне здійснюватися по окремому фідеру від розподільного щита, що живиться безпосередньо від головного розподільного щита, або безпосередньо від головного розподільного щита.

20.2.2 Живлення електричних приводів ізотермічних контейнерів повинно задовольняти вимогам **19.5.2**.

20.2.3 При застосуванні холодної агента групи II (відповідно до табл. 2.2.1 частини XII «Холодильні установки») повинний бути передбачений пристрій для аварійного дистанційного відключення розподільного щита холодної установки з таких місць:

- .1** з постійного місця керування холодною установкою в приміщенні холодильних машин;
- .2** з місця, розташованого поза простором, що може піддаватися забрудненню холодною агентом групи II у разі аварії в приміщенні холодильних машин;
- .3** ззовні поблизу від кожного виходу з приміщень холодильних машин.

Пристрій для аварійного дистанційного відключення повинний встановлюватися таким чином, щоб виключалася можливість випадкового приведення його в дію.

20.2.4 Пристрій для аварійного дистанційного відключення розподільного щита холодної установки, що працює на холодному агенті групи II, повинний одночасно відключати електричні приводи холодильних компресорів, якщо вони одержують живлення від головного розподільного щита (див. **20.2.1**), основне освітлення приміщення холодильних машин і одночасно включати аварійну вентиляцію, водяні завіси і запасне освітлення.

Додатково поблизу від пристрою для аварійного дистанційного відключення розподільного щита такої холодної установки в місцях, зазначених у **20.2.3.1** і **20.2.3.2**, повинні бути установлені пристрої для дистанційного вмикання у будь-якій черговості аварійної вентиляції, водяних завіс і запасного освітлення без відключення розподільного щита холодної установки.

20.2.5 Для живлення електричних пристроїв, що підігрівають люки і вихідні двері з охолоджуваних приміщень та морозильних камер, рекомендується застосування безпечної напруги.

20.3 ВЕНТИЛЯЦІЯ

20.3.1 У разі застосування холодної агента групи II електричні двигуни витяжних вентиляторів аварійної вентиляції приміщень холодильних машин, встановлені у витяжних каналах, повинні бути вибухозахищеного виконання.

20.3.2 Електричні двигуни вентиляторів, що знаходяться в струмені повітря, яке надходить із охолоджуваних вантажних приміщень, повинні мати виконання не нижче, ніж IP55.

20.4 ОСВІТЛЕННЯ

20.4.1 Якщо як холодоагент застосовується холодоагент групи II, то крім світильників основного освітлення в приміщеннях холодильних машин повинні бути встановлені світильники запасного освітлення вибухозахищеного виконання з врахуванням вимог **2.9.3**, **2.9.11** і

2.9.13. Світильники запасного освітлення повинні живитися незалежно від живлення електричного обладнання і світильників основного освітлення, встановлених у приміщеннях холодильних машин.

21 ЗАПАСНІ ЧАСТИНИ І ПРЕДМЕТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

21.1 На кожному судні повинні бути передбачені запасні частини в кількості, достатній для проведення ремонту у разі виходу з ладу відповідальних пристроїв при будь-якій ситуації, включаючи аварію в морі, з метою забезпечення руху, управління, безпеки судна і людей, що знаходяться на судні.

21.2 При визначенні норм запасних частин слід керуватися рекомендаціями виробників конкретних видів обладнання.

22. СПЕЦІАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ЕЛЕКТРИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ (СЕЕС) З РОЗПОДІЛОМ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ПОСТІЙНОМУ СТРУМІ

22.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

22.1.1 Ці вимоги застосовані до систем з розподілом електричної енергії постійного струму з напругою до 1500В, вимірюваною між полюсними виводами.

22.1.2 Для СЕЕС з розподілом електричної енергії на постійному струмі допускається застосування додаткових джерел і розподільних пристроїв змінного трифазного струму, що задовольняють відповідним розділам цієї частини Правил.

22.1.3 Джерелом електричної енергії постійного струму може бути як генератор постійного струму, так і випрямляч, який одержує електричну енергію від генератора змінного струму.

22.1.4 На додаток до системи контролю величини опору ізоляції, вказаної в **2.11**, повинні застосовуватися переносні прилади пошуку місця ушкодження ізоляції.

22.2 СИСТЕМИ З'ЄДНАНЬ АГРЕГАТИВ ДЖЕРЕЛА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

22.2.1 На додаток до вимоги про розділення шин ГРЩ постійного струму на дві частини, вказаному в **3.5.6**, допускається наявність двох незалежних ГРЩ, що сполучаються між собою кабельними перемичками або шинопроводами. Автоматичні вимикачі мають бути передбачені на обох сторонах перемички або шинопроводу. В цьому випадку підключення генераторів і дубльованих споживачів має бути, по можливості, симетрично розподілено між ГРЩ.

22.3 РОЗПОДІЛ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ.

22.3.1 Системи розподілу і допустимі напруги.

22.3.1.1 В СЕЕС і ЄЕЕУ з розподілом електричної енергії постійного струму допускається застосування тільки двопровідної ізольованої системи розподілу електричної енергії.

22.3.1.2 Допустима напруга постійного струму силових систем на затискачах джерел електричної енергії не повинна перевищувати 1500В.

22.3.1.3 Для ГРЩ постійного струму повинно бути передбачено, як мінімум, два вольтметри. При розділенні шин ГРЩ постійного струму на частини, в кожній частині повинен бути передбачений вольтметр.

22.3.1.4 Для кожного випрямляча, який надає живлення шинам постійного току, повинні бути передбачені амперметр і вольтметр.

22.3.2 Живлення відповідальних пристроїв.

22.3.2.1 Живлення відповідальних пристроїв можливо від розподільного щита постійного струму через перетворювач, або від окремого щита змінного струму, який отримує живлення від генераторів змінного струму, що задовольняють вимогам **3.1** і **3.2**.

22.3.3 Розміщення розподільних щитів.

22.3.3.1 ГРЩ постійного струму, генераторні агрегати і випрямлячі повинні бути розташовані в безпосередній близькості один від одного, як вказано в **4.6.6.5**.

22.3.4 Розрахунок струмів короткого замикання.

22.3.4.1 При розрахунку максимальних і мінімальних струмів короткого замикання джерело короткого замикання, крім вказаних в **4.6.3.11**, повинне містити усі інші пристрої (спеціальні електромеханічні і електричні конденсаторні накопичувачі енергії, наприклад, електромашини перетворювачі змінного струму в постійний струм і в зворотному порядку, фільтри з конденсаторами великої сумарної ємності), які працюють одночасно і здатні давати струм підживлення в місце короткого замикання. Розрахунок для розподільних пристроїв постійного струму виконується при «металевому» замиканні між провідниками протилежної полярності.

Розрахунок струмів короткого замикання слід виконувати для усіх електричних ланцюгів, згідно **4.6.3.11**, які включають в себе запобіжники, автоматичні вимикачі та інше електрообладнання, а також для точок на шинах розподільного щита постійного струму.

22.3.4.2 Зважаючи на наявність в контурах струмів короткого замикання конденсаторів і конденсаторних батарей, процес короткого замикання може супроводжуватися резонансними

струмами, які виникають внаслідок обміну енергією між ємнісними і індуктивними елементами у вказаних контурах. У зв'язку з цим, розрахунок струму короткого замикання рекомендується виконувати з використанням програмного забезпечення і комп'ютерного моделювання відповідних систем або їх еквівалентних фрагментів.

Розрахунок струмів короткого замикання повинен виконуватися в ланцюзі від вихідних клем випрямляча до шин головного розподільного щита (ГРЩ), на затискачах автоматичного вимикача, а також безпосередньо, на шинах ГРЩ. У останньому випадку повинен виконуватися розрахунок струмів підживлення усіх основних ланцюгів.

22.3.4.3 Результати розрахунку струмів короткого замикання окремих ланцюгів повинні містити перелік вибраних комутаційних електричних апаратів, запобіжників та їх паспортні (номінальні) параметри, у тому числі, для селективних вимикачів, допустимі значення показників термічної стійкості I^2t .

Для підтвердження можливості реалізації захисної функції вибраним обладнанням в переліку мають бути приведені розрахункові значення максимальних і мінімальних струмів короткого замикання, а також розрахункові значення показників I^2t в місцях установки апаратів захисту, за відповідний час, рівний уставці спрацьовування.

Оцінка якості захищеності обладнання від струмів короткого замикання апаратами захисту повинна здійснюватися порівнянням паспортного значення показника термічної стійкості вимикача I^2t з відповідним розрахунковим значенням показника термічної стійкості при протіканні струму короткого замикання за час, який рівняється уставці спрацьовування вимикача.

22.4 ЗАХИСНІ ПРИСТРОЇ.

22.4.1 Замикання на стороні генератора постійного струму.

22.4.1.1 При спрацьовуванні захисту, зазначеному в 8.2.6 генератор повинний відключатися від ГРЩ і його збудження повинне автоматично зніматися.

22.4.2 Замикання на стороні випрямляча.

22.4.2.1 Випрямлячі повинні бути забезпечені пристроями захисту проти міжполюсного короткого замикання у кабелі або шинопроводі, які з'єднують випрямляч і ГРЩ.

22.4.2.2 З метою контролю замикання на землю полюсів в обладнанні і в фідерах системи постійного струму повинні застосовуватися пристрої диференціального захисту.

22.4.2.3 При будь-яких замиканнях на корпус у системі повинна спрацьовувати звукова і візуальна сигналізація.

22.4.3 Захист конденсаторів.

22.4.3.1 Ємності накопичувачі електроенергії (конденсатори і конденсаторні батареї) розподільних пристроїв постійного струму повинні мати швидкодіючий захист від струмів короткого замикання в кожній окремій секції і більш повільний на вході/виході накопичувача.

22.4.3.2 Конденсатори ланки постійного струму напівпровідникових інверторів електроприводу, який отримує електроенергію від розподільних пристроїв постійного струму, з метою усунення або зниження підживлення струмом розряду і який генерується електричною машиною при короткому замиканні в джерелі, повинні бути, по можливості, заблоковані діодами. При відсутності такої можливості, підключення до розподільного пристрою має здійснюватися через елементи захисту з підвищеною швидкодією.

22.5 ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ.

22.5.1 Генератори постійного струму і електричні двигуни номінальною потужністю 1000кВт і більше повинні бути обладнані пристроями диференціального захисту. Для цього на корпусі двигуна повинна бути передбачена окрема клемна коробка виводів, що розташована із протилежної сторони від головної коробки, у якій повинні бути передбачені місця для установлення датчиків диференціального захисту.

22.5.2 Генератори змінного струму і вбудовані в них випрямлячі можуть мати загальну систему охолодження.

22.6 ТРАНСФОРМАТОРИ ЖИВЛЕННЯ СПОЖИВАЧІВ ЗМІННОГО СТРУМУ.

22.6.1 Трансформатори, які живляться від перетворювачів, і використовуються в як джерела електричної енергії, повинні відповідати нормованим параметрам допустимої швидкості зміни напруги при живленні від імпульсних джерел.

22.7 ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

22.7.1 Відведення тепла від силових напівпровідникових елементів перетворювачів з розподілом електроенергії постійного струму, може здійснюватись як за допомогою системи повітряного охолодження, так і рідинних охолоджувачів повітря.

22.7.2 Випрямлячі, призначені для паралельної роботи, мають бути здатні до рівномірного розподілу навантаження, включаючи короточасне перевантаження.

22.7.3 Підтримка напруги на виході некерованого випрямляча може бути забезпечена системою збудження генератора, який використовується в якості джерела електроенергії для цього випрямляча.

22.7.4 Випрямлячі джерел електроенергії постійного струму повинні містити пристрій для обмеження перевантажень і прийому надмірної енергії на виході випрямляча, підключеного до розподільного пристрою постійного струму.

22.7.5 В якості випрямлячів джерел електроенергії постійного струму допускається застосування активних керованих випрямлячів, побудованих за принципом джерела струму з можливостями стабілізації вихідної напруги з додатковою функцією компенсації реактивної потужності на вході.

22.7.6 Інвертори ГЕУ повинні мати у вхідному ланцюзі постійного струму пристрій для обмеження перевантажень і прийому надмірної енергії від електроприводу у режимі рекуперації.

22.7.7 У вихідних ланцюгах інверторів повинні встановлюватися фільтри для обмеження швидкості зміни напруги до допустимого рівня і захисту ізоляції на обмотках електричної машини, або трансформатора, підключеного до інвертора.

22.8 ГРЕБНІ ЕЛЕКТРИЧНІ УСТАНОВКИ

22.8.1 До складу гребної електричної установки, що одержує і використовує електричну енергію постійного струму, входить наступне обладнання:

.1 головні генератори змінного струму (або постійного струму) із своїми пристроями керування - не менше 2 шт.;

.2 напівпровідниковий перетворювач - випрямляч (може вбудовуватися в корпус генератора, а при застосуванні генератора постійного струму - не використовується), некерований або керований, для кожного генератора;

.3 ГРЩ постійного струму, розділений на дві частини між секційним автоматичним вимикачем, або роз'єднувачем;

.4 накопичувачі, що компенсують недолік або надлишок електричної енергії;

.5 напівпровідникові перетворювачі - інвертори ГЕУ для живлення статорних обмоток гребних електродвигунів (ГЕД) змінним струмом (або перетворювачі постійного напруги для живлення якірних обмоток ГЕД постійним струмом) - не менше 2 шт.;

.6 пристрій (блок) управління або контролер системи електроруху - не менше 2 шт.;

.7 гребний електричний двигун (ГЕД) - один або більше. Для гребних електричних установок з одним ГЕД, має бути передбачено дві системи статорних обмоток, які отримують живлення - кожна від свого напівпровідникового інвертора, або дві якірних обмотки, які отримують живлення - кожна від свого перетворювача постійної напруги.

22.8.2 Для ГЕУ повинно передбачатися, як мінімум, два повністю незалежних окремо встановлених напівпровідникових перетворювачів частоти (або, відповідно, два інвертора, які отримують електроенергію від розподільного щита постійного струму, або два перетворювача постійної напруги), що живлять окремі системи обмоток гребного електродвигуна (або окремих електродвигунів).

Якщо перетворювач подає живлення на ГЕД постійного або змінного струму з постійним збудженням (у тому числі від постійних магнітів), то в головному ланцюзі «двигун - перетворювач» має бути передбачено швидкодіючий пристрій захисту, наприклад, вимикач-роз'єднувач, який за сигналом пристрою діагностики, автоматично повинен розривати головний ланцюг у разі

несправності випрямляча, інвертора НПЧ або короткого замикання на вході інвертора, який отримує електроенергію від розподільного щита постійного струму.

22.8.3 Ланцюги кожного фільтра, який би до допустимого рівня спотворення синусоїдальності напруги повинні мати захист від надструмів і струмів короткого замикання. При конструюванні силових фільтрів необхідно розглядати можливість введення в схеми додаткових елементів, що знижують струми підживлення від конденсаторів і їх коливальність в режимах коротких замикань зовнішніх ланцюгів.

Цілісність запобіжників в ланцюгах фільтрів повинна контролюватися. При перегоранні будь-якого запобіжника повинен бути сигнал АПС.

22.8.4 Захист від коротких замикань і перевантаження двигуна може забезпечуватися інвертором або силовим регулятором, підключеним до розподільного щита постійного струму. При цьому повинні бути прийняті до уваги відмінності в конструкціях гребних електричних машин (синхронна машина, машина із збудженням від постійних магнітів, асинхронна машина, вентиляно-індукторна машина або машина постійного струму).

23. ВИМОГИ ДО ЕЛЕКТРИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ СУДЕН, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬ ПРИРОДНИЙ ГАЗ, ЯК ПАЛИВО

23.1 Загальні вимоги.

23.1.1 Електричне обладнання повинно відповідати вимогам частини VII «Електричне обладнання» Правил класифікації та побудови суден для перевезення зріджених газів наливом.

Класифікація вибухонебезпечних зон повинна відповідати **23.2**.

23.2 Класифікація вибухонебезпечних зон, приміщень і просторів.

23.2.1 Класифікація вибухонебезпечних зон повинна бути згідно до стандартів ДСТУ EN 60079-10-1 або відповідних стандартів ІЕС чи EN і ІЕС 60092-502. У випадку якщо який-небудь вибухонебезпечний простір не охоплюється **23.2**, треба керуватися зазначеними стандартами.

23.2.2 Зона 0:

внутрішній простір ємкостей для зберігання газового палива, трубопроводів газового палива, трубопроводи від запобіжних клапанів ємкостей для зберігання газового палива і будь-які повітряні трубопроводи від обладнання, утримуючого газ.

23.2.3 Зона 1:

- приміщення обв'язки паливних цистерн, приміщення для зберігання ємкостей газового палива і міжбар'єрні простори;

- приміщення для підготовки палива, обладнані вентиляцією згідно **12.14.4** частини VIII «Системи і трубопроводи»;

- простори на відкритій палубі і напівзакриті приміщення на відкритій палубі в районі 3м від будь-яких випускних отворів ємкостей для зберігання газового палива, випускних отворів для газу і пари, клапана бункеровочного маніфольда, інших паливних клапанів, фланців паливопроводів, випускних отворів вентиляції приміщень підготовки палива та отворів паливних цистерн, призначених для скидання тиску, що дозволяє здійснювати випуск невеликої кількості газу або сумішей парів внаслідок коливань температури;

- простори на відкритій палубі і напівзакриті приміщення на відкритій палубі в районі 1,5м від входів до приміщень для підготовки палива, впускних вентиляційних отворів приміщень для підготовки палива та інших отворів, що ведуть до приміщень **зони 1**;

- простори на відкритій палубі усередині розливообмежувального комінгсу, навколо станції приймання палива і в радіусі 3м від меж зазначених просторів на висоту до 2,4м над палубою;

- закриті і напівзакриті простори, в яких знаходяться труби які містять газове паливо, наприклад, вентиляційні канали які їх оточують, станції приймання палива;

- машинні приміщення, захищені пристроями аварійного відключення (ESD), розглядаються як газобезпечні при нормальній експлуатації і як зона 1 після спрацьовування сигналізації по витoku газу;

- простір, захищений повітряним шлюзом, розглядається як газобезпечний при нормальній експлуатації, і як **зона 1** після втрати різниці тиску між захищеним приміщенням і газонебезпечним простором;

- простір в межах 2,4м від зовнішньої поверхні системи зберігання палива, де така поверхня схильна до впливу зовнішнього середовища, за винятком ємкостей типу С.

Примітки: 1. Приміщення для зберігання ємкостей газового палива, які утримують ємкості типу С, розглядаються як газобезпечні, якщо всі потенційні джерела витoku знаходяться в окремому приміщенні обв'язки і з приміщення немає доступу ні до однієї небезпечної зони.

2. Якщо приміщення для зберігання ємкостей газового палива мають потенційні джерела витoku, наприклад, з'єднання ємкостей з трубопроводами і арматурою, то вони розглядаються як **зона 1**.

3. Якщо приміщення для зберігання ємкостей газового палива включають з'єднаний на болтах доступ в приміщення обв'язки, то вони розглядаються як **зона 2**.

23.2.4 Зона 2:

- простір на відкритій палубі в межах 1,5м навколо **зони 1**;

- простір, що містить кришки знімних горловин з кріпленням на болтах, що ведуть до приміщення трубопроводів обв'язки.

23.3 Електричне обладнання, необхідне для забезпечення ходу судна, вироблення електроенергії, маневрування, постановки на якор і швартування, аварійні пожежні насоси повинні розташовуватися в приміщеннях, відокремлених від небезпечних зон повітряними шлюзами, або повинні бути вибухозахищеного виконання.

24 СПЕЦІАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ВЕНТИЛЬНИХ ГЕНЕРАТОРНИХ АГРЕГАТІВ

24.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

24.1.1 Приводні двигуни вентильних генераторних агрегатів (ВГА) повинні відповідати вимогам частини IX «Механізми», генератори і напівпровідникові перетворювачі - вимогам цієї частини, а системи управління - частини XV «Автоматизація», якщо в цьому розділі не вказане інше.

Виготовлювач повинен враховувати особливості фізичних процесів в обладнанні, що входить до складу ВГА, забезпечувати його сумісність і взаємну системну інтеграцію.

24.1.2 В якості основного джерела електроенергії можуть застосовуватися ВГА змінного і постійного струму. Як аварійне джерело електроенергії ВГА можуть застосовуватися тільки у складі суднової електроенергетичної системи (СЕЕС) з розподілом електричної енергії на постійному струмі.

24.1.3 На додаток до переліку, вказаного в 1.4.2, до початку огляду електричного устаткування при виготовленні Регістру мають бути представлені на розгляд розрахунки, що підтверджують відсутність механічного резонансу в усьому робочому діапазоні зміни частоти обертання ВГА від мінімальної до максимальної, або повинно бути передбачене виключення частот, близьких до резонансних, із закону регулювання частоти обертання.

24.2 ВИЗНАЧЕННЯ І ПОЯСНЕННЯ

24.2.1 У цьому розділі прийняті наступні визначення і пояснення.

Вентильний генератор - комплекс обладнання, що складається з електричної машини, що обертається, напівпровідникового перетворювача і системи управління, призначене для виробництва електроенергії у складі суднової електроенергетичної системи.

Вентильний генератор змінного струму - вентильний генератор, що складається з електричної машини, що обертається, напівпровідникового перетворювача частоти (чи інвертора) і системи керування, призначений для виробництва електроенергії змінного струму.

Вентильний генератор постійного струму - вентильний генератор, що складається з електричної машини, що обертається, випрямляча (чи перетворювача постійної напруги), призначений для виробництва електроенергії постійного струму.

Вентильний генераторний агрегат (ВГА) - агрегат, що складається з вентильного генератора і первинного (приводного) теплового двигуна.

Регулятор напруги напівпровідникового перетворювача - пристрій у складі напівпровідникового перетворювача ВГА змінного або постійного струму, призначений для регулювання напруги.

Регулятор частоти напруги напівпровідникового перетворювача - пристрій у складі напівпровідникового перетворювача ВГА змінного струму, призначений для регулювання частоти вихідної напруги.

24.3 ПРИВОДНІ (ПЕРВИННІ) ДВИГУНИ

24.3.1 В якості первинного двигуна у ВГА може використовуватися двигун внутрішнього згорання, парова турбіна, газотурбінний двигун або інше джерело механічної енергії, що допускається до застосування на судах цими Правилами.

24.4 ГЕНЕРАТОРИ

24.4.1 В якості електричного генератора у ВГА може використовуватися синхронний генератор з електромагнітним збудженням, синхронний генератор з постійними магнітами, асинхронний генератор, колекторний генератор постійного струму або інший тип електричної машини, що допускається до застосування на судах цими Правилами.

24.4.2 Генератор, що входить до складу ВГА, повинен бути розрахований на наявність очікуваного рівня вищих гармонічних складових, обумовлених роботою на напівпровідниковий перетворювач. При розрахунку номінальної потужності генератора ВГА повинен передбачатися достатній резерв потужності, для запобігання підвищення температури генератора, порівняно з синусоїдальним навантаженням.

24.4.3 Для ВГА на базі синхронних генераторів з постійними магнітами, що не мають гасіння поля, повинні бути передбачені заходи по швидкому гальмуванню валу генератора у разі виникнення внутрішніх коротких замикань в генераторі або напівпровідниковому перетворювачі, або передбачені інші додаткові заходи по гасінню поля і локалізації аварії.

24.5 НАПІВПРОВІДНИКОВІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ

24.5.1 В якості напівпровідникового перетворювача у ВГА можуть використовуватися напівпровідникові випрямлячі, інвертори, перетворювачі частоти, перетворювачі постійної напруги.

24.5.2 При необхідності ВГА повинен містити необхідні пристрої (фільтри завад), що обмежують рівень спотворень форми кривої генерованої напруги для забезпечення виконання вимог **2.2.1.3**.

24.5.3 У разі застосування у складі ВГА змінного струму напівпровідникового перетворювача, веденого мережею, повинні бути передбачені заходи по забезпеченню його реактивною потужністю, необхідною для комутації вентилів, наприклад, шляхом установки синхронного компенсатора.

24.5.4 ВГА постійного струму, призначені для роботи у складі СЕЕС з розподілом електричної енергії на постійному струмі, повинні додатково задовольняти вимогам розд. **22**.

24.6 СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ І МАСТИЛА

24.6.1 При розрахунку систем охолодження і мастила приводних двигунів і генераторів ВГА повинне враховуватися зниження подання охолоджувального середовища і мастила від навішених механізмів при зниженні частоти обертання відносно номінальної.

24.7 РЕГУЛЮВАННЯ НАПРУГИ

24.7.1 До складу ВГА повинне входити регулятор напруги генератора і/або регулятор напруги напівпровідникового перетворювача.

24.7.2 При зміні частоти обертання приводного двигуна згідно з прийнятими алгоритмами регулятор напруги генератора і/або регулятор напруги напівпровідникового перетворювача повинні забезпечити якість регулювання вихідної напруги ВГА, що задовольняє вимогам **10.6** і **10.7**.

24.8 РЕГУЛЮВАННЯ ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ

24.8.1 Приводний двигун ВГА повинен мати регулятор частоти обертання. Вимоги до регулятора частоти обертання первинного двигуна встановлюються підприємством-виробником ВГА на підставі прийнятих алгоритмів регулювання частоти обертання.

24.9 РЕГУЛЮВАННЯ ЧАСТОТИ НАПРУГИ

24.9.1 Напівпровідниковий перетворювач частоти, що входить до складу ВГА змінного струму, повинен мати регулятор частоти напруги, який повинен забезпечувати якість регулювання вихідної частоти напруги ВГА, що задовольняє вимогам **2.11.3** частин IX «Механізми».

24.10 ЗАХИСНІ ПРИСТРОЇ

24.10.1 Для ВГА повинні бути передбачені, принаймні, наступні пристрої захисту.

Для генератора:

від перевантажень;

від короткого замикання;

від внутрішніх коротких замикань для генераторів потужністю 1000кВА.

Для напівпровідникового перетворювача:

від мінімальної вхідної напруги;

від максимальної вхідної напруги;

від максимальної напруги в ланці постійного струму (за наявності);

від перегрівання силових блоків;

від перевантажень;

від внутрішніх коротких замикань;
від короткого замикання на виході.

24.10.2 ВГА повинні витримувати без ушкоджень короткі замикання на шинах розподільного щита. При коротких замиканнях в судновій мережі вентильний генератор (синхронний компенсатор) повинні забезпечувати величину струму короткого замикання, що встановився, достатню для спрацьовування захисних пристроїв, або повинні бути передбачені інші технічні заходи, що забезпечують спрацьовування цих захисних пристроїв.

24.11 ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ

24.11.1 Усі силові елементи ВГА, включаючи генератори і напівпровідникові перетворювачі, повинні витримувати перевантаження по струму відповідно вимогам **10.5**.

24.12 СИНХРОНІЗАЦІЯ

24.12.1 ВГА змінного і постійного струму повинні мати можливість синхронізації і тривалої паралельної роботи з іншими генераторними агрегатами, у тому числі вентильними.

24.12.2 Синхронізація ВГА повинна забезпечуватися дією на регулятор напруги генератора і/або напівпровідникового перетворювача, а для ВГА змінного струму також і на регулятор частоти напруги напівпровідникового перетворювача.

24.13 РОЗПОДІЛ ПОТУЖНОСТІ ПРИ ПАРАЛЕЛЬНІЙ РОБОТІ

24.13.1 При паралельній роботі ВГА з іншим генераторним агрегатом, у тому числі вентильним, допускається розподіл активної потужності не пропорційно номінальній потужності приводних двигунів за умови забезпечення необхідної частоти напруги в судновій мережі, при плавній або раптовій зміні навантаження і/або зміні частоти обертання приводного двигуна.

24.13.2 При паралельній роботі ВГА з іншим генераторним агрегатом, у тому числі вентильним, допускається розподіл реактивної потужності не пропорційно номінальній потужності генераторів за умови забезпечення необхідної напруги в судновій мережі, при плавній або раптовій зміні навантаження і/або зміні частоти обертання приводного двигуна.

24.14 СХЕМИ ПІДКЛЮЧЕННЯ І РЕЖИМИ РОБОТИ

24.14.1 Підключення з байпасним ланцюгом.

24.14.1.1 ВГА змінного струму з електромагнітним збудженням може мати байпасний ланцюг, який дозволяє підключати генератор безпосередньо до розподільного щита, минувши напівпровідниковий перетворювач. У разі підключення до розподільного щита за допомогою байпасного ланцюга ВГА повинен працювати з постійністю частоти обертання в усьому діапазоні зміни навантажень і задовольняти вимогам цієї частини до джерел електроенергії, які працюють з постійною частотою обертання.

24.14.1.2 Підтримка постійності частоти напруги в судновій мережі при роботі через байпасний ланцюг робиться за рахунок регулятора частоти обертання приводного двигуна, а напруги - за рахунок регулятора напруги генератора.

24.14.1.3 Перехід з байпасного ланцюга на роботу через напівпровідниковий перетворювач і зворотний перехід повинні здійснюватися без відключення ВГА від шин розподільного щита. Допускається перехід з відключенням, якщо це не викличе перевантаження інших працюючих на шини розподільного щита джерел електроенергії.

24.14.2 ВГА в режимі роботи двигуна.

24.14.2.1 Допускається робота вентильного генератора в режимі роботи двигуна, якщо цей режим передбачений для напівпровідникового перетворювача, генератора та інших елементів.

24.14.2.2 Режим роботи двигуна можливий для валогенераторів автономно або спільно з головним двигуном на гребний гвинт при живленні від інших суднових джерел електроенергії.

24.14.2.3 Генератор може бути використаний в режимі роботи двигуна для пуску первинного двигуна ВГА за рахунок електроенергії, що виробляється в мережі іншими джерелами, з подальшим переходом в генераторний режим. В процесі пуску якості електроенергії в судновій мережі повинна

задовольняти вимогам **2.1.3**. При цьому у будь-якому разі для ВГА повинна бути передбачена система стиснутого пускового повітря або інший основний спосіб пуску.

24.15 ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ

24.15.1 Для кожного вентиляного генератора змінного струму на розподільному щиті повинні бути встановлені наступні вимірювальні прилади:

- .1 амперметр з перемикачем для вимірювання струму генератора в кожній фазі;
- .2 амперметр з перемикачем для вимірювання вихідного струму перетворювача в кожній фазі;
- .3 вольтметр з перемикачем для вимірювання лінійної напруги генератора;
- .4 вольтметр з перемикачем для вимірювання лінійної напруги на виході перетворювача;
- .5 частотомір на виході генератора;
- .6 частотомір на виході перетворювача;
- .7 ватметр на виході генератора;
- .8 ватметр на виході перетворювача;
- .9 тахометр генератора.

24.15.2 Для кожного вентиляного генератора постійного струму (з генератором змінного струму і напівпровідниковим випрямлячем) на розподільному щиті повинні бути встановлені наступні вимірювальні прилади:

- .1 амперметр з перемикачем для вимірювання струму генератора в кожній фазі;
- .2 амперметр для вимірювання вихідного струму перетворювача;
- .3 вольтметр з перемикачем для вимірювання лінійної напруги генератора;
- .4 вольтметр для вимірювання напруги постійного струму на виході перетворювача;
- .5 частотомір на виході генератора;
- .6 ватметр на виході генератора;
- .7 ватметр на виході перетворювача;
- .8 тахометр генератора.

25 ВИМОГИ ДО ЕЛЕКТРИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ СУДЕН, ПРИЗНАЧЕНИХ ДЛЯ ТРИВАЛОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ В УМОВАХ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР

Ці вимоги необхідно вважати за зміни або доповнення до відповідних вимог, викладених у розділах **1 – 19** цієї частини Правил.

25.1 Прокладання кабелів.

25.1.1 Кабелі, що прокладаються на відкритих палубах та у відкритих приміщеннях, які не обігріваються, повинні бути випробовувані при наступних температурах:

.1 для суден з додатковими знаками **WINTERIZATION(-30)** при температурі -40°C і **WINTERIZATION(-40)** - при температурі -50°C ;

.2 для суден з додатковими знаком **WINTERIZATION(-50)** - при температурі -60°C ;

.3 при розрахунковій зовнішній температурі нижче -50°C температура випробовувань повинна бути на 10°C нижче розрахункової зовнішньої температури.

25.1.2 Кабель призначений для прокладання на відкритих палубах, повинен мати вказівку в Сертифікаті/Свідоцтві про типові схвалення про допустимість його застосування при відповідних температурах.

25.1.3 Матеріали для виготовлення деталей кріплення кабеля (скоби, мости кабельні коробки, труби) і кабельних ущільнювачів повинні задовольняти вимогам **11** частини XIII «Матеріали».

25.1.4 Повинні бути передбачені засоби захисту кабеля який прокладається на відкритих палубах, від механічних ушкоджень при видаленні льоду вручну.

25.2 Обладнання.

25.2.1 Усі електродвигуни, розподільні щити і пульти керування суден, призначених для тривалої експлуатації в умовах низьких температур, які встановлюється на відкритих палубах та у відкритих приміщеннях, які не обігріваються, повинні бути обладнані засобами антиконденсаційного обігріву.

25.3 Освітлення та світлосигнальні засоби.

25.3.1 Повинні бути передбачені, як мінімум, два прожектори достатньої потужності з дистанційним управлінням з поста керування судном.

25.3.2 Прожектори, вказані в **25.3.1**, повинні бути встановлені таким чином, щоб забезпечити, наскільки можливо, кругове освітлення для проведення швартовних операцій, маневрування на задньому ході і аварійного буксирування.

25.3.2 Прожектори, вказані в **25.3.1**, повинні мати конструкцію, яка забезпечує їх ефективний захист від зледеніння, або повинні бути обладнані обігрівом.

25.4 Електричні опалювальні пристрої.

25.4.1 Повинно бути передбачене електричне опалення з живленням від аварійних джерел електроенергії для наступних судових приміщень:

- .1** рульової рубки;
- .2** радіорубки (якщо є);
- .3** центрального поста керування;
- .4** поста керування вантажними операціями;
- .5** станції пожежогасіння;
- .6** одного з громадських приміщень (наприклад, кают-компанії);
- .7** медичного призначення;
- .8** механічної майстерні.

25.4.2 Потужність опалювальних приладів, встановлених у вищевказаних приміщеннях, повинна забезпечувати в них плюсову температуру при розрахунковій зовнішній температурі.

25.4.3 Аварійні джерела електроенергії повинні забезпечувати живлення вищевказаних опалювальних приладів протягом часу згідно **9.3.1**.

25.4.4 Акумуляторні приміщення повинні опалюватися з дотриманням вимог **13.3**. Опалювальні прилади, якщо вони встановлені, повинні отримувати живлення від аварійного джерела електроенергії. При цьому допускається здійснювати опалювання при живленні тільки від аварійного джерела електроенергії будь-яким способом відповідно до міжнародних і державних стандартів для вибухонебезпечних середовищ.

ЧАСТИНА XV. АВТОМАТИЗАЦІЯ

1.ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 СФЕРА ПОШИРЕННЯ

1.1.1 Вимоги розд. 1, 2, 3, 7 поширюються на обладнання автоматизації, яке підлягає нагляду незалежно від знаку автоматизації у символі класу судна.

Вимоги розд. 4, 5, 6 поширюються додатково на обладнання суден, до основного символу класу яких відповідно до 2.2.6 частини I «Класифікація» Правил класифікації та побудови суден¹ додається один із знаків автоматизації.

1.1.2 Ця частина Правил містить технічні вимоги до обладнання автоматизації і суден, на які воно встановлюється, а також визначає обсяг дистанційного, автоматизованого і автоматичного керування, захисту, аварійно-попереджувальної сигналізації та індикації.

1.1.3 Для суден із електрорушійними установками додатково до вимог цієї частини повинні виконуватись вимоги підрозділу 17.14 частини XI «Електричне обладнання» цих Правил.

1.2 ВИЗНАЧЕННЯ І ПОЯСНЕННЯ

Визначення і пояснення, що стосуються загальної термінології Правил, зазначені у Загальних положеннях про діяльність при технічному нагляді та частині I «Класифікація».

У цій частині Правил прийняті наступні визначення.

Автоматизована установка - сукупність механізмів і пристроїв, обладнаних системою автоматизації.

Джерело безперебійного живлення (ДБЖ) - пристрій, який при зникненні на його вході енергії живлення від основного і/або аварійного джерел, безперервно забезпечує енергію на виході протягом визначеного часу.

Елемент системи автоматизації - самостійний у конструктивному відношенні елемент (наприклад, датчик, реле, логічний елемент), що входить у пристрій і системи автоматизації.

Квітування - підтвердження прийняття сигналу або виклику.

Підсистема узагальної (згрупованої) аварійно-попереджувальної сигналізації - конструктивна частина централізованої системи аварійно-попереджувальної сигналізації, що складається із окремих додаткових блоків (панелей), у яких зосереджений ряд аварійно-попереджувальних сигналів, формованих шляхом об'єднання (групування) сигналів, що відносяться до окремих механізмів чи пристроїв, у один узагальнений сигнал.

Узагальнений сигнал повинний мати найменування об'єкта контролю, наприклад, «головний двигун», «суднова електростанція» тощо.

Блоки узагальної сигналізації (БУС) розміщують у житлових, службових і інших приміщеннях, де може знаходитися відповідальний персонал (старший механік, вахтові механіки, електромеханік тощо).

Пристрій автоматизації - частина системи автоматизації, складена з елементів, з'єднаних в одне конструктивне та функціональне ціле.

Резервне джерело електричної енергії - джерело електричної енергії, незалежне від основного та аварійного джерел енергії судна.

Система аварійно-попереджувальної сигналізації (АПС) - обладнання, призначене для сигналізації про досягнення контрольованими параметрами встановлених граничних значень і про зміну нормальних режимів роботи механізмів і пристроїв. Окремі сигнали можуть бути згруповані в узагальнені.

Система автоматизації - обладнання, призначене для автоматичного і/або автоматизованого керування, регулювання, контролю, сигналізації та захисту механізмів і пристроїв.

Система дистанційного автоматизованого керування (ДАК) - обладнання, призначене для керування механізмом із віддаленого поста керування, що забезпечує автоматичне виконання проміжних операцій збирання та обробки інформації про об'єкт і вироблення команд виконавчим пристроєм, які реалізують режим роботи механізму, що задається оператором.

Система захисту - обладнання, призначене для визначеного автоматичного впливу на керовану

¹ Далі - частина I «Класифікація».

установку із метою попередження аварії або обмеження її наслідків.

Система індикації - обладнання, призначене для одержання інформації про значення визначених фізичних параметрів і визначених станів механізмів і пристроїв.

FMEA – (англ. Failure Mode and Effects Analysis) методологія проведення аналізу наслідків відмов та виявлення можливих помилок системи і визначення результатів з метою класифікації всіх помилок щодо їх критичності для роботи системи згідно з стандартом ДСТУ ІЕС 60812 або відповідним стандартом ІЕС.

1.3 ОБСЯГ НАГЛЯДУ

1.3.1 Загальні положення про порядок класифікації, технічного нагляду за проектуванням і побудовою судна, виготовленням обладнання і деталей обладнання, огляду, а також вимоги до технічної документації, що подається на розгляд і схвалення Регістру по судну в цілому, викладено в Загальних положеннях класифікаційної та іншої діяльності частини I «Класифікація» Правил класифікації та побудови суден.

1.3.2 Наглядові при виготовленні та на судні підлягають елементи, пристрої і системи автоматизації:

- .1 головних механізмів і рушіїв;
- .2 електростанцій;
- .3 допоміжних механізмів;
- .4 головних і допоміжних котлів;
- .5 холодильних установок;
- .6 аварійно-попереджувальної сигналізації;
- .7 пристроїв захисту ;
- .8 інших систем за вимогою Регістру.

1.4 ТЕХНІЧНА ДОКУМЕНТАЦІЯ

1.4.1 Для зазначеного в **1.3.2** обладнання автоматизації технічна документація, у залежності від об'єкта нагляду, повинна бути подана Регістру в наступному обсязі:

- .1 функціональний опис із зазначенням технічних параметрів і умов експлуатації;
- .2 блок-схема системи керування;
- .3 функціональна схема процесу із зазначенням усіх контролюючих і керуючих пристроїв;
- .4 креслення загального виду (розташування основних компонентів);
- .5 опис операторських станцій (інтерфейсу користувача), що включає креслення загального виду, переліки усіх сигналів, функцій клавіатури і екрана;
- .6 опис джерел живлення і схеми їх підключення;
- .7 схема прокладення кабелів системи;
- .8 переліки застосовуваних елементів із зазначенням технічних параметрів;
- .9 опис програмного забезпечення і перелік його випробувань у розробника;
- .10 типові схеми кіл входу/виходу;
- .11 опис поводження при несправностях;
- .12 програма випробувань;
- .13 керівництво із експлуатації;
- .14 керівництво із монтажу і обслуговування.

1.4.2 До початку побудови судна на розгляд Регістру повинна бути представлена технічна документація в обсязі, зазначеному у **4.2.4** частини I «Класифікація».

2. КОНСТРУКЦІЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ, ЇХ ЕЛЕМЕНТІВ І ПРИСТРОЇВ

2.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

2.1.1 Системи автоматизації, їх елементи і пристрої повинні надійно працювати при наступних температурах навколишнього середовища:

від 0 до +45°C у закритих приміщеннях;

від –25 до +45°C на відкритій палубі.

Електронні елементи і пристрої, призначені для встановлення у розподільні щити, пульти або кожухи, повинні надійно працювати при температурі навколишнього середовища до +55°C.

Температура до +70°C не повинна викликати пошкоджень систем автоматизації, їх елементів і пристроїв.

2.1.2 Системи автоматизації повинні надійно працювати при відносній вологості повітря (75 ± 3)% і температурі (45 ± 2)°C або при відносній вологості повітря (80 ± 3)% і температурі (40 ± 2)°C, а також при відносній вологості повітря (95 ± 3)% і температурі (25 ± 2)°C.

2.1.3 Системи автоматизації повинні надійно працювати при вібраціях з частотами від 2 до 100Гц:

при частотах від 2 до 13,2Гц – із амплітудою переміщень ± 1 мм;

при частотах від 13,2 до 100Гц – із прискоренням $\pm 0,7g$.

Системи автоматизації, встановлені на джерелах вібрації (дизелі, компресори тощо) або у румпельному відділенні, повинні надійно працювати при вібраціях із частотами від 2 до 100 Гц:

при частотах від 2 до 25Гц – із амплітудою переміщень $\pm 1,6$ мм;

при частотах від 25 до 100Гц – із прискоренням $\pm 4,0g$.

2.1.4 Системи автоматизації повинні надійно працювати при тривалих кренах до 22,5° і при хитах до 22,5° із періодом хитах до (8 ± 1) с.

2.1.5 Ступінь захисту систем автоматизації, їх елементів і пристроїв повинна бути обрана відповідно до місця встановлення згідно із підрозділом 2.4 частини XI «Електричне обладнання».

2.1.6 Електричні і електронні елементи і пристрої повинні надійно працювати при відхиленнях від номінальних значень параметрів живлення, зазначених у табл. 2.1.6.

Таблиця 2.1.6

Параметр живлення	Відхилення від номінальних значень		
	тривале	короткочасне	
	%	%	Час, с
Змінний струм: напруга частота	+6...–10	± 20	1,5
	± 5	± 10	5
Постійний струм: напруга	± 10	5 10	циклічні відхилення пульсації

Обладнання автоматизації, що одержує живлення від акумуляторних батарей, повинне надійно працювати при відхиленнях напруги від номінального значення:

від +30 до –25% – для обладнання, що не відключається від батареї під час зарядження;

від +20 до –25% – для обладнання, що відключається від батареї під час зарядження.

Триразове зникнення живлення протягом 5хв тривалістю по 30с не повинне впливати на працездатність систем автоматизації.

2.1.7 Пневматичні і гідравлічні елементи та пристрої повинні бути працездатними при коливаннях тиску робочого середовища $\pm 20\%$ від номінального значення.

2.1.8 Повинна бути забезпечена електромагнітна сумісність обладнання автоматизації згідно із підрозділом 2.2 частини XI «Електричне обладнання», а також по запобіганню перевищення допустимого рівня створюваних ним радіоперешкод.

2.1.9 Обладнання автоматизації повинне надійно працювати при значеннях коефіцієнта несинусоїдальності кривої напруги живлення, зазначених у 2.2.1.3 частини XI «Електричне обладнання».

2.1.10 Елементи і пристрої, призначені до встановлення у місцях із особливими робочими умовами (із підвищеною або зниженою температурою, інтенсивними механічними впливами тощо), повинні бути розраховані і випробувані на ці умови.

2.1.11 Обладнання автоматизації повинне виготовлятися із матеріалів, стійких до впливу

морської атмосфери, або повинне бути надійно захищене від її шкідливого впливу.

2.1.12 У системах автоматизації повинні бути вжиті заходи проти хибних спрацьовувань, що викликаються короточасними змінами контрольованих параметрів, зв'язаних із хитами судна, включенням і відключенням механізмів тощо.

2.1.13 Системи автоматизації повинні бути виконані за принципом виходу керування процесу у безпечну сторону.

2.1.14 Номенклатура запасних частин обладнання автоматизації визначається виробником.

Загальний обсяг запасних частин для судна визначається за погодженням між суднобудівником, виробником обладнання і судновласником із урахуванням надійності обладнання.

2.2 ВИМОГИ ДО ЕЛЕМЕНТІВ І ПРИСТРОЇВ

2.2.1 Елементи і пристрої, використовувані у системах автоматизації, додатково повинні відповідати застосовним до них вимогам відповідних частин Правил.

2.2.2 Замінні елементи, що вимагають їх регулювання, а також місця контрольних вимірів (гнізда, клеми) повинні бути розташовані таким чином, щоб до них був забезпечений вільний доступ.

2.2.3 Конструкція пристроїв повинна допускати контроль справності під час їх роботи.

2.2.4 Обладнання повинне працювати, переважно, без штучного охолодження. У випадку застосування останнього повинні бути вжиті заходи, що запобігають виходу із ладу охолоджуваних компонентів.

2.2.5 Регульовальні елементи повинні бути захищені від мимовільної зміни виконаного регулювання. Такий захист не повинний виключати можливості повторного настроювання.

2.2.6 Конструкція виконавчих механізмів повинна виключати можливість мимовільної зміни їх положення.

2.2.7 Датчики, що вимірюють температуру пожежонебезпечних, токсичних і таких, що знаходяться під тиском, рідин, пари і газів, повинні бути ізольовані від контрольованого середовища.

2.2.8 Повинна бути передбачена можливість перевірки і калібрування датчиків тиску у місцях їх приєднання до точок контролю без демонтажу.

2.2.9 Усі елементи, пристрої і точки контролю повинні мати чітке і постійне маркування, нанесене, переважно, поруч із ними.

2.2.10 Електричне і електронне обладнання.

2.2.10.1 Контактні з'єднання повинні бути виконані так, щоб виключити збільшення перехідного опору, що погіршує працездатність обладнання.

2.2.10.2 У місцях уведення кабелів і проводів, особливо у місцях приєднання до рухливих елементів і пристроїв, повинні бути передбачені пристосування для їх розвантаження від натягу.

2.2.10.3 Друковані плати повинні бути покриті ізолюючим лаком.

2.2.10.4 Повинні бути вжиті заходи для запобігання можливості неправильного установа знімних блоків (касет), що мають контактні роз'єднання, а також заходи для їх надійного фіксування у робочому положенні.

Якщо цього вимагають функціональні чи конструктивні особливості елементів і пристроїв, то їх розташування, що забезпечує правильний монтаж, повинне бути чітко позначене, або їх виконання повинне бути таким, щоб була виключена можливість монтажу в іншому положенні.

2.2.11 Гідравлічне і пневматичне обладнання.

2.2.11.1 Гідравлічні і пневматичні елементи та пристрої не повинні виходити із ладу у разі за півтора разових перевантажень, створюваних підвищеним тиском робочого середовища.

2.2.11.2 Застосовувані у гідравлічних системах рідини повинні зберігати свої фізичні властивості за усіх умов експлуатації, мати достатні мастильні властивості, температуру спалаху парів не нижче 60°C, не викликати пошкоджень елементів і трубопроводів та не бути токсичними.

2.2.11.3 Гідравлічне обладнання автоматизації не повинне бути з'єднане із іншими системами і повинне живитися від окремих цистерн.

Для виконавчих механізмів може використовуватися рідина з інших систем за наявності відповідних фільтруючих пристроїв.

2.2.11.4 Приєднання труб, які відходять, повинні бути розташовані нижче рівня рідини у цистернах за будь-яких умов експлуатації судна.

2.2.11.5 Пневматичні системи автоматизації повинні бути забезпечені пристроями, що забезпечують необхідний ступінь очищення і допустимий вміст вологи у повітрі.

2.2.11.6 Пневматичні системи автоматизації головних енергетичних установок і електростанцій,

як правило, повинні мати два пристрої для очищення і осушення повітря, з'єднаних між собою таким чином, щоб була можлива робота одного із них, коли інший відключений.

Один пристрій для очищення і осушення повітря може бути допущений, якщо його очищення виконується автоматично або конструкція забезпечує можливість швидкої заміни фільтруючих елементів без необхідності припинення підведення повітря.

2.2.11.7 Живильні трубопроводи пневматичних систем автоматизації повинні мати запобіжні клапани, що спрацьовують при перевищенні номінального робочого тиску більше ніж на 10 %. Редукційні клапани (якщо вони є) повинні бути дубльованими.

2.2.11.8 Гідравлічні, пневматичні, електричні або електронні елементи і пристрої, що установлюються спільно у пультах, шафах і блоках, повинні бути так відділені один від одного, щоб пропуски у трубопроводах і шлангах та у їх з'єднаннях не могли викликати пошкодження цих елементів і пристроїв.

Пульти, шафи і блоки, у яких розміщується обладнання, що містить рідке робоче середовище, повинні забезпечуватися пристроями для збирання і повернення зібраної від витоків рідини.

2.3 СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ

2.3.1 Механізми і установки повинні бути виготовлені згідно з вимогами відповідних частин цих Правил, що застосовуються до них, і обладнані місцевими постами керування.

2.3.2 Автоматичне керування повинне підтримувати контрольовані параметри у межах, обумовлених нормальними робочими режимами керованих механізмів і установок.

2.3.3 Автоматичне керування повинне бути стабільним в усьому діапазоні регулювання.

Величина нечутливості керування повинна бути такою, щоб флуктуації контрольованих параметрів, що можуть мати місце при нормальних умовах роботи керованого обладнання, не приводили до нестабільності процесу керування.

2.3.4 Механізми і установки, для яких передбачений автоматичний або дистанційний пуск, на місцевих постах керування повинні мати засоби для відключення автоматичного або дистанційного керування.

У випадку несправності автоматичного або дистанційного керування повинна зберігатися можливість місцевого керування.

2.3.5 Переключення режимів роботи із місцевого керування на автоматичне або дистанційне повинне бути можливе тільки на місцевих постах керування.

Переключення із дистанційного керування на автоматичне допускається здійснювати на постах дистанційного керування.

2.3.6 При порушенні заданої послідовності операцій система автоматизованого керування повинна припинити виконання програми і привести механізми у безпечний стан із обов'язковою подачею аварійно-попереджувального сигналу до поста керування, де передбачена постійна вахта.

2.3.7 Система пуску потужних споживачів електричної енергії, пуск яких може призвести до недопустимого провалу напруги або знеструмлення шин ГРЩ, повинна передбачати:

попередній автоматичний пуск резервного генератора, синхронізацію, приймання та розподіл навантаження, або

блокування, яке забороняє пуск таких споживачів до підключення резервного генератора на шини ГРЩ, та відповідну індикацію.

2.3.8 На пасажирських судах повинні бути передбачені автоматичні перемикаючі пристрої для допоміжних механізмів, резервування яких необхідне для забезпечення руху судна відповідно класу автоматизації.

При автоматичному перемиканні повинний подаватися аварійно-попереджувальний сигнал.

2.4 СИСТЕМИ АВАРІЙНО-ПОПЕРЕДЖУВАЛЬНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ, ЗАХИСТУ, ІНДИКАЦІЇ І РЕЄСТРАЦІЇ

2.4.1 Система аварійно-попереджувальної сигналізації (АПС).

2.4.1.1 Система аварійно-попереджувальної сигналізації повинна бути незалежна від систем керування і захисних пристроїв, тобто несправності та пошкодження останніх не повинні впливати на

роботу АПС.

Часткове об'єднання системи АПС з системами управління може бути допущено для інтегрованих систем за умови виконання застосовних вимог, указаних в 7.6.5, включаючи відповідне резервування.

2.4.1.2 Повинний бути передбачений самоконтроль АПС: принаймні при таких пошкодженнях, як коротке замикання, обриви кіл і замикання на корпус, а також при зникненні живлення повинний подаватися сигнал АПС.

2.4.1.3 Система АПС повинна одночасно подавати світлові та звукові сигнали. При цьому повинна бути забезпечена можливість одночасної сигналізації більше ніж однієї несправності.

Квітирування одного сигналу не повинне перешкоджати квітируванню іншого.

Відмова одного елемента (пристрою) системи не повинна викликати вихід із ладу усієї системи АПС.

Якщо замість індивідуальних світлових сигналізаторів застосовуються загальні монітори, їх повинно бути не менше двох.

2.4.1.4 Система АПС, центральні інформаційні панелі якої, як правило, розміщуються у ЦПК, структурно повинна мати підсистему узагальненої аварійно-попереджувальної сигналізації, блоки (БУС) якої повинні розташовуватися:

- у машинних приміщеннях (світлові індикатори);
- на ходовому містку (у рульовій рубці);
- у службових і громадських приміщеннях судна;
- у житлових приміщеннях відповідального персоналу.

Відключення звукового сигналу АПС на блоках узагальненої сигналізації (наприклад, на містку чи у житлових приміщеннях) не повинне викликати його відключення у ЦПК.

2.4.1.5 У машинних приміщеннях на додаток до звукових сигнальних пристроїв системи АПС повинні бути передбачені світлові пристрої (світлові індикаційні колонки) ідентифікації сигналу², для яких повинні застосовуватися кольори і символи, що указані у табл. 2.4.1.5.

Таблиця 2.4.1.5

Функція	Сигналізація			
	Звукова		Світлова: колір і символ	Примітки
	пристрій	код		
1	2	3	4	5
Аварійно-попереджувальна сигналізація механізмів	Горн Зумер	3	Жовтий 	Горн — у машинному приміщенні, зумер — у інших місцях
Аварійно-попереджувальна сигналізація рульового приводу	Горн Зумер	3	Жовтий 	Горн — у машинному приміщенні. зумер — в інших місцях
Аварійно-попереджувальна сигналізація несправності системи керування	Горн Зумер	3	Жовтий Без символу	Горн — у машинному приміщенні, зумер — у інших місцях
Аварійно-попереджувальна сигналізація рівня води у лялях і наявності води у вантажних трюмах наваловальних суден	Горн Зумер	3	Жовтий 	Горн — у машинному приміщенні, зумер — у інших місцях

² Див. резолюцію ІМО А.1021(26) Прийняття Кодексу про аварійно-попереджувальну сигналізацію та індикатори, 2009 .

Продовження табл. 2.4.1.5

1		2	3	4	5
Сигнал несправності системи сигналізації		Горн Зумер	3	Жовтий Без символу	Горн — у машинному приміщенні, зумер - в інших місцях
Аварійно-попереджувальна сигналізація виклику механіків		Горн Зумер	3	Жовтий 	Горн/зумер — у коридорах механіків, зумер — у каютах механіків
Аварійно-попереджувальна сигналізація контролю дієздатності машинного персоналу		Горн Зумер	3	Жовтий 	Горн — у машинному приміщенні, зумер — у інших місцях
Сигнал про надходження води		Дзвін Зумер Горн	2	Жовтий 	Аварійно-попереджувальна сигналізація про надходження води у вантажні трюми, баластні танки та інші приміщення навалювальних суден та на вантажних суднах з одним вантажним трюмом, які не є навалювальними суднами (на ходовому містку)
Сигнал виявлення пожежі		Дзвін Зумер Горн	2	Червоний 	Повинний автоматично пускати у дію сигнал пожежної тривоги, якщо не було підтвердження прийому сигналу протягом 2хв чи менше. Горн/дзвін - у інших приміщеннях
		Те ж	2		
		Те ж	2		
Стаціонарні системи пожежогасіння місцевого застосування		Те ж	2	Червоний 	
АПС	Для хлору	Сирена Горн Дзвін	2	Червоний GAS Cl	
	Окрім хлору	Зумер Горн	3	Жовтий GAS x x x	XXX - Може бути указана формула газу
Аварійно-попереджувальна сигналізація вантажу		Горн Зумер	3	Жовтий Без символу	Горн - у машинному приміщенні; зумер - у посту керування ГД, вантажними операціями і на ходовому містку
Аварійно-попереджувальна сигналізація несправності водонепроникних дверей із приводом від джерела енергії		Горн Зумер	3	Жовтий Без символу	Горн — у машинному приміщенні, зумер — в інших місцях
Телефон		Горн Зумер Дзвін	3.a	Білий 	Горн/дзвін -у машинних приміщеннях і у коридорах житлових приміщень механіків; зумер/дзвін - у посту керування ГД, на ходовому містку і у каютах механіків

Закінчення табл. 2.4.1.5

1	2	3	4	5
Телеграф у машинному відділенні	Горн Дзвін Зумер	2 3.a	Білий 	Горн/дзвін — у машинному приміщенні, зумер/дзвін — у посту керування ГД і на ходовому містку
<i>Примітка.</i> Звукові коди див. таблицю 2.4.1.17				

Світлові сигнали повинні бути ясно видимими і помітними (безпосередньо або у відображенні) у всіх частинах приміщення, в яких передбачені світлові індикаційні колонки, повинні бути виконані у вигляді миготливого світла з характеристиками, зазначеними в **2.4.1.7**, і мати високу інтенсивність світіння.

Якщо видимість і розрізнення сигналів у приміщеннях не може бути забезпечена однією індикаційною колонкою, то їх повинно бути декілька.

За наявності загального пробліскового або обертового сигналу білого кольору допускається застосування в колонках індикаторів (символів) постійного світла.

2.4.1.6 У приміщеннях із підвищеним рівнем шуму необхідно передбачати додаткові звукові і світлові (пробліскові або обертові) пристрої сигналізації.

2.4.1.7 Світлові сигнали повинні указувати причину спрацювання системи АПС і, як правило, бути виконані у виді миготливого світла.

Світлові пробліскові сигнали повинні випромінювати світло протягом не менше 50% часу циклу і мати частоту імпульсів у діапазоні від 0,5 до 1,5Гц.

2.4.1.8 Сигнали на пультах АПС, як правило, повинні квітируватися у два етапи:

відключення звукового сигналу і додаткових світлових пристроїв (обертових тощо) при незмінному світловому сигналі на пульті;

підтвердження світлового сигналу на пульті. При цьому миготливий світловий сигнал переходить у постійний.

Повне загасання індивідуального світлового сигналу повинне бути можливе лише після усунення несправності, після чого система АПС повинна автоматично переходити до нормального режиму роботи.

2.4.1.9 Несправності, що самоусуваються, повинні сприйматися системою АПС таким чином, щоб звуковий і світловий сигнали зберігалися до моменту підтвердження.

2.4.1.10 Система АПС повинна бути виконана так, щоб можна було робити перевірку її функцій під час нормальної роботи механізмів.

2.4.1.11 Незалежно від обсягу автоматизації установок, а також порядку контролю їх роботи, система АПС повинна подавати сигнал:

.1 при досягненні контрольованими параметрами граничних значень;

.2 при спрацюванні систем захисту;

.3 при відсутності енергії для живлення окремих систем автоматизації або про включення аварійних джерел енергії;

.4 при зміні інших параметрів або станів, сигналізація про які визначається вимогами цієї частини Правил.

Сигналізація про несправність механізмів повинна бути передбачена на постах дистанційного керування цими механізмами.

2.4.1.12 Система АПС повинна бути виконана так, щоб сигнали, які не стосуються судноводіння і навігаційної обстановки, надходили у першу чергу на пульти (щити) у машинні приміщення і ЦПК, а також на блоки узагальненої сигналізації та індикації у житлові, службові та громадські приміщення, де може знаходитися обслуговуючий механічну установку персонал.

Потім, якщо ці сигнали не будуть підтверджені протягом визначеного періоду часу (наприклад, 2 хвилин), вони повинні надходити на ходовий місток.

2.4.1.13 Сигналізація виклику механіків у машинне приміщення, зазначена у **7.8.1** частини XI «Електричне обладнання», додатково повинна приводитися у дію автоматично, якщо сигнал АПС по механічній установці не був підтверджений у місці його призначення протягом певного періоду часу, який визначається розміром судна, але не перевищуючим 5 хвилин.

2.4.1.14 Сигналізація контролю дієздатності машинного персоналу, зазначена у **7.9.1** частини XI

«Електричне обладнання», додатково повинна приводитися у дію автоматично при спрацюванні АПС механічної установки, коли черговий механік повинний прибути у машинне приміщення для вживання заходів по сигналу АПС. Її відключення у цьому випадку повинне бути можливе тільки після квітування сигналу АПС.

2.4.1.15 Сигнали, заблоковані вручну, повинні бути чітко ідентифіковані на пульті АПС.

2.4.1.16 Блокування сигналізації та захисних функцій у визначених режимах роботи механізмів (наприклад, період пуску) повинне автоматично зніматися у інших режимах.

2.4.1.17 Звукові сигнали системи

АПС повинні бути відмінні від звукових сигналів інших систем.

Звукові сигнали повинні мати частоту від 200 до 2500 Гц. Можуть бути передбачені засоби регулювання частоти звукових сигналів у зазначених вище межах. Форма звукового сигналу системи АПС повинна відповідати одній із зазначених у табл. 2.4.1.17.

Рівень звукового тиску на відстані одного метру від джерела звуку повинний бути не нижче 75дБ і більше ніж на 10дБ вище рівня навколишнього шуму, що існує при нормальній роботі обладнання на ходу судна у помірних погодних умовах.

Рівень звукового тиску сигналу у приміщенні не повинний перевищувати 120дБ.

Рівень звукового тиску повинний вимірятися у смузі частот 1/3 октави щодо частоти основної гармоніки сигналу.

Для забезпечення необхідного рівня звучання сигналів АПС у великих приміщеннях і приміщеннях із підвищеним рівнем шуму повинні установлюватися кілька звукових сигнальних пристроїв.

Звуковий сигнал АПС повинний бути чітко чутний, незважаючи на вихід із ладу одного із пристроїв, що подають сигнал.

Таблиця 2.4.1.17 Форми звукових сигналів (кодів) системи АПС

№ з/п	Форма сигналу	Примітка
1	2	3
3.a		Факультативні варіанти форм сигналів для забезпечення відмінності між сигналами. Частота імпульсів від 0,5 до 2,0 Гц
3.b		
3.c		Факультативні варіанти форм сигналів для забезпечення відмінності між сигналами. Частота імпульсів від 0,5 до 2,0 Гц
3.d		

2.4.2 Системи захисту.

2.4.2.1 Система захисту повинна спрацювати автоматично із появою несправностей, що можуть викликати аварійний стан механізмів або пристроїв, таким чином, щоб:

.1 відновити нормальні умови експлуатації (наприклад, за допомогою пуску резервних агрегатів);

.2 тимчасово пристосувати роботу обладнання до виниклих умов (наприклад, за допомогою зниження навантаження);

.3 захистити обладнання від аварійного стану за допомогою його зупинки.

Автоматична зупинка головних механізмів повинна здійснюватися тільки у випадках відхилення параметрів, що можуть привести до серйозного пошкодження, повного виходу з ладу або вибуху.

У системі захисту повинна бути передбачена індикація, що вказує параметр, по якому спрацював захист.

2.4.2.2 Системи захисту, що працюють на зупинку обладнання, повинні бути незалежними від систем керування і систем АПС, включаючи датчики, таким чином, щоб несправності та пошкодження цих систем, включаючи системи їх живлення, не впливати на роботу систем захисту.

Пристрої відключення захисту, що передбачаються, повинні мати конструкцію, що унеможливило ненавмисне приведення їх у дію.

На пультах керування механізмами повинний бути передбачений світловий сигнал про те, що пристрій відключення захисту приведено в дію.

2.4.2.3 Повинні бути прийняті заходи для самоконтролю систем захисту: принаймні, при таких пошкодженнях, як коротке замикання, обрив кіл живлення і замикання на корпус, повинний подаватися сигнал АПС.

2.4.2.4 Системи захисту окремих механізмів і установок повинні бути незалежними одна від одної, щоб несправності у системі захисту одного механізму або однієї установки не впливати на працездатність систем захисту інших механізмів або установок.

2.4.2.5 Після зупинки обладнання системою захисту, воно не повинне пускатися автоматично при усуненні аварійного стану.

2.4.2.6 У системі автоматичного захисту головних механізмів (пропульсивної установки) повинна бути передбачена попереджувальна сигналізація про майбутнє неминуче спрацювання захисту на зниження навантаження чи зупинку, для того щоб надати можливість і час вахтовому помічнику капітана оцінити навігаційну обстановку та у аварійній ситуації, при необхідності, заборонити спрацювання захисту, крім таких випадків, коли ручне втручання приведе до повного виходу із ладу головних механізмів протягом короткого часу, як, наприклад, при перевищенні допустимої частоти обертання двигуна (розносі).

2.4.3 Системи індикації та реєстрації.

2.4.3.1 Індикація параметрів, достатня для забезпечення безпечної експлуатації відповідального обладнання, повинна бути передбачена на усіх постах, звідки здійснюється керування зазначеним обладнанням. При цьому АПС не може бути заміною системи індикації.

2.4.3.2 Системи індикації та реєстрації повинні бути незалежними від усіх інших систем, щоб їх вихід із ладу не впливав на інші системи.

2.4.3.3 Вихід із ладу систем реєстрації повинний бути сповіщений сигналом системи АПС

2.4.3.4 Повинна бути забезпечена можливість чіткого відліку показань індикаторів із урахуванням умов освітленості на місці їх установлення.

2.4.3.5 Системи індикації повинні бути виконані таким чином, щоб інформація представлялася у одиницях, які звичайно застосовуються для вимірюваних величин, без перерахування.

3. ЖИВЛЕННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ

3.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

3.1.1 Системи автоматизації повинні одержувати живлення як від основного, так і від аварійного джерел енергії, якщо самі автоматизовані установки отримують живлення від зазначених джерел енергії.

3.1.2 Живлення систем керування головними механізмами повинне здійснюватися по двох незалежних фідерах від окремих секцій головного розподільного щита або від розподільних щитів, призначених для живлення відповідальних споживачів і підключених до різних секцій ГРЩ.

Якщо збірні шини ГРЩ не розділені на секції, допускається підключення одного із фідерів до ГРЩ, а другого до щита живлення відповідальних споживачів або до найближчого розподільного щита. Переключення із одного фідера на інший повинне здійснюватися автоматично із подачею сигналу на посту керування.

3.1.3 У колах живлення повинні бути передбачені захисні пристрої, що забезпечують селективне відключення пошкоджених компонентів.

3.1.4 При живленні систем автоматизації окремих допоміжних механізмів від фідерів живлення їх приводів, повинна бути забезпечена можливість включення резервного допоміжного механізму і підключення живлення системи автоматизації до його фідера живлення у випадку втрати живлення у ланцюзі приводу працюючого допоміжного механізму.

3.1.5 Живлення гідравлічних і пневматичних систем автоматизації повинне виконуватись від двох джерел. Друге джерело повинне автоматично включатися при падінні тиску з подачею сигналу АПС.

Постачання систем автоматизації повітрям від системи пускового повітря допускається, якщо забезпечується автоматичне заповнення повітрязберігача і виконуються вимоги **2.2.11.5**, **2.2.11.6**.

3.1.6 Системи АПС і захисту повинні живитися від джерела безперебійного живлення, при зникненні напруги живлення на вході якого повинний подаватися сигнал АПС.

Акумуляторна батарея зазначеного джерела повинна бути розрахована на живлення систем АПС і захисту протягом не менше ніж 30 хвилин.

3.1.7 Живлення системи керування приводних механізмів генераторів повинне бути незалежним від наявності напруги на шинах ГРЩ.

4. СУДНА ЗІ ЗНАКОМ АВТОМАТИЗАЦІЇ AUT1 У СИМВОЛІ КЛАСУ

4.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

4.1.1 Самохідні судна і плавучі споруди зі знаком автоматизації **AUT1** у символі класу повинні бути обладнані системами автоматизації механічної установки відповідно до вимог цього розділу і у обов'язі, що забезпечує їх маневреність і безпеку, при усіх умовах експлуатації без постійної присутності обслуговуючого персоналу у машинних приміщеннях і центральному посту керування.

4.1.2 Повинна бути передбачена система АПС, у якій об'єднані усі контрольовані параметри і робочі стани, зазначені у цьому розділі.

4.1.3 У відношенні забезпечення протипожежної безпеки повинні бути виконані вимоги **4.2.3** частини VI «Протипожежний захист».

4.1.4 Все обладнання, установлене у машинному приміщенні, повинне бути здатне працювати за відсутності постійної вахти у машинному приміщенні і ЦПК. Допускається виконання окремих операцій (поповнення цистерн, очищення фільтрів тощо) вручну, якщо вони виконуються із періодичністю не частіше одного разу за 24 години.

4.2 АВТОМАТИЗОВАНІ ГОЛОВНІ МЕХАНІЗМИ І РУШІЇ

4.2.1 Повинне бути передбачене дистанційне автоматизоване керування, за допомогою якого можна виконувати пуск, зупинку, а також керування частотою обертання головних механізмів, величиною і напрямом упору рушіїв у всіх припустимих режимах роботи з ходового містка.

4.2.2 Система дистанційного автоматизованого керування повинна забезпечувати наступне:

1 обмеження кількості невдалих автоматичних спроб пуску, щоб після останньої невдалої спроби запасу пускового повітря або ємності пускових акумуляторних батарей було досить для виконання вручну половини кількості пусків, необхідних згідно з **16.1** частини VIII «Системи і трубопроводи» чи **13.7.2** частини XI «Електричне обладнання»;

2 виконання останньої заданої команди незалежно від порядку і швидкості задання;

3 можливість установлення величини і напрямку упору одним органом керування;

4 автоматичне проходження зон критичної частоти обертання незалежно від заданого режиму роботи;

5 запобігання перевантаження головних механізмів у нормальних експлуатаційних режимах;

6 незалежність системи дистанційного автоматизованого керування і машинного телеграфу один від одного (допускається використовувати той самий орган керування);

7 сигналізацію про втрату живлення і несправності у системі;

8 виключення недопустимих режимів роботи головних механізмів і рушіїв (самовільне підвищення частоти обертання, пуск і реверс) при виході із ладу ДАК;

9 виконання аварійних маневрів за можливо короткий час, при цьому можуть бути зняті відповідні обмеження і захисти.

4.2.3 За наявності декількох постів керування, ЦПК повинний бути домінуючим стосовно поста керування на ходовому містку. Таким же повинний бути місцевий пост керування головних механізмів відносно ЦПК.

4.2.4 Переведення керування із одного поста на інший повинне бути можливе тільки із домінуючого поста, незалежно від того, у погодженому чи непогодженому положенні перебувають органи керування на постах, що переключаються.

Переведення керування повинне супроводжуватися подачею звукового і світлового сигналу на усіх постах керування.

На постах повинна бути передбачена світлова індикація, що вказує, із якого поста здійснюється керування.

4.2.5 Можливість одночасного керування із різних постів повинна бути виключена. Допускається застосування взаємозалежних органів керування на одному посту (наприклад, на крилах і у приміщенні ходового містка).

4.2.6 На усіх постах керування, включаючи відключені, повинна бути передбачена індикація, що не вимикається, заданих машинним телеграфом команд.

4.2.7 Пристрій для екстреної зупинки головних механізмів, необхідний згідно із **3.2.1.6** частини

VII «Механічні установки», повинний бути незалежним від системи дистанційного автоматизованого керування, систем аварійно-попереджувальної сигналізації, а також від суднової мережі, якщо для роботи цього пристрою потрібна електрична енергія.

4.2.8 У головних механізмах – двигунах внутрішнього згоряння повинна підтримуватися автоматично у допустимих межах температура робочих середовищ:

охладжувального середовища циліндрів,
охладжувального середовища поршнів,
охладжувального середовища форсунок,
мастила,

палива (при роботі на важкому паливі, якщо відсутнє регулювання в'язкості).

У головних механізмах інших типів повинне бути передбачене автоматичне регулювання температури робочих середовищ в об'ємі, який забезпечує безпечну експлуатацію без постійної присутності обслуговуючого персоналу в машинних приміщеннях і ЦПК.

4.2.9 Установки із дизель-редукторними агрегатами (із двома двигунами і більше) повинні бути виконані таким чином, щоб при спрацьовуванні захисту одного двигуна інші залишалися у роботі на режимах, що виключають їх перевантаження.

4.2.10 Контрольовані параметри автоматизованих головних механізмів і рушіїв, місця вимірювання, граничні значення параметрів і види автоматичного захисту та індикації параметрів наведені у табл. 4.2.10-1 – 4.2.10-5.

Таблиця 4.2.10-1 Головні двигуни внутрішнього згоряння (мало обертові)

№ з/п	Контрольований параметр	Група 1: дистанційна індикація, АПС, автоматичне зниження навантаження з подачею сигналу АПС	Група 2: автоматичний пуск резервних насосів з подачею сигналу АПС	Група 3: автоматична зупинка двигуна з подачею сигналу АПС
1	2	3	4	5
1	Паливна система			
1.1	Тиск палива після фільтра (на вході у двигун)	● ↓	■	-
1.2	В'язкість (температура) палива перед паливними насосами високого тиску	↑ (↓)	-	-
1.3	Витік палива із трубопроводів високого тиску	○	-	-
1.4	Рівень палива у витратній цистерні ¹	↓	-	-
1.5	Тиск у загальному колекторі палива високого тиску	мін		
2	Система мастила			
2.1	Тиск мастила на рамовий і упорний підшипники	● ↓ ▼	■	X
2.2	Тиск мастила на крейцкопфний підшипник ²	● ↓ ▼	■	X
2.3	Тиск мастила на розподільний вал ²	↓	■	X
2.4	Температура мастила на розподільному валу ²	↑	-	-
2.5	Температура мастила на вході у двигун	↑	-	-

Продовження табл. 4.2.10-1

1	2	3	4	5
2.6	Температура вкладишів упорного підшипника чи температура мастила на виході із підшипника	↑ ▼	-	X
2.7	Спрацьовування пристроїв виявлення масляного туману (або спрацьовування систем контролю температури чи еквівалентних пристроїв: -мастила на виході із рамового, шатунного і крейцкопфного підшипників, чи - рамового, шатунного і крейцкопфного підшипників) ³	○ ▼	-	-
2.8	Потік мастила циліндрів на виході із кожного лубрикатора	↓ ▼	-	-
2.9	Рівень мастила у стічно-циркуляційній цистерні ⁴	↓	-	-
2.10	Тиск у загальному колекторі сервомасла (системи керування)	мін		
3	Турбонагнітач			
3.1	Тиск мастила на вході у турбонагнітач ⁵	↓	-	-
3.2	Температура мастила на виході із кожного підшипника турбонагнітача ⁶	↑	-	-
3.3	Частота обертів турбонагнітача ¹²	● ↑	-	-
4	Система охолодження поршнів			
4.1	Тиск рідини, що охолоджує поршні, на вході у двигун ⁷	↓ ▼	■	-
4.2	Температура рідини, що охолоджує поршні, на виході із кожного поршня	↑ ▼	-	-
4.3	Потік рідини, що охолоджує поршні, на виході із кожного поршня ⁸	↓ ▼	-	-
4.4	Рівень рідини, що охолоджує поршні, у розширювальній цистерні	↓	-	-
5	Система охолодження забортною водою			
5.1	Тиск забортної води	↓	■	-
6	Система охолодження циліндрів прісною водою			
6.1	Тиск охолоджувальної води на вході у магістральний трубопровід	↓ ▼	■	-
6.2	Температура охолоджувальної води на виході із кожного циліндра або температура охолоджувальної води на виході із двигуна ⁹	↑ ▼	-	-

Продовження табл. 4.2.10-1

1	2	3	4	5
6.3	Наявність мастила у прісній охолоджувальній воді ¹⁰	○	-	-
6.4	Рівень охолоджувальної води циліндрів у розширювальній цистерні	↓	-	-
7	Система пускового повітря і повітря для керування			
7.1	Тиск пускового повітря перед головним пусковим клапаном	● ↓	-	-
7.2	Тиск повітря для керування у системі керування двигуном	↓	-	-
7.3	Тиск повітря для керування у системі екстреної зупинки двигуна	↓	-	-
8	Система продувного повітря			
8.1	Тиск продувного повітря у ресивері	●	-	-
8.2	Температура у підпоршневих і продувних просторах (загоряння)	↑ ▼	-	-
8.3	Рівень води у ресивері продувного повітря	↑	-	-
9	Система газовипускна			
9.1	Температура випускних газів на виході із кожного циліндра	● ↑ ▼	-	-
9.2	Температура випускних газів на виході із кожного циліндра, відхилення від середнього значення	↑	-	-
9.3	Температура випускних газів на вході до кожного турбонагнітача	● ↑	-	-
9.4	Температура випускних газів на виході із кожного турбонагнітача	● ↑	-	-
10	Система охолодження форсунок			
10.1	Тиск рідини у системі охолодження форсунок	↓	■	-
10.2	Температура рідини у системі охолодження форсунок	↑	-	-
10.3	Рівень рідини охолодження форсунок у розширювальній цистерні	↓	-	-
11	Частота/напрямок обертання двигуна	●	-	-
12	Протилежний заданому напрямок обертання двигуна	○	-	-
13	Перевищення допустимої частоти обертання двигуна	-	-	X

Закінчення табл. 4.2.10-1

1	2	3	4	5
14	Несправність живлення систем керування, захисту і АПС	○	-	-
15	Концентрація газу в машинних приміщеннях ¹¹	↑	-	-
Умовні позначення: ● — дистанційна індикація; ↑ — сигнал АПС при досягненні параметром верхнього граничного значення; ↓ — сигнал АПС при досягненні параметром нижнього граничного значення; ○ — сигнал АПС; ■ — автоматичний пуск резервних насосів; ▼ — зниження навантаження; - X — зупинка двигуна. ¹ При можливості переповнення також повинна бути передбачена сигналізація по верхньому рівню. ² При наявності роздільних мастильних систем. ³ Для двигунів потужністю більш 2250кВт або із діаметром циліндра більше 300мм, а також для двопаливних двигунів згідно з вимогами 9.5.3 частини IX «Механізми». ⁴ При наявності декількох мастильних систем (для розподільного валу, клапанних коромисел тощо) індивідуальний сигнал АПС повинний бути передбачений для кожної системи. ⁵ Сигнал АПС не вимагається за наявності автономної системи мастила, убудованої в турбонагнітач. ⁶ При неможливості, через конструкцію двигуна, здійснення контролю температури мастила на виході із кожного підшипника, допускається застосування альтернативних заходів, наприклад безперервний контроль тиску і температури мастила на вході в турбонагнітач в поєднанні з періодичним оглядом підшипників, передбачених інструкцією з експлуатації, розробленою виробником турбонагнітача. ⁷ Зниження навантаження не вимагається, якщо охолоджувальною рідиною є циркуляційне мастило. ⁸ При неможливості, через конструкцію двигуна, здійснення контролю потоку рідини, яка охолоджує поршні, припускається застосування альтернативних заходів контролю теплового стану поршнів. ⁹ При наявності загального для усіх циліндрових втулок охолоджувача без індивідуальних запірних клапанів. ¹⁰ При використанні охолоджувальної води у теплообмінних апаратах палива і мастила. ¹¹ Потрібно при використанні установок із двопаливними (газ — рідке паливо) двигунами. ¹² Тільки для турбонагнітачів категорій В і С (див. 2.5.7.5 частини IX «Механізми»). Примітка: Для групи параметрів 1 передбачається загальний датчик для систем індикації, АПС і захисту (на зниження навантаження); для групи параметрів 2 — датчик системи автоматичного пуску резервних насосів; для групи параметрів 3 — датчик системи захисту (зупинка двигуна).				

Таблиця 4.2.10-2 Головні двигуни внутрішнього згоряння середньо- і високообертові (тронкові)

№ з/п	Контрольований параметр	Група 1: дистанційна індикація, АПС, автоматичне зниження навантаження з подачею сигналу АПС	Група 2: автоматичний пуск резервних насосів з подачею сигналу АПС	Група 3: автоматична зупинка двигуна з подачею сигналу АПС
1	2	3	4	5
1	Паливна система			

Продовження табл. 4.2.10-2

1	2	3	4	5
1.1	Тиск палива після фільтра (на вході у двигун)	● ↓	■	-
1.2	В'язкість (температура) палива перед паливними насосами високого тиску ¹	↑ (↓)	-	-
1.3	Витік палива із трубопроводів високого тиску	○	-	-
1.4	Рівень палива у витратній цистерні ²	↓	-	-
1.5	Тиск у загальному колекторі палива високого тиску	мін	-	-
2	Система мастильна			
2.1	Тиск мастила на рамовий і упорний підшипники	● ↓	■	X
2.2	Диференціальний тиск мастила на фільтрі	● ↑	-	-
2.3	Температура мастила на вході у двигун	● ↑	-	-
2.4	Спрацювання пристроїв виявлення масляного туману (або спрацювання систем контролю температури чи еквівалентних пристроїв: -мастила на виході із рамового, шатунного і крейцкопфного підшипників, чи - рамового, шатунного і крейцкопфного підшипників) ³	○	-	X
2.5	Потік мастила циліндрів на виході із кожного лубрикатора	↓ ▼	-	-
2.6	Тиск у загальному колекторі серво-масла (системи керування)	мін	-	-
3	Турбонагнітач			
3.1	Тиск мастила на вході у турбонагнітач ⁴	● ↓	-	-
3.2	Температура мастила на виході із кожного підшипника турбонагнітача ⁵	↑	-	-
3.3	Частота обертання турбонагнітача ⁹	● ↑	-	-
4	Система охолодження забортною водою			
4.1	Тиск забортної води	● ↓	■	-
5	Система охолодження циліндрів прісною водою			
5.1	Тиск чи потік охолоджувальної води на вході у двигун	● ↓ ▼	■	-
5.2	Температура охолоджувальної води на виході ⁶	● ↑ ▼	-	-
5.3	Рівень охолоджувальної води циліндрів у розширювальній цистерні	↓	-	-

Продовження табл. 4.2.10-2

1	2	3	4	5
6	Система пускового повітря і повітря для керування			
6.1	Тиск пускового повітря перед головним пусковим клапаном	● ↓	-	-
6.2	Тиск повітря для керування у системі керування двигуном	● ↓	-	-
7	Система продувного повітря			
7.1	Температура у ресивері продувного повітря	↑	-	-
8	Система газовипускна			
8.1	Температура випускних газів на виході із кожного циліндра ⁷	● ↑ ▼	-	-
8.2	Температура випускних газів на виході із кожного циліндра, відхилення від середнього значення ⁷	↑	-	-
9	Частота обертання двигуна	●	-	-
10	Перевищення допустимої частоти обертання двигуна	-	-	X
11	Несправність живлення систем керування, захисту і АПС	○	-	-
12	Концентрація газу у машинних приміщеннях⁸	↑	-	-
<i>Умовні позначення:</i> ● — дистанційна індикація; ↑ — сигнал АПС при досягненні параметром верхнього граничного значення; ↓ — сигнал АПС при досягненні параметром нижнього граничного значення; ○ — сигнал АПС; ■ — автоматичний пуск резервних насосів; ▼ — зниження навантаження; X — зупинка двигуна. ¹ Тільки при роботі на важкому паливі. ² При можливості переповнення також повинна бути передбачена сигналізація по верхньому рівню. ³ Тільки для двигунів потужністю більше 2250кВт чи з діаметром циліндра більше 300мм. а також для двопаливних двигунів згідно з вимогами 9.5.2.3 частини IX «Механізми». Один пристрій виявлення масляного туману (або система контролю температури підшипників чи еквівалентний пристрій) для кожного двигуна із двома незалежними виходами (один - на систему АПС, інший — на зупинку двигуна) задовольняє вимогам незалежності між системами АПС і захисту. ⁴ Сигнал АПС не вимагається при наявності незалежної мастильної системи, вбудованої в турбоагнітач. ⁵ При неможливості, через конструкцію двигуна, здійснення контролю температури мастила на виході із кожного підшипника, допускається застосування альтернативних заходів, наприклад безперервний контроль тиску і температури мастила на вході в турбоагнітач в сполученні з періодичним оглядом підшипників, передбачених інструкцією з експлуатації, розробленою виробником турбоагнітача. ⁶ Повинні бути установлені два незалежних датчики для системи АПС і системи захисту (зниження навантаження). ⁷ Для двигунів потужністю більше 500кВт на циліндр. ⁸ Потрібно при використанні установок із двопаливними (газ — рідке паливо) двигунами.				

Закінчення табл. 4.2.10-2

⁹ Тільки для турбонагнітачів категорій В і С (див. 2.5.7.5 частини IX «Механізми»).

Примітка. Для групи параметрів 1 передбачається загальний датчик для систем індикації, АПС і захисту (на зниження навантаження);
для групи параметрів 2 — датчик системи автоматичного пуску резервних насосів;
для групи параметрів 3 — датчик системи захисту (зупинка двигуна).

Таблиця 4.2.10-3 Головні парові турбіни

№ з/п	Контрольований параметр	Група 1: індикація, АПС,	Група 2: автоматичний пуск резервних насосів із подачею сигналу АПС	Група 3: автоматична зупинка турбіни
1	2	3	4	5
1	Тиск мастила за охолоджувачем мастила	● ↓	■	X
2	Перепад тиску мастила на фільтрі	► ↑	-	-
3	Температура мастила на виході з кожного підшипника	● ↑	-	-
4	Рівень мастила у гравітаційній цистерні	► ↓	-	X
5	Температура пари перед маневровим пристроєм ¹	► ↑ ↓	-	-
6	Тиск пари перед маневровим пристроєм	● ↑	-	-
7	Тиск пари в конденсаторі	● ↑	-	X
8	Тиск у деаераторі	► ↑ ↓	-	-
9	Рівень води у деаераторі	► ↑ ↓	-	-
10	Рівень води у конденсаторі	► ↑ ↓	-	X
11	Тиск води за насосом конденсату	► ↓	■	-
12	Солоність конденсату	↑	-	-
13	Вібрація турбіни	↑	-	X
14	Осьовий зсув ротору	↑	-	X
15	Тиск пари у кінцевих ущільненнях	● ↑	-	-
16	Тиск заборотної води на виході з циркуляційного насосу	● ↓	■	-
Умовні позначення:				
● — дистанційна індикація (постійна); ► — дистанційна індикація (по виклику); ↑ — сигнал АПС при досягненні параметром верхнього граничного значення; ↓ — сигнал АПС при досягненні параметром нижнього граничного значення; ■ — автоматичний пуск резервних насосів;				

Закінчення табл. 4.2.10-3

X — зупинка турбіни

¹ За наявності вторинного пароперегрівача додатково перед входом у турбіну

Примітка. Для групи параметрів 1 передбачається загальний датчик для систем індикації, АПС і захисту (на зниження навантаження);

для групи параметрів 2 — датчик системи захисту (автоматичного пуску резервних насосів);

для групи параметрів 3 — датчик системи захисту (зупинка турбіни).

Таблиця 4.2.10-4 Головні газотурбінні двигуни

№ з/п	Контрольований параметр	Група 1: індикація, АПС,	Група 2: автоматичний пуск резервних насосів із подачею сигналу АПС	Група 3: автоматична зупинка ГТД
1	2	3	4	5
1	Тиск мастила на вході	● ↓	■	X
2	Температура мастила на вході	► ↑	-	-
3	Температура підшипників	► ↑	-	-
4	Температура газу на виході із ТВГ	● ↑	-	X
5	Обрив факела чи несправність системи запалювання чи перекиє температур по жарових трубах	► ↑	-	X
6	Система автоматичного пуску	○	-	-
7	Тиск палива на вході у ГТД	● ↓	-	X ¹
8	Тиск палива перед форсунками	● ↓	-	X ¹
9	Температура палива перед форсунками ²	► ↑ ↓	-	-
10	Перепад тиску на повітряному фільтрі	► ↑	-	-
11	Вібрація ГТД (на кожній опорі)	► ↑	-	X
12	Осьовий зсув ротору	↑	-	X
13	Частота обертання турбін (на кожному роторі)	● ↑	-	X ³
14	Рівень мастила у цистерні мастила	► ↓	-	
15	Автоматична зупинка ГТД	○	-	-
16	Загазованість машинного відділення	● ↑	-	X ¹
17	Температура під кожухом	● ↑	-	-
18	Температура газу за ГТД	► ↑	-	-
19	Несправність живлення систем керування, захисту і АПС	○	-	-
Умовні позначення:				
● — дистанційна індикація (постійна); ► — дистанційна індикація (по виклику); ↑ — сигнал АПС при досягненні параметром верхнього граничного значення; ↓ — сигнал АПС при досягненні параметром нижнього граничного значення; ■ — автоматичний пуск резервних насосів; ○ — сигнал АПС; X — зупинка турбіни.				
¹ При роботі на газі.				
² При роботі на високов'язких паливах.				
³ Зупинка по частоті обертання силової турбіни.				

Закінчення табл. 4.2.10-4

Примітка. Для групи параметрів 1 передбачається загальний датчик для систем індикації, АПС і захисту (на зниження навантаження);
 для групи параметрів 2 — датчик автоматичного пуску резервних насосів;
 для групи параметрів 3 — датчик системи захисту (ГТД).

Таблиця 4.2.10-5 Валопроводи, ГРК, редуктори і муфти

№ з/п	Контрольований параметр	Група 1: індикація, АПС, автоматичне зниження навантаження	Група 3: автоматична зупинка двигуна (турбіни)
1	2	3	4
1	Валопроводи		
1.1	Температура упорного підшипника (чи мастила), включаючи убудовані у двигун і редуктор	↑ ▼	X
1.2	Температура опорних підшипників (чи мастила)	↑	-
1.3	Температура дейдвудного підшипника (чи мастила) ¹	↑	-
1.4	Рівень мастила у цистерні для змащення дейдвудної труби ²	↓	-
1.5	Потік води на вході у дейдвудну трубу ³	↓	-
2	ГРК		
2.1	Тиск гідравлічного масла за фільтром	↓	-
2.2	Рівень гідравлічного масла у напірній цистерні	↓	-
2.3	Відсутність допоміжної енергії (живлення керування) ⁴	○	-
3	Редуктори і муфти		
3.1	Тиск мастила на вході у редуктор ⁵	● ↓	X
3.2	Температура мастила у редукторі	● ↑ ▼	-
3.3	Температура кожного підшипника ковзання ⁶	↑	-
3.4	Тиск гідравлічного масла на вході у муфту	● ↓	-
<i>Умовні позначення:</i>			
● — дистанційна індикація (постійна); ● — дистанційна індикація (по виклику); ↑ — сигнал АПС при досягненні параметром верхнього граничного значення; ↓ — сигнал АПС при досягненні параметром нижнього граничного значення; ■ — автоматичний пуск резервних насосів; ○ — сигнал АПС; X — зупинка двигуна (турбіни).			
¹ Див. 5.6.3 частини VII «Механічні установки». ² При закритій дейдвудній трубі. ³ При водяному змащенні. ⁴ Індикація на містку. ⁵ При наявності муфти замість зупинки двигуна допускається роз'єднування муфти. ⁶ Для двигунів потужністю більше 2250кВт. Примітка. Для групи параметрів 1 передбачається загальний датчик для систем індикації, АПС і захисту (на зниження навантаження); для групи параметрів 3 — датчик системи захисту (зупинка двигуна / турбіни).			

4.3 АВТОМАТИЗОВАНІ КОТЕЛЬНІ УСТАНОВКИ

4.3.1 Вимоги цього підрозділу поширюються на котельні установки із топковими пристроями, що працюють на рідкому паливі, утилізаційні котли і котли з комбінованим обігрівом, а також сукупності таких котлів у складі механічних установок суден.

4.3.2 При установленні на судні двох і більше котлів, які працюють на спільну магістраль, повинне бути забезпечене автоматичне керування при одиночній роботі під навантаженням кожного

котла, для якого така робота передбачена проектом, підтримка резервних котлів у готовності та підключення їх під навантаження, паралельна робота котлів і відключення їх із-під навантаження.

Автоматичний перехід із одного режиму на інший не повинний викликати спрацьовування запобіжних клапанів, сигналізації по тиску пари і рівню води у котлах і теплому ящику (деаераторі) парових котельних установок, а для котельних установок із органічним теплоносієм – сигналізації по температурі теплоносія за котлами і перед споживачами, а також за рівнем у розширювальній цистерні.

4.3.3 Перехід утилізаційних котлів із парогенеруючого режиму на водогрійний та навпаки не повинний викликати спрацьовування запобіжних клапанів, сигналізації по тиску пари і рівню води у котлах і теплому ящику, а також необхідність додаткового живлення.

4.3.4 Тиск пари і температура органічного теплоносія повинні регулюватися автоматично. Крім того, парові котли повинні бути забезпечені автоматичними регуляторами живлення.

Утилізаційні котли можуть не мати автоматичного регулювання тиску пари і температури органічного теплоносія, якщо передбачені інші засоби стабілізації зазначених параметрів.

4.3.5 Парові котли повинні мати принаймні не менше двох незалежних один від одного датчиків нижнього рівня води із різним розташуванням по висоті точок виміру. При цьому нижній за розташуванням датчик повинний бути задіяний тільки для захисту від аварії унаслідок відсутності води.

Другий датчик може бути використаний як додатковий для захисту по нижньому рівню води, а також для систем АПС і регулювання живлення.

Зазначена вимога не поширюється на котли із штучною циркуляцією, утилізаційні котли, конструкція яких допускає роботу без води, а також на колектори других контурів двоконтурних котлів.

4.3.6 Повинна бути забезпечена можливість дистанційного відключення топкових пристроїв і закриттів заслінок утилізаційних котлів, які не допускають роботу «в суху», із поста керування із постійною вахтою.

4.3.7 Автоматичні топкові пристрої повинні мати блокування, які дозволяють подавати паливо у топковий простір котла при розпалюванні факела, якщо додатково до вимог **5.3.2** частини X «Котли, теплообмінні апарати і посудини під тиском» виконані наступні умови:

- 1** паливо має необхідну для гарного розпилення температуру (в'язкість);
- 2** тиск пари або повітря для розпилювання палива у межах норми.

4.3.8 Автоматичні топкові пристрої повинні бути обладнані захистом відповідно до вимог **5.3.3** частини X «Котли, теплообмінні апарати і посудини під тиском».

4.3.9 Приведення в дію котельних установок із холодного стану, після спрацьовування захисту і у випадку невдалого запалювання палива повинне бути можливе тільки із місцевого поста керування.

4.3.10 Котельні установки з високим ризиком пожежі в каналах подачі повітря до котла і в каналах вихідних газів повинні бути обладнані сигналізацією про виникнення пожежі згідно з вимогами **4.4.5** частини X «Котли, теплообмінні апарати і посудини під тиском». Місце встановлення датчиків повинне вибиратися залежно від конструктивних особливостей котлів.

4.3.11 Контрольовані параметри автоматизованих котельних установок, місця виміру, граничні значення параметрів, а також види автоматичного захисту та індикації параметрів наведені у табл. 4.3.11.

Таблиця 4.3.11 Автоматизовані котельні установки

№ з/п	Контрольований параметр	Індикація, АПС	Автоматичний захист
1	2	3	4
1	Головні парові котли і допоміжні парові котли відповідального призначення, котли утилізаційні та з комбінованим обігрівом		
1.1	Тиск пари у барабані котла (за пароперегрівачем) ¹	● ↑ ↓	-
1.2	Температура пари за пароперегрівачем	● ↑	-
1.3	Температура пару за пароохолоджувачем	● ↑	-
1.4	Рівень води у барабані котла	↑ ² ↓	X ³

Закінчення табл. 4.3.11

1	2	3	4
1.5	Тиск чи перепад тиску живильної води ⁴	● ↓	-
1.6	Припинення циркуляції у котлах із примусовою циркуляцією	○	X
1.7	Рівень води у сепараторі пари	↓	-
1.8	Рівень води у теплому ящику	↓	-
2	Автоматичні топкові пристрої		
2.1	Тиск палива перед форсункою ⁴	↓	-
2.2	Тиск повітря чи пари для розпилю палива	↓	-
2.3	Температура палива перед форсункою ⁵	● ↓	-
2.4	Тиск повітря перед топковим пристроєм ⁶	↓	X
2.5	Зрив факелу	○	X
3	Котли і котельні установки із органічним теплоносієм		
3.1	Температура теплоносія на виході із котла	↑	X
3.2	Потік теплоносія на виході із котла	↓	X
3.3	Рівень теплоносія у розширювальній цистерні	↑ ↓	X ³ ■ ³
3.4	Витік теплоносія у топці допоміжного котла	○	X ■
3.5	Витік теплоносія у дренажній камері утилізаційного котла	○	X ■
3.6	Підвищення температури газів у димоході допоміжного котла	○	X ■
3.7	Підвищення температури газів у газоході утилізаційного котла	○	X ■
<i>Умовні позначення:</i> ● — дистанційна індикація (постійна); ↑ — сигнал АПС при досягненні параметром верхнього граничного значення; ↓ — сигнал АПС при досягненні параметром нижнього граничного значення; ○ — сигнал АПС; ■ — зупинка циркуляційного насоса; X — виключення (припинення підведення тепла).			
¹ Для допоміжних котлів допускається застосування сигналізації тільки у головному паропроводі. ² Тільки для котлів, що забезпечують привід механізмів. ³ Тільки при досягненні параметру нижнього граничного рівня ⁴ Тільки для головних котлів. ⁵ Для топкових пристроїв на важкому паливі. ⁶ Може не передбачатися, якщо котловий вентилятор і паливний насос мають безпосередній привод від одного двигуна.			

4.4 АВТОМАТИЗОВАНІ СУДНОВІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

4.4.1 Автоматизовані суднові електростанції повинні забезпечувати дистанційний пуск генераторних агрегатів із автоматичними синхронізацією, прийманням і розподілом навантаження.

4.4.2 Крім виконання вимог **3.1.3** частини XI «Електричне обладнання», для забезпечення безперервності наявності електричної енергії на судах, де нормальне енергопостачання здійснюється одним генератором, повинні бути передбачені пристрої автоматизації, що забезпечують автоматичний пуск резервного генератора, автоматичні синхронізацію, приймання і розподіл навантаження у випадках:

досягнення працюючим генератором установленого граничного допустимого навантаження;

несправності працюючого агрегата, яка дозволяє виконати автоматичну синхронізацію генераторів.

4.4.3 На відповідних постах керування повинна бути передбачена індикація готовності

генераторних агрегатів до негайного (автоматичного) пуску.

4.4.4 Повинний бути забезпечений попередній вибір черговості автоматичного пуску агрегатів та їх підключення до збірних шин ГРЩ.

4.4.5 При зменшенні частоти обертання вала або зниженні тиску пари перед утилізаційною турбіною (у випадку застосування валогенераторів або утилізаційних електричних генераторів) до величин, при яких не можуть бути забезпечені робочі параметри, зазначені у **2.11.3** частини IX «Механізми», а також **10.6.2** і **10.7.2** частини XI «Електричне обладнання», автоматично повинний пускатися принаймні один генератор із незалежним приводом, що забезпечує виконання умов, зазначених у **4.4.2**.

4.4.6 Контрольовані параметри автоматизованих суднових електростанцій (крім аварійних), місця виміру, граничні значення параметрів і види автоматичного захисту та індикації параметрів наведені у табл. 4.4.6-1 – 4.4.6-3.

Таблиця 4.4.6-1 Автоматизовані суднові електростанції

№ з/п	Контрольований параметр	Індикація, АПС	Автоматичний захист
1	Суднова мережа		
1.1	Напруга	● ↓	X
1.2	Частота струму	● ↓	-
1.3	Опір ізоляції	↓	-
2	Генератори		
2.1	Навантаження (струм)	● ↑	▼ X
2.2	Зворотна потужність (струм)	↑	X
2.3	Температура обмоток ¹	↑	-
<i>Умовні позначення:</i>			
● — дистанційна індикація; ↑ — сигнал АПС при досягненні параметром верхнього граничного значення; ↓ — сигнал АПС при досягненні параметром нижнього граничного значення; ▼ — відключення невідповідальних споживачів; X — відключення генератора. Здійснюється системою захисту генераторів (див. 8.2 частини XI «Електричне обладнання»).			
¹ Вимагається для машин перемінного струму потужністю понад 5000кВт чи із осьюовою довжиною активної сталі більше 1000мм.			

Таблиця 4.4.6-2 Двигуни внутрішнього згорання для приводу генераторів (тронкові)

№ з/п	Контрольований параметр	АПС	Автоматична зупинка двигуна з подачею сигналу АПС
1	2	3	4
1	Витік палива із трубопроводів високого тиску	○	-
2	Температура мастила	↑	-
3	Тиск мастила	↓	X
4	Спрацьовування пристроїв виявлення масляного туману (або спрацьовування систем контролю температури чи еквівалентних пристроїв: -мастила на виході із рамового и шатунного підшипників, чи - рамового и шатунного підшипників) ¹	↑	X
5	Тиск чи потік охолоджувальної води	↓	-

6	Температура охолоджувальної води чи охолоджуючого повітря	↑	-

Закінчення табл. 4.4.6-2

1	2	3	4
7	Рівень охолоджувальної води у розширювальній цистерні ²	↓	-
8	Рівень палива у витратній цистерні	↓	-
9	Тиск пускового повітря	↓	-
10	Перевищення припустимої частоти обертання двигуна	-	X
11	В'язкість (температура) палива перед паливними насосами високого тиску ³	↑ (↓)	-
12	Температура випускних газів на виході із кожного циліндру ⁴	↑	-
13	Концентрація газу у машинних приміщеннях ⁵	↑	-
14	Тиск у загальному колекторі палива високого тиску	мін	-
15	Тиск у загальному колекторі серво-масла (системи керування)	мін	-
16	Частота обертання турбоагнітача ⁶	↑	-

Умовні позначення:

- ↑ — сигнал АПС при досягненні параметром верхнього граничного значення;
 ↓ — сигнал АПС при досягненні параметром нижнього граничного значення;
 ○ — сигнал АПС;
 X — зупинка двигуна.

¹ Для двигунів потужністю більш 2250кВт або із діаметром циліндра більше 300мм, а також для двопаливних двигунів згідно з вимогами 9.5.2.3 частини IX «Механізми». Один пристрій виявлення масляного туману (або система контролю температури підшипників чи еквівалентний пристрій) для кожного двигуна із двома незалежними виходами (один - на систему АПС, інший — на зупинку двигуна) задовольняє вимогам незалежності між системами АПС і захисту.

² При наявності автономної системи охолодження.

³ Тільки при роботі на важкому паливі.

⁴ Для двигунів потужністю більше 500кВт на циліндр.

⁵ Потрібно при використанні установок із двопаливними (газ — рідке паливо) двигунами

⁶ Тільки для турбоагнітачів категорій В і С (див. 2.5.7.5 частини IX «Механізми»).

Таблиця 4.4.6-3 Парові турбіни для приводу генераторів

№ з/п	Контрольований параметр	Індикація, АПС	Автоматична зупинка турбіни
1	2	3	4
1	Тиск мастила за охолоджувачем мастила	■ ↓	X
2	Температура мастила на виході із підшипників	■ ↑	-
3	Тиск пари у конденсаторі	■ ↑	X
4	Тиск пари перед турбіною	■ ↓	-
5	Рівень води у конденсаторі	↑	-

Умовні позначення:

- — дистанційна індикація (по виклику);
 ↑ — сигнал АПС при досягненні параметром верхнього граничного значення;
 ↓ — сигнал АПС при досягненні параметром нижнього граничного значення;

X — зупинка турбіни.

4.5 АВТОМАТИЗОВАНІ КОМПРЕСОРНІ УСТАНОВКИ

4.5.1 Системи стисненого повітря повинні мати пристрій для автоматичного видалення (продування) води і масла.

4.5.2 Автоматизовані компресорні установки повинні мати ручний, дистанційний і автоматичний режими роботи.

У автоматичному режимі у повітрозберігачах повинний підтримуватися номінальний тиск стисненого повітря таким чином, щоб:

.1 при зниженні тиску повітря до попередньо встановленого значення, наприклад, 90%, відбувався автоматичний пуск заздалегідь обраного компресора і його автоматичне відключення по досягненні тиску повітря, рівного номінальному;

.2 у випадку інтенсивної витрати і подальшого зниження тиску повітря, наприклад, до 80%, відбувався автоматичний пуск другого компресору, що знаходиться у автоматичному режимі, і обидва компресори продовжували б працювати до досягнення номінального тиску.

4.5.3 Контрольовані параметри автоматизованих компресорних установок, місця виміру, граничні значення параметрів і види автоматичного захисту та індикації параметрів наведені у табл. 4.5.3.

Таблиця 4.5.3 Автоматизовані компресорні установки

№ з/п	Контрольований параметр	Індикація, АПС	Автоматичний захист
1	Тиск мастила на вході у компресор	↓	X
2	Потік охолоджуючого середовища на виході із компресора ¹	↓	X
3	Температура повітря за охолоджувачем	↑	-
4	Тиск пускового повітря на виході повітрозберігача	● ↓	-
5	Тиск повітря систем керування	↓	-
<i>Умовні позначення:</i> ● — дистанційна індикація; ↑ — сигнал АПС при досягненні параметром верхнього граничного значення; ↓ — сигнал АПС при досягненні параметром нижнього граничного значення; X — зупинка компресора. ¹Замість потоку допускається контролювати максимальне значення температури охолоджувального середовища.			

4.6 АВТОМАТИЗОВАНІ НАСОСНІ УСТАНОВКИ

4.6.1 При несправностях насосів або при досягненні гранично допустимих відхилень параметрів у відповідальних установках система керування повинна автоматично включати резервні насоси і виконувати необхідні переключення в установках. При цьому несправний насос повинний виводитися із експлуатації із подачею сигналу АПС тільки після пуску резервного насоса.

4.6.2 У насосів однакової потужності електрична схема повинна бути виконана таким чином, щоб кожний із них міг бути використаний як основний насос.

Ця вимога не поширюється на навішені насоси.

4.7 АВТОМАТИЗОВАНІ ОСУШУВАЛЬНІ УСТАНОВКИ МАШИННИХ ПРИМІЩЕНЬ

4.7.1 Осушення лляльних колодязів машинних приміщень повинно відбуватися автоматично, в залежності від рівня води в колодязях. При цьому повинна бути передбачена індикація роботи насосів.

4.7.2 Повинний бути передбачений сигнал АПС, якщо після включення осушувальних насосів вони не зупиняються через визначений проміжок часу, тобто рівень у колодязях не знижується, а для пасажирських суден, також якщо насос вмикається частіше ніж передбачається за нормальних

умов.

4.7.3 Для сигналізації максимально допустимого рівня повинний бути установлений окремий датчик, незалежний від датчиків, установлених для керування осушувальними насосами.

4.7.4 Контрольовані параметри автоматизованих осушувальних установок, місця виміру і граничні значення параметрів наведені у табл. 4.7.4.

4.7.5 У автоматизованих осушувальних установках машинних відділень особлива увага повинна приділятися вимогам щодо запобігання забрудненню нафтопродуктами.

Таблиця 4.7.4 Автоматизовані осушувальні установки машинних приміщень

№ з/п	Контрольований параметр	АПС
1	Рівень води у лляльних колодязях	↑ ↓
2	Аварійний рівень води у лляльних колодязях та тунелях валопроводу ²	↑
Умовні позначення:		
↑ — сигнал АПС при досягненні параметром верхнього граничного значення;		
↓ — сигнал АПС при досягненні параметром нижнього граничного значення;		
¹ При дистанційному керуванні.		
² Сигналізація виводиться у рульову рубку		

4.8 АВТОМАТИЗОВАНІ ХОЛОДИЛЬНІ УСТАНОВКИ

4.8.1 Автоматизовані холодильні установки повинні відповідати вимогам підрозділу 7.2 частини XII «Холодильні установки» відповідно до підрозділу 1.1 тієї ж частини, а також забезпечувати автоматичну підтримку температури в охолоджуванних приміщеннях.

4.8.2 Повинна бути передбачена індикація про роботу, а також сигналізація про несправності автоматизованої холодильної установки.

4.8.3 Контрольовані параметри автоматизованих холодильних установок, їх граничні значення, місця виміру і види захисту наведені у табл. 4.8.3

Таблиця 4.8.3 Автоматизовані холодильні установки

№ з/п	Контрольований параметр	АПС	Автоматичний захист
1	2	3	4
1	Приводні електродвигуни		
1.1	Навантаження (струм) двигуна	↑	▼
2	Компресори		
2.1	Тиск усмоктування	↓	X
2.2	Тиск нагнітання ¹	↑	X
2.3	Температура нагнітання	↑	X
2.4	Тиск чи потік мастила	↓	X
2.4	Тиск чи потік мастила	↓	X
2.5	Температура мастила	↑	X
2.6	Зсув ротора ²	↑	X
2.7	Температура підшипників ²	↑	X
3	Посудини і апарати, насоси холодильного агента, холодоносія, охолоджувальної води		
3.1	Потік холодильного агента в насосі	↓	□
3.2	Потік холодоносія у випарнику	↓	X ³
3.3	Тиск нагнітання чи потік охолоджувальної води у трубопроводі нагнітання	↓	X

3.4	Рівень холодильного агенту в циркуляційних ресиверах, віддільниках рідини, проміжних посудинах, випарниках із вільним рівнем рідкого холодильного агенту ⁴	↑	X

Закінчення табл. 4.8.3

1	2	3	4
3.5	Температура холодоносія на виході випарника	↓	X ³
3.6	Рівень холодоносія у розширювальному баку	↑ ↓	-
4	Приміщення, пристрої контролю газового середовища		
4.1	Температура повітря у вантажних приміщеннях, що охолоджуються	↑ ↓	-
4.2	Зупинка вентилятора повітроохолоджувача вантажного приміщення ⁵	○	-
4.3	Концентрація холодильного агента у повітрі приміщень із обладнанням під тиском холодильного агента ⁶	↑	■
4.4	Концентрація CO ₂ , O ₂ , N ₂ у вантажних приміщеннях, що охолоджуються ⁷	↑ ↓	-
4.5	Відносна вологість повітря у вантажних приміщеннях, що охолоджуються ⁷	↑ ↓	-

Умовні позначення:

- — сигнал АПС;
- ↑ — сигнал АПС при досягненні параметром верхнього граничного значення;
- ↓ — сигнал АПС при досягненні параметром нижнього граничного значення;
- ▼ — зупинка двигуна;
- — зупинка насоса;
- — включення аварійної вентиляції, за винятком аварійної вентиляції вантажних приміщень, що охолоджуються, для включення якої попередньо необхідно привести у робоче положення пристрої, що перекривають повітряні канали;
- X — зупинка компресора.

¹ У поршневих двоступінчастих компресорів - для кожного ступеню.
² Для відцентрових компресорів
³ Або припинення подачі холодильного агента у випарник.
⁴ Зупинка компресора при максимальному рівні. На віддільниках рідини, що виконують тільки захисні функції, індикація рівня холодильного агента може не передбачатися.
⁵ Для кожного вентилятора.
⁶ Окрема сигналізація на ходовому містку.
⁷ Там, де застосовне: для систем із регулюванням складу газового середовища, для транспортування плодоовочевих вантажів.

4.9 ПРИСТРОЇ НА ХОДОВОМУ МІСТКУ

4.9.1 Повинний бути передбачений пост керування для дистанційного автоматизованого керування головними механізмами і/або рушіями, що відповідає вимогам **3.2** частини VII «Механічні установки».

4.9.2 Повинний бути передбачений пристрій АПС, який сповіщає про несправності механічної установки у вигляді узагальнених або індивідуальних сигналів, у тому числі тих, які вимагають негайної зупинки головних механізмів, а також тих, які вимагають зменшення потужності головних механізмів.

При цьому сигнали АПС, які входять до узагальнених, повинні буди представлені індивідуально на загальних або місцевих постах керування. В останньому випадку на загальному посту керування повинний бути передбачений монітор системи АПС, що указує, на якому із

місцевих постів керування здійснюється розшифровка сигналів.

4.9.3 На ходовому містку повинні бути передбачені окремі сигнали:

«Вода у машинному приміщенні»;

«Пожежа у машинному приміщенні»;

«Вихід із ладу системи АПС», а також окремий сигнал:

«Граничний рівень концентрації газу у машинному приміщенні», якщо судно обладнане двопаливними (газ-рідке паливо) головними та/або допоміжними двигунами.

4.9.4 Повинна бути передбачена світлова сигналізація (індикація) про квітирування у машинному приміщенні необхідних згідно з **4.9.2** і **4.9.3** сигналів.

4.9.5 Повинне бути передбачене дистанційне керування осушувальною системою лляльних колодязів машинних приміщень, якщо не передбачене автоматичне осушення згідно з **4.7.1**.

4.10 ПРИСТРОЇ В МАШИННИХ ПРИМІЩЕННЯХ

4.10.1 Поблизу місцевого поста керування головними механізмами повинне бути передбачене обладнання АПС та індикації за параметрами, згідно вимог підрозділів **4.2 – 4.8**.

4.10.2 Пристрої керування відповідними допоміжними механізмами (насосами, сепараторами, котельними установками, приводними двигунами генераторів) рекомендується розміщувати поблизу місцевого поста керування головними механізмами.

4.10.3 Центральний пост керування, якщо він передбачений, повинний бути обладнаний:

.1 пристроями, які вимагаються підрозд. **3.2** частини VII «Механічні установки»;

.2 пультом системи аварійно-попереджувальної сигналізації (АПС);

.3 пристроями індикації режимів роботи механізмів і установок;

.4 вимикаючими пристроями для топкових пристроїв котлів, інсинераторів, вентиляторів машинних приміщень, паливних і маслоперекачувальних насосів.

.5 пристроями дистанційного керування для осушення лляльних колодязів машинних приміщень, якщо не передбачене автоматичне осушення колодязів згідно з **4.7.1**.

4.10.4 Якщо є закритий центральний пост керування, у ньому повинний бути передбачений пристрій виклику персоналу із машинних приміщень.

4.10.5 У центральному посту керування повинні бути передбачені окремі сигнали:

«Вода в машинному приміщенні»;

«Пожежа в машинному приміщенні», а також окремий сигнал:

«Граничний рівень концентрації газу в машинному приміщенні», якщо судно обладнане двопаливними (газ-рідке паливо) головними та/або допоміжними двигунами.

4.11 ПРИСТРОЇ В ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕННЯХ МЕХАНІКІВ

4.11.1 У каютах механіків та у громадських приміщеннях, а також у місцях несення вахти на стоянці, повинні бути передбачені пристрої системи АПС, що сповіщають в узагальненому вигляді про несправності механічної установки, а також пристрої сигналізації згідно з **4.9.3** цієї частини і **3.8.3.9** частини VI «Протипожежний захист».

Квітирування кожного сигналу на цих пристроях повинне приводити до відключення тільки звукового сигналу.

4.11.2 За наявності декількох кают може бути застосований перемикач пристроїв, зазначених у **4.11.1**, для вибору відповідального (вахтового). Інші каютні пристрої при цьому відключаються.

5. СУДНА ЗІ ЗНАКОМ АВТОМАТИЗАЦІЇ AUT2 У СИМВОЛІ КЛАСУ

5.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

5.1.1 Судна і плавучі споруди зі знаком автоматизації **AUT2** в символі класу повинні бути обладнані системами автоматизації механічної установки в обсязі, який забезпечує маневреність і безпеку самохідних суден або безпеку несамохідних суден при усіх умовах експлуатації без постійної присутності обслуговуючого персоналу в машинних приміщеннях, але за наявності вахти у центральному посту керування.

5.1.2 Якщо надалі не зазначене інше, повинні бути виконані вимоги розд. 4, крім підрозд. 4.11.

5.1.3 Повинна бути передбачена автоматизація головних механізмів і рушіїв відповідно до застосовних вимог підрозд. 4.2.

5.1.4 Повинна бути передбачена система АПС, у якій об'єднані застосовні параметри і робочі стани, зазначені в розд. 4.

5.1.5 Все обладнання, установлене в машинному приміщенні, повинне бути пристосоване до роботи без постійної вахти у машинному приміщенні. Допускається виконання окремих операцій (поповнення цистерн, очищення фільтрів тощо) вручну, якщо вони виконуються з періодичністю не частіше одичного разу в 12 годин.

5.2 ПРИСТРОЇ НА ХОДОВОМУ МІСТКУ

5.2.1 Повинне бути передбачене дистанційне автоматизоване керування головними механізмами і рушіями з ходового містка.

5.2.2 В складі дистанційного автоматизованого керування (ДАК) головними механізмами і/або рушіями з ходового містка:

.1 повинне бути встановлене обладнання відповідно до вимог підрозд. 3.2 частини VII «Механічні установки»;

.2 повинна бути передбачена сигналізація виникнення несправностей, які вимагають зниження навантаження і зупинки головних механізмів.

5.3 ПРИСТРОЇ В МАШИННИХ ПРИМІЩЕННЯХ

5.3.1 Повинний бути передбачений закритий центральний пост керування, обладнаний відповідно до вимог 4.10.3, а також пристроями дистанційного керування допоміжними механізмами відповідального призначення, якщо вони не автоматизовані.

5.3.2 Повинні бути передбачені пристрої виклику і сигналізації відповідно до 4.10.4 і 4.10.5.

5.4 СУДНОВІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

5.4.1 Крім виконання вимог 3.1.3 частини XI «Електричне обладнання», якщо не передбачена автоматизована суднова електростанція згідно з підрозд. 4.4, повинні бути забезпечені:

дистанційний пуск і зупинка приводних механізмів генераторів із центрального поста керування;

дистанційна синхронізація, підключення і розподіл навантаження із центрального поста керування, які можуть виконуватися на ГРЩ, якщо він знаходиться у ЦПК.

5.5 ОСУШУВАЛЬНІ УСТАНОВКИ МАШИННИХ ПРИМІЩЕНЬ

5.5.1 Осушення лляльних колодязів машинних приміщень повинне виконуватися дистанційно із центрального поста керування, якщо не передбачена автоматизована осушувальна система згідно із підрозділом 4.7.

5.5.2 Повинна бути передбачена сигналізація згідно з 4.7.4.

6. СУДНА ЗІ ЗНАКОМ АВТОМАТИЗАЦІЇ AUT3 У СИМВОЛІ КЛАСУ

6.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

6.1.1 Судна зі знаком автоматизації **AUT3** у символі класу, що мають сумарну потужність головних механізмів до 2250кВт, повинні бути обладнані системами автоматизації механічної установки у обсязі, що забезпечує їх керуваність і безпеку без постійної присутності обслуговуючого персоналу в машинних приміщеннях і у центральному посту керування (для несамохідних суден зазначена потужність є потужністю первинних двигунів генераторів, що забезпечують виконання основного призначення судна).

6.1.2 Якщо надалі не зазначене інше, повинні бути виконані вимоги розд. 4.

6.1.3 Контрольовані параметри механізмів і установок, місця виміру, граничні значення параметрів, види автоматичного захисту та індикації параметрів наведені у табл. 6.1.3.

Таблиця 6.1.3

№ з/п	Контрольований параметр	Група 1: Індикація, АПС, автоматичне зниження навантаження	Група 2: Автоматичний пуск резервних насосів із подачею сигналу АПС ¹	Група 3: Автоматична зупинка двигуна
1	2	3	4	5
1	Головні двигуни внутрішнього згорання			
1.1	Тиск мастила на вході у двигун	● ↓	■	X
1.2	Температура мастила на вході у двигун	● ↑	-	-
1.3	Потік мастила на виході з лубрикатора	↓ ▼ ²	-	-
1.4	Перепад тиску мастила на фільтрі	► ↑	-	-
1.5	Тиск мастила турбонагнітача на вході у підшипник ³	↓	-	-
1.6	Концентрація масляного туману чи температура підшипників у районі кожного кривошипа чи підшипника	↑ ▼ ^{2, 4}	-	X ⁵
1.7	Тиск чи потік охолоджувального середовища на вході у двигун	● ↓ ▼ ²	■	-
1.8	Температура охолоджувального середовища на виході із двигуна	► ↑ ▼ ²	-	-
1.9	Тиск чи потік забортної охолоджувальної води	● ↓	■	-
1.10	Температура вихлопних газів у магістральному газовипускному трубопроводі	↑	-	-
1.11	Температура вихлопних газів на виході кожного циліндра ⁶	► ↑ ▼ ²	-	-
1.12	Температура вихлопних газів. Відхилення від середнього значення по циліндрах ⁶	↑	-	-
1.13	Тиск пускового повітря перед пусковим клапаном	● ↓	-	-
1.14	Тиск повітря у системі керування двигуном	↓	-	-
1.15	Температура продувного повітря на виході з охолоджувача продувного повітря	↑	-	-

Продовження табл. 6.1.3

1	2	3	4	5
1.16	Тиск палива перед паливними насосами високого тиску	● ↓	■	
1.17	В'язкість (температура) палива на вході у двигун ⁷	↑ (↓)		
1.18	Рівень палива у витратній цистерні	↓	-	-
1.19	Витік палива із трубопроводу високого тиску	○	-	-
1.20	Частота обертання двигуна	● ↑	-	X
1.21	Живлення системи керування, сигналізації і захисту	○	-	-
1.22	Концентрація газу в машинних приміщеннях ⁸	↑	-	-
1.23	Частота обертання турбоагнітача ¹⁰	● ↑	-	-
2	Котли механічної установки⁹			
3	Двигуни внутрішнього згоряння для привода генераторів			
3.1	Тиск мастила на вході у двигун	↓	-	X
3.2	Тиск чи потік охолоджувального середовища на вході у двигун	↓	-	-
3.3	Температура охолоджувального середовища на виході із двигуна	↑	-	-
3.4	Витік палива у трубопроводах високого тиску	○	-	-
3.5	Частота обертання двигуна	● ↑	-	X
3.6	Тиск пускового повітря (перед пусковим клапаном)	↓	-	-
4	Редуктори			
4.1	Тиск мастила на вході у редуктор	↓	-	X
4.2	Температура мастила у редукторі	↑	-	-
5	Пускові компресори			
5.1	Тиск мастила на вході у компресора	↓ □	-	-
5.2	Температура повітря на виході із компресора	↑	-	-
6.	Цистерни			
6.1	Рівень мастила у витратних цистернах	↓	-	-
6.2	Рівень витічного мастила у стічній цистерні витічного мастила	↑	-	-
6.3	Рівень палива у витратній цистерні	↓	-	-
6.4	Рівень палива у переливній цистерні	↑	-	-
6.5	Рівень охолоджувального середовища у розширювальній цистерні	↓	-	-
7	Суднова мережа			

Закінчення табл. 6.1.3

1	2	3	4	5
7.1	Напруга	● ↑ ↓	-	-
7.2	Навантаження (струм)	● ↑	-	-
7.3	Частота струму	● ↓	-	-
7.4	Опір ізоляції	↓	-	-
<i>Умовні позначення:</i> ● — дистанційна індикація (постійна); ● — дистанційна індикація (по виклику); ↑ — сигнал АПС при досягненні параметром верхнього граничного значення; ↓ — сигнал АПС при досягненні параметром нижнього граничного значення; ○ — сигнал АПС, ■ — автоматичний пуск резервних насосів; □ — зупинка компресора; ▼ — зниження навантаження; X — зупинка двигуна ¹ При наявності автономних резервних насосів. ² Замість зниження навантаження допускається для двигунів внутрішнього згоряння передбачати спеціальний світловий і звуковий сигнали. ³ При наявності автономного насоса змащення. ⁴ Для малооборотних двигунів із діаметром циліндрів більше 300мм, а також для двопаливних двигунів згідно з вимогами 9.5.2.3 частини IX «Механізми». ⁵ Для середньо - і високооборотних двигунів із діаметром циліндрів більше 300мм, а також для двопаливних середньо - і високооборотних двигунів згідно з вимогами 9.3.2.3 частини IX «Механізми». ⁶ Для двигунів циліндровою потужністю більше 500кВт. ⁷ При роботі на важкому паливі. ⁸ Потрібно при використанні установок із двопаливними (газ — рідке паливо) двигунами. ⁹ Див. табл. 4.3.11. ¹⁰ Тільки для турбоагнітачів категорій В і С (див. 2.5.7.5 частини IX «Механізми»). <i>Примітка.</i> Для групи параметрів 1 передбачається загальний датчик для систем індикації, АПС і захисту (на зниження навантаження); для групи параметрів 2 — датчик системи автоматичного пуску резервних насосів; для групи параметрів 3 — датчик системи захисту (зупинка двигуна).				

6.2 ПРИСТРОЇ НА ХОДОВОМУ МІСТКУ

6.2.1 Повинний бути передбачений пост дистанційного керування головними механізмами і/або рушіями, що відповідає вимогам підрозд. **3.2** частини VII «Механічні установки».

6.2.2 Повинне бути, наскільки це застосовується, передбачене дистанційне керування допоміжними механізмами і установками відповідального призначення.

6.2.3 Повинна бути передбачена можливість відключення топкових пристроїв автоматизованих котельних установок, інсинераторів, вентиляторів машинних приміщень, паливних насосів (за їх наявності).

6.2.4 Повинний бути передбачений пристрій АПС, що сповіщає про несправності механічної установки згідно з **4.9.2**.

6.2.5 На ходовому містку повинні бути передбачені окремі сигнали:

«Вода в машинному приміщенні»;

«Пожежа в машинному приміщенні»;

«Вихід із ладу системи АПС»;

а також окремий сигнал:

«Граничний рівень концентрації газу в машинному приміщенні», якщо судно обладнане двопаливними (газ-рідке паливо) головними та/або допоміжними двигунами.

6.2.6 Повинна бути передбачена світлова сигналізація про квітирування у машинному приміщенні необхідних згідно з **6.2.4** і **6.2.5** сигналів.

6.2.7 Повинне бути передбачене дистанційне керування осушувальною системою ляльних колодязів машинних приміщень.

При цьому повинні бути виконані вимоги, наведені у **4.7.2 – 4.7.4**.

6.3 ПРИСТРОЇ У МАШИННИХ ПРИМІЩЕННЯХ

6.3.1 Поблизу місцевого поста керування головними механізмами, за його наявності, повинне бути передбачене обладнання АПС та індикації за параметрами згідно із табл. 6.1.3.

6.3.2 Наскільки це застосовне, пристрої керування допоміжними механізмами необхідно розміщати відповідно до **4.10.2**.

6.3.3 Якщо передбачений закритий центральний пост керування, повинні бути виконані застосовні вимоги, що містяться в **4.10.3 – 4.10.6**.

6.4 ПРИСТРОЇ У ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕННЯХ МЕХАНІКІВ

6.4.1 Наскільки це застосовне, повинні бути виконані вимоги підрозділу **4.11**.

7. КОМП'ЮТЕРИ І КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ

7.1 СФЕРА ПОШИРЕННЯ

7.1.1 Ці вимоги поширюються на комп'ютери і комп'ютерні системи, призначені для контролю і керування механізмами і пристроями відповідального призначення, що забезпечують разом із іншими системами автоматизації, вимоги до яких викладені у розділ. 2 — 6, експлуатацію механічної установки судна без постійної присутності обслуговуючого персоналу в машинних приміщеннях.

Суднам, які обладнані такими системами автоматизації, може бути присвоєний, відповідно до 2.2.6.1 частини I «Класифікація», один із наступних знаків автоматизації у символі класу:

.1 AUT1-C, AUT2-C чи AUT3-C — якщо автоматизація механічної установки виконана на базі комп'ютерів чи програмованих логічних контролерів (PLC);

.2 AUT1-ICS, AUT2-ICS чи AUT3-ICS — якщо комп'ютерні системи об'єднані мережею у єдину інтегровану систему.

7.1.2 Ці вимоги поширюються також на комп'ютери і комп'ютерні системи, призначені для керування механізмами і пристроями невідповідального призначення (наприклад, підігрівачами побутової води, вибух яких у результаті відмови керування може привести до значних пошкоджень судна і суднового обладнання або до серйозних травм людей).

7.2 ВИЗНАЧЕННЯ І ПОЯСНЕННЯ

7.2.1 У цьому розділі, додатково до визначень та пояснень, зазначених в підрозділі 1.2, прийняті наступні визначення:

Власник — сторона, яка розробляє відповідну специфікацію і укладає контракт на постачання комп'ютерних систем, підсистем і програмного забезпечення з системним інтегратором і/або постачальниками, що поставляють вказані вироби згідно специфікації. Власником на етапі будівництва зазвичай є суднобудівник/судноверф. Після постачання судна власник може делегувати частину повноважень судновласникові або операторові.

Вузол — точка підключення до шин обміну інформацією.

Імітаційні випробування - випробування комп'ютерної системи, при яких об'єкт управління і/або контролю, а також канали передачі інформації повністю або частково замінюються засобами імітаційного моделювання.

Інтегрована система — комп'ютерні системи, що є взаємозалежними для забезпечення централізованого доступу до інформації від датчиків і керування процесами.

Інтерфейс — місце обміну інформацією (наприклад: інтерфейс входу/виходу для з'єднання із датчиками і виконавчими механізмами; інтерфейс людина/машина, тобто монітори, клавіатури, маніпулятори тощо для взаємодії оператора і комп'ютера; комунікаційний інтерфейс для здійснення послідовного зв'язку із іншими комп'ютерами і периферійними пристроями).

Комп'ютер — програмувальний електронний пристрій, призначений для збереження і обробки даних у цифровій формі, проведення розрахунків або здійснення керування. Комп'ютер може бути одиночним або складатися із декількох взаємозалежних одиниць.

Комп'ютерна система — система, що складається із одного або декількох комп'ютерів із установленим програмним забезпеченням, периферійними пристроями та інтерфейсами.

Міжнародний союз електрозв'язку (англ. ITU) - міжнародна організація, що визначає рекомендації в області телекомунікацій і радіо, а також що регулює питання міжнародного використання радіочастот.

Монітор — електронний пристрій відображення інформації

Периферійний пристрій — пристрій, який виконує визначену допоміжну функцію в системі (принтер, пристрій збереження даних тощо).

План забезпечення якості - документ, що містить інформацію про застосування вимог, встановлених системою менеджменту якості до конкретної комп'ютерної системи і/або програмного забезпечення, мінімальний об'єм якої визначений в 7.5.2.2.

Постачальник - сторона, що поставляє комп'ютерні системи, підсистеми і/або програмне забезпечення системному інтегратору і/або власнику, і з якою укладений контракт /субконтракт, і яка здійснює вказану діяльність під координацією системного інтегратора або судноверфі. Постачальник також надає опис функціональних характеристик програмного забезпечення, які задовольняють специфікації власника, діючим міжнародним і національним стандартам, а також

вимогам правил Регістра.

Програмне забезпечення – програми, параметри і документація, зв'язані із забезпеченням роботи комп'ютерної системи.

Програмований логічний контролер (PLC) — комп'ютерний пристрій, виконаний у вигляді конструктивно самостійного функціонального модуля і призначений для виконання функцій керування і контролю судновими механізмами і процесами

Системний інтегратор - сторона, що здійснює інтеграцію комп'ютерних систем, підсистем і програмного забезпечення, наданих постачальниками, в систему, до якої застосовуються вимоги цієї частини, а також створення інтегрованої системи. На системного інтегратора також можуть бути покладені обов'язки по установці і інтеграції систем на судні.

Функції системного інтегратора виконуються суднобудівником/судноверф'ю. Обов'язки системного інтегратора можуть бути покладені на іншу організацію, за умови наявності відповідного контракту.

При інтеграції систем із залученням декількох сторін на будь-якому етапі лише одна сторона може бути системним інтегратором і здійснювати координацію усіх необхідних робіт. При багатоетапній інтеграції різні системні інтегратори можуть нести відповідальність за конкретні етапи, проте тільки одна сторона здійснює визначення етапів і загальну координацію.

7.3 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО КОНСТРУКЦІЇ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ І КЕРУВАННЯ

7.3.1 Комп'ютерні системи автоматизації повинні відповідати усім функціональним вимогам, що застосовуються до них у всіх умовах експлуатації, включаючи аварійні, із урахуванням:

- забезпечення безпеки людей,
- виключення шкідливого впливу на навколишнє середовище,
- виключення пошкоджень або аварій обладнання,
- забезпечення зручності обслуговування,
- забезпечення працездатності інших пристроїв і систем.

7.3.2 Якщо час відпрацювання функцій системи коротший, ніж час реакції оператора, через що аварія не може бути відвернена ручним втручанням, повинні передбачатися засоби автоматичного корегування процесу.

7.3.3 Комп'ютерна система повинна мати достатні можливості для того, щоб у всіх умовах експлуатації, включаючи аварійні:

- виконувати необхідні автономні операції,
- приймати команди оператора (користувача),
- правильно і вчасно інформувати оператора (користувача).

7.3.4 Система повинна бути здатна забезпечити реалізацію всіх функцій протягом заданого часу із урахуванням максимального навантаження і максимальної кількості одночасно розв'язуваних задач, включаючи забезпечення швидкості передачі даних по мережі, у нормальних і аварійних умовах.

7.3.5 Комп'ютерні системи повинні бути спроектовані так, щоб не було потрібно спеціальних попередніх знань для їх нормальної експлуатації. У разі потреби повинна бути забезпечена відповідна технічна підтримка і навчання персоналу.

7.3.6 Системи повинні бути захищені від ненавмисних і несанкціонованих змін програм і інформації.

7.4 ВИМОГИ ДО АПАРАТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

7.4.1 Апаратне забезпечення комп'ютерів і комп'ютерних систем повинне надійно працювати в судових умовах і відповідати вимогам, зазначеним у підрозділі 2.1.

7.4.2 Конструкція апаратури повинна забезпечувати легкий доступ до замінних елементів і блоків для ремонту і технічного обслуговування.

7.4.3 Кожний замінний елемент повинний бути виконаний так, щоб його можна було легко і безпечно замінити і обслуговувати. Усі замінні елементи повинні бути виконані так, щоб виключалися їх неправильне підключення і встановлення.

У випадках, коли це неможливо виконати, повинне бути передбачене відповідне чітке маркування.

7.5 ВИМОГИ ДО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

7.5.1 Загальні положення.

7.5.1.1 Процедура розробки програмного забезпечення повинна відповідати вимогам діючих національних або міжнародних стандартів і охоплювати увесь життєвий цикл програмного забезпечення, включаючи інтеграцію останнього у відповідну комп'ютерну систему.

7.5.2 Вимоги до системи менеджменту якості.

7.5.2.1 Системний інтегратор/постачальник повинен мати систему менеджменту якості, що відповідає вимогам відповідних національних або міжнародних стандартів, застосованих до розробки і тестування програмного забезпечення і супутніх апаратних засобів, наприклад: ДСТУ ISO 9001 або відповідного стандарту ISO з врахуванням, ДСТУ ISO/IEC 90003 або відповідних стандартів ISO чи IEC, тощо.

7.5.2.2 У вказаній в **7.5.2.1** системі менеджменту якості мають бути передбачені:

.1 процедури, які регламентують обов'язки співробітників, системну документацію, управління конфігураціями програмного забезпечення і компетенцію співробітників;

.2 процедури, які регламентують порядок отримання програмного забезпечення і супутніх апаратних засобів від постачальників;

.3 процедури, які регламентують порядок написання і перевірки коду програмного забезпечення. Для програмованих електронних систем категорій II і III (див. **7.10.3**) має бути передбачена перевірка на рівні систем, підсистем і окремих програмних пристроїв, і модулів. Для систем вказаних категорій в процедурах мають бути передбачені контрольні точки, що забезпечують можливість перевірки Регістром, тобто представлення технічної документації на розгляд в Регістр, проведення відповідних випробувань, надання Регістру результатів рецензування і перевірок технічним контролем підприємства тощо, згідно вимог **7.10.8**;

.4 процедури, які регламентують порядок установки програмного забезпечення і внесення в нього змін на борту судна, включаючи взаємодію з власником.

7.5.3 Життєвий цикл програмного забезпечення.

7.5.3.1 Проектування.

.1 оцінка ризиків системи.

Цей етап виконується з метою визначення ризиків для системи, які можуть виникнути впродовж її життєвого циклу, за допомогою ідентифікації і оцінки небезпек, пов'язаних з кожною функцією системи.

Звіт про проведену оцінку ризиків повинен направлятися Регістру. Вказаний документ, як правило, направляє системний інтегратор або постачальник, включаючи дані, отримані від інших постачальників.

Для визначення методу оцінки ризиків слід керуватися положеннями стандарту ДСТУ ISO/IEC 31010 «Керування ризиками. Методи оцінки ризиків» або відповідних стандартів ISO чи IEC. Вибраний метод оцінки ризиків має бути вказаний в звіті, що направляється Регістру.

Якщо в результаті проведеної оцінки ризиків робиться зміна визначеної раніше категорії системи, то такі зміни мають бути представлені на розгляд Регістра.

У разі очевидності ризиків, пов'язаних з експлуатацією комп'ютерної системи, допускається не проводити оцінку ризиків, при представленні постачальником або системним інтегратором відповідного обґрунтування. Таке обґрунтування повинне містити:

спосіб ідентифікації ризиків;

підтвердження рівнозначності контексту використання даної комп'ютерної системи, що розглядається і системи, що спочатку використовувалася для визначення ризиків;

підтвердження адекватності вживаних заходів контролю в контексті передбачуваного використання даної системи.

.2 написання і випробування коду.

Для систем категорій II і III (див. **7.10.3**) постачальником і системним інтегратором Регістру має бути представлена наступна документація:

функціональний опис модулів програмного забезпечення і супутніх апаратних засобів для програмованих пристроїв;

підтвердження про перевірку модулів програмного забезпечення, тобто про виявлення і виправлені помилки програмного забезпечення згідно з вибраним стандартом його розробки. Вимоги до підтвердження вибраного стандарту можуть варіюватися залежно від того, наскільки критичним є

коректне функціонування програмного забезпечення для виконуваної їм функції (наприклад, стандарт ДСТУ EN 61508 або відповідних стандартів ІЕС чи EN містить різні вимоги до перевірки програмного забезпечення залежно від рівня повноти безпеки (РПБ). Аналогічні принципи застосовуються і в інших стандартах);

Додатково, для систем категорій II і III, постачальником, через системного інтегратора, має бути представлено підтвердження проведення функціональних випробувань програмованих пристроїв на рівні модулів програмного забезпечення, підсистем і систем. При цьому мають бути перевірені функції, які реалізуються операційною системою, бібліотеками функцій, програмними оболонками тощо, і які використовуються програмним забезпеченням, що перевіряється.

7.5.3.2 Комплексні випробування перед встановленням на судно.

Перед встановленням системи на судно мають бути проведені комплексні випробування, тобто системна перевірка взаємодії компонентів системи. Метою комплексних випробувань є перевірка достовірності функціонування програмного забезпечення, належної взаємодії програмного забезпечення і апаратних засобів, а також належної реакції систем програмного забезпечення у разі несправності. Несправності повинні моделюватися з достатньою мірою реалістичності, щоб продемонструвати належне виявлення системних помилок і реакцію самої системи. Результати комплексних випробувань також повинні підтверджувати висновки відповідного аналізу наслідків відмов (FMEA), якщо представлення останнього потрібно дійсними Правилами. Указані функціональні випробування і перевірки результатів аналізу наслідків відмов допускається виконувати шляхом проведення імітаційних випробувань.

7.5.3.3 Схвалення програмованих пристроїв;

Програмовані пристрої, що входять до складу комп'ютерної системи, повинні подаватися з документами Регістра, визначеними в Номенклатурі об'єктів технічного нагляду Регістра (див. Додаток 1 частини 1 «Загальні положення з технічного нагляду» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів і виробів).

Обсяг технічної документації, що подається на розгляд і схвалення Регістру вказаний в 1.4.1 цієї частини, а перелік необхідних випробувань і перевірок в 7.10.8. Технічна документація повинна містити інформацію про сумісність програмованого пристрою з відповідними комп'ютерними системами, перелік випробувань необхідних для проведення на судні, при інтеграції в судові комп'ютерні системи, а також визначати сферу застосування програмованого пристрою, з вказівкою компонентів судових комп'ютерних систем, в яких можливо використання цього пристрою.

7.5.3.4 Остаточна інтеграція і випробування на судні.

.1 до проведення остаточної інтеграції повинні бути проведені імітаційні випробування комп'ютерної системи з метою перевірки безпечної взаємодії останньої з іншими комп'ютерними системами, а також функцій системи, які не могли бути перевірені на попередніх етапах;

.2 після остаточної інтеграції комп'ютерної системи повинні бути проведені відповідні випробування на судні з метою перевірки того, що комп'ютерна система, що знаходиться в реальних судових умовах експлуатації і зв'язана з усіма іншими системами, з якими вона взаємодіє:

виконує функції, для яких вона була розроблена;

безпечним чином реагує на несправності, викликані внутрішніми відмовами або відмовами зовнішніх пристроїв;

безпечним чином взаємодіє з іншими системами, встановленими на судні.

Перелік необхідних випробувань і перевірок вказаний в 7.10.8.

7.5.3.5 Внесення змін до програмного забезпечення при експлуатації.

7.5.3.5.1 Обов'язки.

.1 власник повинний представити класифікаційному товариству перелік організацій, відповідальних за внесення змін до програмного забезпечення при експлуатації. Власник також повинен призначити системного інтегратора, на якого покладається дотримання вимог 7.5.1, 7.5.2, 7.5.3.1 – 7.5.3.4.

.2 в процесі експлуатації судна власник несе відповідальність за внесення змін до програмного забезпечення і відслідковує такі змін. Системний інтегратор забезпечує і відслідковує внесення змін шляхом актуалізації судового реєстру програмного забезпечення. Вказаний реєстр повинен містити наступну інформацію:

перелік і версії програмного забезпечення, встановленого в системах категорії II і III;

дату і результати перевірок захисту програмного забезпечення, що проводяться у відповідності з

7.5.3.6.

7.5.3.6 Захист програмного забезпечення.

Власник, системний інтегратор і постачальники повинні розробити відповідну політику безпеки і включити її у свої системи менеджменту якості.

Для забезпечення захисту програмного забезпечення від випадкового або несанкціонованого втручання, здатного привести до змін в програмах управління або величинах граничних значень контрольованих параметрів комп'ютерних систем категорій I, II і III повинні передбачатися відповідні конструктивні засоби і організаційні заходи. Вказані засоби і заходи повинні забезпечувати захист як від безпосереднього, при фізичному контакті з системою, так і від віддаленого втручання.

Перед установкою програмного забезпечення на судні код програмного забезпечення, виконавчі модулі і фізичні носії, які використовуються для установки, повинні перевірятися на предмет відсутності вірусів і шкідливих програм. Результати такого сканування повинні заноситися і зберігатися в реєстрі програмного забезпечення.

7.6 ВИМОГИ ДО КОНФІГУРАЦІЇ СИСТЕМ**7.6.1 Загальні положення.**

7.6.1.1 Для підвищення надійності комп'ютерної системи її апаратне і програмне забезпечення повинне мати модульну ієрархічну структуру.

7.6.1.2 Вибір компонентів комп'ютерної системи повинний виконуватися із урахуванням забезпечення безпечного функціонування керованого обладнання.

7.6.2 Самоконтроль.

7.6.2.1 Комп'ютерні системи повинні мати убудований контроль функціонування, що забезпечує відповідну сигналізацію у випадку несправності.

7.6.3 Електричне живлення.

7.6.3.1 Джерела електричного живлення повинні мати контроль їх справного стану. У випадку відхилень параметрів або зникнення будь-якого із видів живлення повинний бути передбачений аварійно-попереджувальний сигнал.

7.6.3.2 Програмне забезпечення і інформація комп'ютерної системи повинні бути захищені від пошкоджень або втрати через зникнення електричного живлення.

7.6.3.3 Резервовані комп'ютерні системи повинні одержувати живлення по окремих фідерах і повинні бути захищені від коротких замикань і перевантажень окремими пристроями захисту.

7.6.4 Встановлення і монтаж.

7.6.4.1 Апаратура і кабельні траси комп'ютерних систем повинні бути розташовані так, щоб був виключений їх електромагнітний взаємовплив, а також перешкоди від іншого обладнання.

7.6.4.2 Кабелі передачі інформації повинні бути досить міцними, відповідним чином закріплені і захищені від механічних пошкоджень.

7.6.5 Канали передачі інформації.

7.6.5.1 Канал передачі інформації повинний безупинно самоконтролюватися з метою виявлення відмов у ньому самому і збоїв у передачі інформації на вузлах. При виявленні несправності повинна спрацювати сигналізація.

7.6.5.2 Якщо канал передачі інформації використовується для двох і більше відповідальних функцій, він повинний бути резервованим.

Резервовані канали передачі даних повинні прокладатися окремо і на можливо більшому віддаленні один від одного.

7.6.5.3 Переключення між резервованими каналами не повинне викликати порушень у передачі інформації та у безперервному функціонуванні системи.

При автоматичному переключенні повинний подаватися сигнал АПС.

7.6.5.4 Для забезпечення нормального обміну інформацією між різними системами повинні використовуватися стандартні інтерфейси.

7.6.6 Принцип виходу із ладу в безпечну сторону.

7.6.6.1 Комп'ютерна система повинна бути побудована таким чином, щоб у випадку виходу її з ладу об'єкти керування автоматично приводилися в найменш небезпечний стан.

7.6.6.2 Несправність системи та її перезапуск не повинні приводити керовані процеси в невизначений або критичний стан.

7.6.6.3 Системи керування, аварійно-попереджувальної сигналізації та захисту повинні бути виконані таким чином, щоб одинична відмова в комп'ютерній системі не могла вплинути на більш

ніж одну з зазначених функцій.

7.6.7 Інтеграція комп'ютерних систем.

7.6.7.1 Функціонування об'єктів керування у рамках інтегрованої системи повинне бути не менш ефективним і надійним ніж їх функціонування у автономних умовах.

При використанні багатофункціональних засобів відображення інформації і керування, вони повинні бути дубльовані та взаємозамінними.

7.6.7.2 Відмова однієї частини інтегрованої системи (модуля, блока або апаратури підсистеми) не повинна впливати на функціонування інших частин, крім тих функцій, що безпосередньо залежать від інформації елемента, який відмовив.

7.6.7.3 Повна відмова зв'язків між частинами інтегрованої системи не повинна впливати на функціонування частин системи в незалежному режимі.

7.6.7.4 Альтернативні засоби керування, незалежні від інтегрованої системи, повинні бути передбачені для усіх відповідальних функцій.

7.6.7.5 Якщо потрібне дублювання об'єктів керування і розміщення їх у різних приміщеннях, то цю ж вимогу необхідно застосовувати і до їх комп'ютерних систем керування і контролю.

7.7 ІНТЕРФЕЙС КОРИСТУВАЧА

7.7.1 Загальні положення.

7.7.1.1 Комп'ютерні системи повинні бути виконані з урахуванням вимог ергономіки таким чином, щоб керування ними було легким, зрозумілим і зручним.

7.7.1.2 Стан комп'ютерної системи (включено, виключено, справне, несправне тощо) повинний бути легко розпізнаваним.

7.7.1.3 Для системи повинне бути розроблене керівництво користувача, у якому повинні бути описані:

- призначення функціональних клавіш,
- екранні відображення меню,
- черговість дій при діалозі оператора з системою тощо.

7.7.1.4 У випадках відмов або відключень підсистем на відповідних операторських станціях повинна спрацьовувати аварійно-попереджувальна сигналізація.

7.7.2 Пристрої введення.

7.7.2.1 Пристрої введення повинні мати чітко визначені функції, бути надійними і безпечними за усіх умов експлуатації.

Підтвердження уведеної команди повинне бути очевидним для оператора.

7.7.2.2 Для часто повторюваних команд і команд термінового виконання повинні передбачатися окремі клавіші. Якщо клавіша призначена для завдання декількох функцій, то повинна бути передбачена ідентифікація функції, що знаходиться у активному стані.

7.7.2.3 Панелі керування комп'ютерної системи на ходовому містку повинні бути обладнані окремим підсвічуванням. Рівень інтенсивності підсвічування і яскравість екранів моніторів повинні регулюватися.

7.7.2.4 У тих випадках, коли дія системи або її функції можуть бути змінені за допомогою клавіатури, операції на ній повинні виконувати тільки уповноважений персонал.

7.7.2.5 Якщо за допомогою клавіатури можливо задати потенційно небезпечні умови роботи обладнання, то повинні бути передбачені заходи для запобігання виконання такої команди однією дією, наприклад:

- використання спеціального замка для клавіатури,
- використання для такої команди двох або більше клавіш.

7.7.2.6 Суперечливі втручання оператора у керування повинні бути відвернені за допомогою відповідних блокувань системи або попереджень.

Існуючий у кожний даний момент стан керування системою повинний бути ясным для оператора.

7.7.2.7 Дії пристроїв введення повинні бути логічними і відповідати напрямкам дій керованого системою обладнання.

7.7.3 Пристрої виводу.

7.7.3.1 Розмір, колір, щільність тексту і графічної інформації на екранах моніторів повинні бути такими, щоб забезпечувалося легке зчитування інформації з робочого місця оператора при всіх умовах освітленості в приміщенні.

Яскравість і контрастність зображення на екранах повинні регулюватися для нормального сприйняття інформації при будь-якому навколишньому освітленні.

7.7.3.2 Інформація повинна представлятися відповідно до логічних пріоритетів.

7.7.3.3 Якщо на екранах кольорових моніторів виводяться аварійні повідомлення, їх аварійний характер повинний чітко розрізнятися навіть в умовах порушення нормальної кольоровості екранів.

7.7.4 Графічний інтерфейс користувача.

7.7.4.1 Інформація повинна представлятися чітко, зрозуміло, відповідно до її функціональної значимості і взаємозв'язків.

Зміст екранного зображення повинний бути логічно організований і обмежений даними, які мають безпосереднє відношення до оператора.

7.7.4.2 При використанні графічних інтерфейсів загального призначення оператору повинні бути доступні тільки функції, необхідні для відповідного процесу.

7.7.4.3 Візуальна і звукова аварійна інформація повинна мати пріоритет перед іншою інформацією у всіх робочих режимах системи.

Аварійна інформація повинна добре відрізнятися від іншої.

7.7.4.4 Всі екранні зображення і функції керування на операторських станціях, які обслуговуються тим самим персоналом, повинні мати той самий інтерфейс. Особлива увага повинна бути звернена на ідентичність символів, кольорів, способів керування, пріоритетів інформації, компонування екранних зображень.

7.8 НАВЧАННЯ

7.8.1 Повинне бути передбачене навчання персоналу на рівні, необхідному для ефективної експлуатації і технічного обслуговування системи, яке повинне охоплювати нормальні умови експлуатації, типові несправності та аварійні режими.

Інтерфейс користувача при навчанні повинний відповідати реальному інтерфейсу системи.

7.8.2 На борту судна або плавучої споруди повинна бути передбачена відповідна документація для навчання і використання її як довідкового посібника у процесі експлуатації комп'ютерних систем.

7.8.3 Якщо режим навчання безпосередньо убудований у комп'ютерну систему, то він повинний бути чітко ідентифікований при його включенні (активації).

7.8.4 Нормальне функціонування системи не повинне припинятися у випадках, коли включений (активований) режим навчання, аварійно-попереджувальні сигнали і індикація у системі не повинні при цьому блокуватися.

7.9 ВИПРОБУВАННЯ І ПЕРЕВІРКИ

7.9.1 Комп'ютерні системи повинні бути спроектовані, виготовлені та випробувані на відповідність вимогам цього розділу та інших вимог Правил.

Якщо система є інтегрованою, то повнота виконання вимог відносно об'єднання підсистем повинна бути представлена підприємством, відповідальним за об'єднання.

7.9.2 На додаток до вимог цього розділу виготовлювачі комп'ютерних систем повинні мати систему керування якістю, яка підтверджує відповідність їх продукції заявленим характеристикам.

7.9.3 Випробування і перевірки комп'ютерної системи повинні виконуватися із метою підтвердження правильності функціонування і якості виконання обладнання.

7.9.4 Модифікації програмного забезпечення і параметрів системи, а також конструктивні зміни повинні бути перевірені та випробувані.

7.10 ПРОГРАМУВАЛЬНІ ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ

7.10.1 Область поширення.

Ці вимоги поширюються на програмувальні електронні системи, застосовувані у системах керування, сигналізації, контролю і захисту механічних установок суден у доповнення до викладених у цьому розділі.

Ці вимоги не поширюються на навігаційне обладнання і прилади контролю завантаження судна.

7.10.2 Загальні вимоги.

7.10.2.1 Програмувальні електронні системи повинні проектуватися і виготовлятися так, щоб задовольняти усім вимогам, можливим в умовах експлуатації, із урахуванням загрози життю людей, впливу на навколишнє середовище, пошкодження судна і обладнання, застосовності

програмувальних електронних системи і забезпечення працездатності не комп'ютерних пристроїв і систем тощо.

7.10.2.2 Якщо альтернативні конструкції або пристрої відхиляються від зазначених вище вимог, Регістру повинні бути представлені результати відповідного технічного аналізу, проведеного відповідно до вимог відповідного національного або міжнародного стандарту, що підтверджує, відповідно до **1.3.4** Загальних положень про класифікаційну та іншу діяльність, однакову ефективність вказаних систем, пристроїв і елементів по відношенню до визначених в цих Правилах.

7.10.2.3 Застосування нових або незвичайних технічних рішень для систем категорії III не допускається.

7.10.3 Категорії систем.

7.10.3.1 Програмувальні електронні системи повинні підрозділятися на три категорії, згідно з табл. 7.10.3.1, у відповідності із потенційним (можливим) збитком, що виникає по причині одиначної відмови у програмувальних електронних системах керування і контролю.

Таблиця 7.10.3.1 Категорії систем.

Категорія системи	Наслідки	Призначення системи
I	Такі системи, відмова яких не приведе до виникнення загрози для здоров'я людей, безпеки судна і/або загрози для навколишнього середовища.	Функція контролю для інформаційних/адміністративних задач
II	Такі системи, відмова яких може, у кінцевому підсумку, привести до виникнення загрози для здоров'я людей, безпеки судна і/або загрози для навколишнього середовища.	Функція АПС і контролю; функції керування, які необхідні для підтримання судна у нормальному робочому стані і нормальних умов житлоздатності
III	Такі системи, відмова яких може негайно привести до виникнення небезпечних ситуацій для здоров'я людей, безпеки судна і/або загрози для навколишнього середовища.	Функція керування для забезпечення роботи пропульсивної установки і рульового пристрою судна; функція захисту механізмів.

Примітки: 1. Розглядати необхідно збиток, безпосередньо заподіяний такою відмовою, а не побічний збиток.

2. Відповідне резервування не повинне прийматися до уваги при віднесенні системи до тієї чи іншої категорії.

7.10.3.2 Віднесення програмувальної електронної системи до відповідної категорії повинне здійснюватися у залежності від найбільше вірогідного ступеню безпосереднього пошкодження механізмів і обладнання на підставі оцінки ризиків для усіх режимів роботи судна, вказаних в **3.1.5** частини XI «Електричне обладнання».

Відповідні приклади наведені у табл. 7.10.3.2. Перелік зазначених прикладів не є вичерпним.

Таблиця 7.10.3.2 Приклади присвоєння категорії системам.

Категорія системи	Приклади
I	Системи технічного обслуговування Інформаційні системи і системи діагностики
II	Система управління перекачуванням рідких вантажів Система автоматизації осушувальної установки машинних приміщень Система автоматизації установки підготовки палива Система ДАК баластної системи Система стабілізації і заспокоювачі хитами Система контролю і АПС пропульсивної установки
III	Система управління судновою пропульсивною установкою, під якою маються на увазі засоби створення і управління упором для забезпечення руху судна. Системи управління пристроями, використовуваними тільки при маневруванні (наприклад, носовий тунельний підрулювальний пристрій) до цієї категорії не відносяться. Система управління рульовим пристроєм Система управління електроенергетичною системою (включаючи систему управління потужністю)

Закінчення табл. 7.10.3.2

III	Система пожежної сигналізації Система пожежогасіння Система виявлення вступу води і боротьби із затопленням Система управління осушувальною системою Системи внутрішнього зв'язку, яка використовується на етапі евакуації Система автоматизація рятувальних засобів Система управління СДП клас 2 і 3

7.10.4 Канали передачі даних.

7.10.4.1 Ці вимоги застосовуються для систем категорій II і III, що використовують спільні канали передачі даних (локальну мережу) для розподілу даних між програмувальними електронними системами і обладнанням.

7.10.4.2 Відмова каналу передачі даних повинна розглядатися безпосередньо у рамках оцінки ризиків.

У випадку, якщо одинична відмова будь-якого компонента приводить до утрати каналу зв'язку, повинні бути передбачені засоби автоматичного відновлення каналу передачі даних.

Для систем категорії III вказана відмова не повинна впливати на роботу системи в цілому.

7.10.4.3 Відмова будь-якого каналу передачі даних не повинна впливати на можливість здійснювати керування відповідальними споживачами за допомогою альтернативних засобів.

7.10.4.4 Повинні бути передбачені засоби, що забезпечують цілісність даних і своєчасне відновлення пошкоджених або недостовірних даних.

7.10.4.5 Повинні бути передбачені засоби самоконтролю каналу передачі даних, що виявляють відмови у каналі, а також збої у передачі даних на вузлових модулях, приєднаних до каналу.

При виявленні відмови повинний подаватися сигнал АПС.

7.10.4.6 У випадку виходу каналу передачі даних з ладу, засоби самоконтролю повинні переводити всю програмувальну електронну систему в найбільш безпечний стан з урахуванням стану керованих систем і пристроїв.

7.10.4.7 Канал передачі даних повинний забезпечувати передачу всієї необхідної інформації в реальному часі та запобігати перевищення обсягу переданої інформації.

7.10.5 Додаткові вимоги для бездротових каналів передачі даних.

7.10.5.1 Застосування бездротових каналів передачі даних для систем категорії III не допускається.

7.10.5.2 Застосування бездротових каналів передачі даних для забезпечення роботи відповідальних пристроїв допускається тільки при наявності альтернативних засобів керування, які можуть бути уведені в дію протягом певного, припустимого в умовах експлуатації, часу.

7.10.5.3 Протоколи бездротової передачі даних повинні відповідати вимогам визнаних міжнародних стандартів і забезпечувати:

1 цілісність переданих інформаційних повідомлень. Запобігання виникнення помилок, їхнє виявлення, оцінку і корекцію з метою уникнути ушкодження або зміни інформації, що втримується в повідомленнях, під час передачі;

2 ідентифікацію пристроїв і конфігурації. Допускається підключення тільки передбачених проектом пристроїв;

3 шифрування інформаційних повідомлень і конфіденційність переданої інформації;

4 захист мережевих ресурсів і запобігання несанкціонованого доступу до них.

7.10.5.4 Частота і рівень передачі радіосигналів повинні відповідати вимогам Міжнародного союзу електрозв'язку ITU (International Telecommunication Union) і Адміністрації держави прапора.

Повинні бути передбачені заходи щодо забезпечення експлуатації систем при неможливості використання бездротових каналів передачі даних внаслідок накладення обмежень на частоти і рівень радіосигналів портовою адміністрацією та місцевою владою.

7.10.5.5 Під час швартовних і ходових випробувань мають бути передбачені випробування обладнання бездротових каналів передачі з метою перевірки відсутності відмов іншого суднового обладнання і систем внаслідок впливу радіочастотної передачі даних, а також збоїв передачі даних по бездротовим каналам зважаючи на наявність електромагнітних завад в очікуваних умовах експлуатації.

7.10.6 Захист від внесення змін.

7.10.6.1 Програмувальні електронні системи категорії II і III повинні бути захищені від внесення змін у програми персоналом (користувачем), що не має на те повноважень.

7.10.6.2 Зміни параметрів систем категорії III її виробником, повинні бути схвалені Регістром.

7.10.6.3 Будь-які зміни програм і/або апаратних засобів, внесені після проведення випробувань, на яких, відповідно із п. 6 табл. 7.10.8, був присутній представник Регістру, повинні бути оформлені відповідною документацією, яка подається для схвалення Регістру.

7.10.7 Технічна документація.

7.10.7.1 Для схвалення програмувальних електронних систем категорій II і III повинна бути подана документація відповідно до 1.4.

У випадку застосування альтернативних конструкцій або пристроїв додатково повинні бути представлені результати відповідного технічного аналізу, проведеного відповідно до вимог відповідного національного або міжнародного стандарту (див. 7.10.2.2).

7.10.7.2 Для усіх випробувань систем, у відповідності із призначеною категорією, повинна бути розроблена і представлена на розгляд програма випробувань, а результати випробувань повинні бути оформлені документально (протоколами).

7.10.7.3 Для систем категорії III повинна бути представлена на розгляд додаткова документація.

Документація повинна включати методику випробувань і критерії оцінки результатів випробувань.

7.10.7.4 Для обладнання бездротової передачі даних додатково повинна бути представлена на розгляд наступна технічна документація:

- .1 керівництво виробника по установленню і обслуговуванню;
- .2 план мережі, із вказівкою конструкції та типів антен, а також місць розташування;
- .3 опис протоколів бездротової передачі даних (див. 7.10.5.3);
- .4 дані про використовувану частоту та рівень застосовуваних радіосигналів;
- .5 дані, підтверджуючі проведення випробувань на відповідність судовим умовам;
- .6 програму випробувань на борту судна (швартовних і ходових).

7.10.7.5 Необхідна документація для схвалення програмувальних електронних систем категорії I повинна надаватися за спеціальною вимогою.

7.10.7.6 Усі внесені зміни або модифікації системи повинні бути документально оформлені виробником і надані для схвалення Регістром.

Наступні значні зміни програмного і апаратного забезпечення систем категорій II і III повинні бути представлені на розгляд і схвалення заново.

Примітка. Значною зміною вважається зміна, яка впливає на функціональність і/або безпеку системи.

7.10.8 Випробування і документи, які оформляються.

Випробування і відповідні документи (Акти, Сертифікати/Свідоцтва) повинні оформлятися відповідно із вимогами табл. 7.10.8.

Таблиця 7.10.8 Випробування і документи, які оформлюються згідно із категорією системи

Вимоги	Постачальник	Системний інтегратор	Власник	Категорія I ¹	Категорія II	Категорія III
1	2	3	4	5	6	7
План управління щодо якості	x	x		A ²	A	A
Звіт про оцінку ризиків		x		I ²	I ²	I ²
Функціональний опис модулів програмного забезпечення (ПЗ) і супутніх апаратних засобів	x(при необхідності)	x			I	I
Підтвердження перевірки кода ПЗ	x(при необхідності)	x			I	I
Підтвердження про проведення функціональних випробувань елементів, що входять до складу систем категорій II і III на рівні модуля ПЗ, підсистеми і системи.	x	x			I	I
Заводські приймально-здавальні випробування, включаючи функціональні випробування і перевірку поведінки при відмовах	x	x			W	W

1	2	3	4	5	6	7
Програми і методики випробувань для проведення функціональних випробувань і випробувань на відмову, включаючи, за запитом Регістра, залежно від наявності відповідних вимог в Правилах, супровідний аналіз наслідків відмов або еквівалентний документ.		x			A	A
Програма імітаційних випробувань для остаточної інтеграції системи.		x			A	A
Імітаційні випробування для остаточної інтеграції системи.		x			W	W
Програма випробувань на судні, швартовних і ходових (які включають випробування бездротових каналів зв'язку)		x			A	A
Швартовні і ходові випробування (які включають випробування бездротових каналів зв'язку)		x				
Перелік і версії ПЗ, встановленого в системі		x				
Функціональний опис ПЗ						
Посібник користувача, включаючи вказівки по технічному обслуговуванню ПЗ						
Перелік інтерфейсів системи з іншими судновими системами						
Перелік стандартів, які використовуються для каналів передачі даних						
Додаткова документація, за вимогою Регістру, при наявності відповідних вимог в Правилах, в т.ч. аналіз наслідків відмов або аналогічний документ						
Актуалізований реєстр ПО		x	x		I	I
Процедури і документація, що відносяться до політики безпеки		x	x		I	I
Програма випробувань на відповідність судновим умовам експлуатації	x	x		A ³	A	A
Випробування на відповідність судновим умовам експлуатації	x	x			W	W
Протоколи випробувань на відповідність судновим умовам експлуатації	x	x		A ³	A	A

Умовні позначення:

x - сторона розробляє і надає Регістру на розгляд відповідну технічну документацію і/або проводить відповідні випробування і представляє Регістру об'єкт технічного спостереження;

A – технічна документація надається на узгодження;

I – технічна документація надається для справки (для інформації);

W – представник Регістру бере участь в випробуваннях.

¹ Регістр може запросити додаткову технічну документацію, за наявності відповідних вимог в Правилах.

² Допускається не проводити оцінку ризиків з урахуванням положень 7.5.3.1.1

³ За наявності відповідних вимог в Правилах.

8. СИСТЕМИ ДИНАМІЧНОГО ПОЗИЦІОНУВАННЯ

8.1 СФЕРА ПОШИРЕННЯ І ЗНАКИ У СИМВОЛІ КЛАСУ

8.1.1 Ці вимоги поширюються на електричне і електронне обладнання та автоматизовані системи керування пропульсивними механізмами систем динамічного позиціонування.

8.1.2 Виконання вимог цього розділу і застосовних вимог інших розділів цієї частини є обов'язковим для суден, до основного символу класу яких відповідно до положень **2.2.9** частини I «Класифікація» додається один із наступних знаків: **DP1**, **DP2** чи **DP3**.

8.2 ВИЗНАЧЕННЯ І ПОЯСНЕННЯ

8.2.1 У цьому розділі, додатково до визначень та пояснень, зазначених в підрозд. **1.2**, прийняті наступні визначення

Електроенергетична система — система, що призначена для забезпечення електричним живленням комплексу в усіх умовах експлуатації, включаючи аварійні, і складається із:

- первинних двигунів генераторів із їх допоміжними механізмами, пристроями і трубопроводами, генераторів;
- розподільних щитів;
- кабельної мережі.

Електроенергетична система може бути як спеціалізованою, так і єдиною електроенергетичною системою судна.

Одинична відмова у системі динамічного позиціонування — відмова або одного активного елемента (підрулювального пристрою, його локальної системи керування, генератора системи живлення, автоматизованого клапана), або одного пасивного елемента (трубопроводу, кабелю живлення чи керування, керованого вручну клапана тощо).

Резервування (надмірність) системи динамічного позиціонування — дублювання чи багаторазове резервування її елементів, при якому комплекс, що складається із електроенергетичної системи живлення і пропульсивних механізмів із їх індивідуальними системами керування, працює під керуванням комп'ютерної системи таким чином, що вихід із ладу окремих систем керування, окремих пропульсивних механізмів чи елементів електроенергетичної системи живлення не впливає на виконання завдання утримання судна над координатою позиціонування.

Система динамічного позиціонування (СДП) — комплекс, призначений для автоматичного і дистанційного автоматизованого керування пропульсивними механізмами судна із метою динамічного утримання його над координатою позиціонування із заданою точністю в умовах впливу зовнішніх сил, які діють на судно.

Комплекс повинний складатися принаймні із наступних систем:

- електроенергетичної, яка забезпечує живлення комплексу;
- пропульсивних механізмів, які забезпечують необхідні вектор і величину упору, що компенсують зовнішні впливи;

керування, що складається із комп'ютерної обчислювальної системи із відповідним програмним забезпеченням, інформаційними моніторами, комплексом датчиків зовнішніх впливів і датчиків положення судна, а також органів керування.

Система пропульсивних пристроїв (механізмів) — система, що призначена для створення і підтримки у кожний момент часу відповідних гідродинамічних вектору та упору, здатних компенсувати зовнішні впливи на судно.

Система повинна складатися із:

- електромашинних підрулювальних механізмів, із їх приводами і допоміжними пристроями, включаючи трубопроводи і цистерни систем гідравліки (при наявності);

головної пропульсивної установки судна і рулів, якщо вони керуються системою динамічного позиціонування;

електричного і електронного обладнання індивідуального керування пропульсивними механізмами;

органів ручного та автоматизованого керування усіма пропульсивними пристроями спільно і кабельної мережі, зв'язаної із усіма механізмами і системами.

Система керування динамічним позиціонуванням — електрична й електронна програмувальна система, яка призначена для керування пропульсивними механізмами судна і складається із:

- системи комп'ютерів, їх програмного забезпечення й інтерфейсів,
- системи автоматизованого керування пропульсивними механізмами із застосуванням одного органа керування (джойстика) чи декількох органів керування,
- системи датчиків визначення положення судна і зовнішніх сил, що впливають на судно, та датчиків зворотних зв'язків,
- системи операторських пультів із органами керування та інформаційними моніторами,
- системи створення керуючих параметрів впливу пропульсивними механізмами на судно і контролю заданого положення,
- кабельної силової, інформаційної і керуючої мережі.

8.3 ОБСЯГ НАГЛЯДУ

8.3.1 Технічному нагляду при виготовленні і експлуатації підлягає наступне обладнання систем динамічного позиціонування:

- електричні машини і електромашинні перетворювачі;
- силові статичні напівпровідникові перетворювачі і трансформатори;
- розподільні щити;
- пристрої безперебійного живлення;
- кабельна силова і керуюча мережа, у тому числі інформаційна;
- пульти керування і контролю;
- пускова, захисна, регульовальна і комутаційна апаратура;
- комп'ютери і комп'ютерні системи із програмним забезпеченням;
- системи датчиків положення судна,
- інші види обладнання — за вимогою Регістра.

8.4 ТЕХНІЧНА ДОКУМЕНТАЦІЯ

8.4.1 До початку нагляду при виготовленні електричного та електронного обладнання системи динамічного позиціонування повинна бути представлена на розгляд Регістру наступна документація:

- пояснювальна записка із описом принципу дії та обґрунтуванням рівня резервування системи;
- специфікація (перелік обладнання, що застосовується) із указівкою приладів і пристроїв, що використовуються, та їх технічних характеристик;
- креслення розміщення пропульсивних агрегатів системи і схема кабельних трас із указівкою способів прокладання і проходження через водонепроникні і протипожежні перегородки;
- креслення загального розташування пультів і щитів керування із указівкою домінуючих і підлеглих постів керування;
- принципові і функціональні схеми керування силовими агрегатами,
- функціональні схеми комп'ютеризованої системи керування із указівкою вхідних і вихідних сигналів і зворотних зв'язків;
- система самоконтролю і система аварійно-попереджувальної сигналізації;
- креслення розташування і схеми комплекту датчиків визначення і контролю положення судна і їх зв'язків із системою керування;
- програма випробувань системи керування;
- аналіз наслідків відмов (FMEA) для систем динамічного позиціонування на судах зі знаками **DP2** і **DP3** у символі класу;
- номенклатура запасних частин.

8.5 КОНСТРУКЦІЯ СИСТЕМ ДИНАМІЧНОГО ПОЗИЦІОНУВАННЯ, КЛАСИ

8.5.1 Конструкція систем керування динамічним позиціонуванням повинна відповідати загальним вимогам, викладеним у розділі 2.

8.5.2 Якщо основні механізми (пропульсивна установка) і рульова установка самохідного судна входять до складу системи динамічного позиціонування, то на них крім вимог, що відносяться до механізмів пропульсивної установки і рульової установки, у повній мірі поширюються вимоги цього розділу.

8.5.3 Системи динамічного позиціонування повинні підрозділятися на класи, виходячи із ваги наслідків втрати стабілізації положення судна над координатою позиціонування.

8.5.4 Система динамічного позиціонування класу 1, що відповідає по своїм характеристикам знаку **DP1** у символі класу судна, є системою із мінімальним резервуванням, як зазначено у **8.5.8**. При цьому втрата положення судна над координатою позиціонування може відбутися при одиничній відмові, яка визначена у **8.2.1**.

8.5.5 Система динамічного позиціонування класу 2, що відповідає по своїм характеристикам знаку **DP2** у символі класу судна, повинна мати резервування, що забезпечує утримання судна над координатою позиціонування при одиничній відмові у будь-якому активному елементі системи. При цьому мається на увазі, що відмова у будь-якому пасивному елементі системи виключена за рахунок наявності відповідного захисту від механічних пошкоджень і властивостей елемента, підтверджених сертифікатом Регістра.

8.5.6 Система динамічного позиціонування класу 3, що відповідає по своїм характеристикам знаку **DP3** у символі класу судна, повинна мати резервування, що забезпечує утримання судна над координатою позиціонування при одиничній відмові елементів у наступних варіантах:

відмова у будь-якому одному, визначеному у **8.2.1**, активному і пасивному елементі, що знаходяться в різних водонепроникних відсіках, чи

відмова активних і пасивних елементів, що знаходяться в будь-якому одному із водонепроникних відсіків у результаті затоплення або пожежі, чи

відмова активних і пасивних елементів, що знаходяться в будь-якій із протипожежних зон у результаті пожежі або вибуху.

8.5.7 Для систем динамічного позиціонування класів 2 і 3 помилка оператора чи його некомпетентність повинні розглядатися як одинична відмова, і ця відмова не повинна приводити до втрати стабілізації положення судна над координатою позиціонування.

8.5.8 Система динамічного позиціонування класу 1 повинна мати резервування наступних елементів:

системи керування комплексом (однієї ручної системи керування і другої — комп'ютеризованої);
системи датчиків положення.

8.5.9 Система динамічного позиціонування класу 2 повинна мати резервування наступних елементів:

електроенергетичної системи живлення;
виконавчих підрулювальних пристроїв із їх локальними системами керування;
комп'ютеризованої системи керування комплексом;
системи датчиків положення.

8.5.10 Система динамічного позиціонування класу 3 повинна мати резервування елементів, як для класу 2, але додатково усі резервовані елементи повинні бути розділені водонепроникними чи протипожежними перегородками класу А-60.

8.5.11 Резервні елементи, що забезпечують необхідну надійність системи, повинні або постійно функціонувати, або включатися в роботу, при необхідності, негайно. Переключення на резервний елемент повинне бути або автоматичним, або за допомогою простих операцій оператора. Переключення не повинне викликати надмірних коливальних процесів режиму позиціонування.

8.6 ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНА СИСТЕМА

8.6.1 Система живлення для пропульсивних агрегатів повинна мати достатню потужність і вчасно реагувати на зміни, що викликані необхідними у даний період режимами роботи.

8.6.2 Для систем динамічного позиціонування класу 1 система живлення може бути без резервування.

8.6.3 Для систем динамічного позиціонування класу 2 система живлення повинна мати можливість поділу, як мінімум, на дві незалежні системи, кожна з яких повинна мати потужність, достатню для забезпечення усіх режимів роботи пропульсивних механізмів.

В процесі експлуатації система живлення повинна мати можливість функціонувати як єдина система енергопостачання.

8.6.4 Для систем динамічного позиціонування класу 3 система живлення повинна мати характеристики, що вказані у **8.6.3**, але на додаток до них повинна бути фізично розділена вогнестійкою конструкцією (перегородкою) класу А-60 на дві незалежні системи.

Якщо електроенергетичні системи живлення розташовуються нижче експлуатаційної ватерлінії, вони повинні бути розділені водонепроникними перегородками.

У процесі експлуатації такі системи живлення повинні функціонувати роздільно, за винятком випадків, що є предметом спеціального розгляду Регістром.

8.6.5 Якщо передбачається автоматизована система керування електроенергетичною системою живлення, вона повинна бути резервована.

8.6.6 Живлення для систем керування повинне бути виконане як від основного, так і від аварійного джерел електричної енергії.

У випадку втрати живлення від одного із джерел енергії, на постах керування повинна передбачатися аварійно-попереджувальна сигналізація.

8.6.7 Живлення для програмувальних електронних систем (комп'ютерних чи мікропроцесорних (PLC) систем) повинне бути виконане таким чином, щоб були зведені до мінімуму сплески напруги, гармонійні перешкоди і був забезпечений захист від помилкового (протиполярного) підключення.

8.6.8 Для систем динамічного позиціонування, що мають залежно від класу відповідне резервування (надмірність), має бути передбачене наступне:

.1 система живлення повинна бути обладнана пристроєм автоматичного переключення на резервне джерело, що має відповідні характеристики якості, в тому числі і у відношенні стабілізації;

.2 операції по переключенню на резервне джерело енергії не повинні переривати чи порушувати процедури, що зв'язані із забезпеченням безпеки установки;

.3 повинна бути звернена особлива увага на:

достатність ємності акумуляторних батарей;

відповідність обладнання зарядних пристроїв відповідним акумуляторам;

обладнання інверторів;

системи контролю навантаження;

системи захисту;

пристрої заземлення;

розподільні пристрої;

пристрої синхронізації, що забезпечують переключення на резервні джерела енергії чи на резервні системи живлення.

8.7 СИСТЕМА ПРОПУЛЬСИВНИХ (ПІДРУЛЮВАЛЬНИХ) МЕХАНІЗМІВ

8.7.1 Кожний електричний привод підрулювальних пристроїв повинний одержувати живлення по індивідуальному ланцюгу живлення без використання загальних фідерів чи загальних пристроїв захисту і мати незалежний пристрій аварійної зупинки електродвигуна, що приводиться в дію із поста керування.

8.7.2 Кожний електричний привод повинний мати власну систему керування, що одержує живлення по індивідуальному ланцюгу без використання загальних фідерів живлення чи загальних пристроїв захисту.

8.7.3 Положення лопаті гвинта та азимут (напрямок) упору поворотних підрулювальних пристроїв, при виході із ладу електроприводу повинні залишатися попередніми, без значних відхилень.

Відновлення керування підрулювальним пристроєм повинне виконуватися вручну.

8.7.4 Для виключення взаємного електромагнітного впливу між командними сигналами, сигналами зворотних зв'язків локальних систем керування та електронної (комп'ютерної) системи керування динамічного позиціонування, зазначені системи керування повинні відповідати вимогам, викладеним у 2.2 частини XI «Електричне обладнання».

8.7.5 Кожна електрична і гідравлічна система керування повинна бути забезпечена дубльованим живленням за допомогою індивідуальних кіл без використання загальних фідерів живлення чи загальних пристроїв захисту.

8.7.6 Повинні бути передбачені ланцюги резервного живлення із автоматичним переключенням на них при виході з ладу основного живлення не тільки для системи керування, але і для силового живлення підрулювальних пристроїв.

8.7.7 Операції по переключенню живлення систем керування із основних фідерів на резервні не повинні приводити до втрати живлення обладнання і пристроїв.

8.7.8 Сигнали зворотних зв'язків різних параметрів, які характеризують стан судна, інформація про енергію, що споживається для утримання судна над координатою позиціонування і деякі інші параметри є найважливішими.

Система динамічного позиціонування повинна бути здатна порівнювати ці сигнали, ініціювати систему АПС при їх несправностях і продовжувати утримувати судно над координатою позиціонування, використовуючи сигнали зворотних зв'язків від інших датчиків.

8.8 ПОСТИ КЕРУВАННЯ

8.8.1 Головний пост керування системою динамічного позиціонування повинний бути, як правило, суміщений із головним постом керування на ходовому містку, звідки є достатній огляд країв судна і навколишнього простору.

На лицьовій панелі пультів керування динамічним позиціонуванням повинна виводитися постійна світлова сигналізація та індикація нормального функціонування наступних елементів:

електроенергетичної системи живлення (число працюючих генераторів і перетворювачів, їх навантаження, готовність резервних агрегатів),

системи силових підрулювальних пристроїв, (число пристроїв, режим роботи системи, навантаження, стан локальних систем керування),

системи керування динамічним позиціонуванням (стан основного і резервного живлення, величини і напрямки упорів підрулювальних пристроїв відносно осей судна, індикація його позиції над координатою позиціонування, стан обчислювальної комп'ютерної системи і стан системи датчиків про положення судна, інша необхідна для забезпечення безпеки функціонування СДП інформація).

Інформація по інших параметрах окремих пристроїв і механізмів повинна надаватися оператору за його викликом.

8.8.2 Система переключення моніторів і органи керування повинні бути виконані із урахуванням вимог національних стандартів ергономіки.

Вибір режимів керування підрулювальних пристроїв повинний здійснюватися простими діями оператора, при цьому обраний режим керування повинний бути чітко відмінним від інших наступних режимів, що передбачаються:

ручного дистанційного керування пропульсивними механізмами із локальних постів,

керування системою джойстиків із головного поста керування,

автоматичного (комп'ютерного) керування.

8.8.3 Для систем динамічного позиціонування класів 2 і 3 конструкція органів керування і електронна логіка керування повинні бути такими, щоб несанкціоновані чи некомпетентні дії оператора не могли стати причиною порушення нормального режиму позиціонування.

8.8.4 Аварійно-попереджувальна сигналізація системи динамічного позиціонування (АПС СДП) повинна відповідати загальним вимогам, викладеним у 2.4.

8.8.5 Система АПС СДП, крім звукових і світлових сигналів, що відносяться до механізмів і пристроїв системи динамічного позиціонування, повинна містити текстову і графічну інформацію про типові виходи із ладу елементів системи і рекомендації оператору щодо необхідних заходів для утримання судна над координатою позиціонування.

8.8.6 Система керування динамічним позиціонуванням повинна мати логіку, що забезпечує неможливість розвитку несправностей і їх переходу із однієї системи на іншу.

Резервовані елементи системи повинні взаємодіяти таким чином, щоб у випадку виходу із ладу одного із них, він був ізольований (відключений), а інший вступив у дію. При цьому на моніторах повинна бути представлена достатня як візуальна, так і звукова сигналізація про процес переходу на резервний елемент.

8.8.7 Система керування повинна передбачати можливість швидкого переходу із автоматичного керування на дистанційне ручне керування підрулювальними пристроями, як за допомогою декількох джойстиків (по числу підрулювальних пристроїв), так і за допомогою одного загального джойстика. Таким же швидким повинний бути і перехід із ручного керування на автоматичне (комп'ютерне).

8.9 КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ СДП

8.9.1 Для комп'ютерних систем, що застосовують у системах керування динамічним позиціонуванням класу 1, вимоги до резервування не пред'являються.

8.9.2 Комп'ютерні системи, що застосовують у системах керування динамічним позиціонуванням класу 2, повинні бути дубльовані і незалежні одна від одної. Несправності загальних пристроїв,

таких як пристрої сполучення, передачі даних, інформаційні шини і програмне забезпечення, у тому числі самоконтролю, не повинні виводити із ладу обидві системи.

8.9.3 Комп'ютерні системи, що застосовують у системах керування динамічного позиціонування класу 3, повинні бути дубльовані, як зазначено у **8.9.2**, і, крім того, повинна бути передбачена одна незалежна резервна система керування динамічним позиціонуванням, розташована в особливому приміщенні, відділеному від головного поста керування вогнестійкою конструкцією класу А-60 (див. також **2.1.5.8** частини VI «Протипожежний захист»).

У ході процесу нормального керування динамічним позиціонуванням резервна система повинна знаходитися у режимі постійної готовності у включеному стані і у режимі автоматичного введення даних від датчиків системи контролю координат положення судна, датчиків зворотного зв'язку підрулювальних пристроїв тощо.

Переключення на резервну систему повинне бути можливим у будь-який момент і повинне виконуватися вручну із резервного поста керування.

8.9.4 Для комп'ютерних систем керування класів 2 і 3 повинна бути передбачена програма аналізу наслідків відмов, яка здійснює перевірку можливості збереження положення судна над координатою позиціонування при відмовах агрегатів і пристроїв системи динамічного позиціонування, що здатні привести установку в найбільш важкі аварійні умови.

Програма аналізу повинна підтвердити, що підрулювальні пристрої, які залишилися у роботі після типової відмови, можуть забезпечити ті ж результуючі гідродинамічні вектор і упор, що були потрібні до виникнення відмови при наявних погодних умовах.

8.9.5 Якщо програма аналізу наслідків підтверджує неможливість збереження положення судна над координатою позиціонування, то у цьому випадку повинна включатися аварійно-попереджувальна сигналізація.

8.9.6 При проведенні операцій, для безпечного закінчення яких потрібний тривалий час, програма аналізу наслідків повинна мати функцію моделювання величин упору і необхідної потужності, що будуть забезпечені після відмови, здатної привести установку в найбільш важкі аварійні умови, при уведенні даних про погодні умови вручну.

8.9.7 У резервованих комп'ютерних системах повинне бути передбачене автоматичне переключення функцій керування при виході із ладу в одній із комп'ютерних систем.

Перехід керування із однієї системи на іншу повинний бути без особливих впливів, що збурюють, на підрулювальні пристрої, які знаходяться у режимі позиціонування.

8.9.8 Для кожної комп'ютерної системи керування повинна бути передбачена система незалежного безперервного живлення, що забезпечує живлення комп'ютерів протягом не менше 30 хвилин у випадку втрати живлення від суднової мережі.

8.9.9 Прикладні програми і база даних повинні бути захищені від пошкоджень чи втрати даних унаслідок несправностей у системі живлення, тобто повинні зберігатися в постійній (ROM) пам'яті чи у пам'яті із безперервним незалежним живленням.

8.10 СИСТЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЕПОЛОЖЕННЯ (КООРДИНАТ) ПОЗИЦІОНУВАННЯ

8.10.1 Системи визначення місцеположення (координат) позиціонування для систем динамічного позиціонування класу 1 повинні проектуватися виходячи із вимог експлуатації із урахуванням прийнятих робочих характеристик.

8.10.2 Для систем динамічного позиціонування класів 2 і 3 повинні бути передбачені, принаймні, три незалежні системи визначення місця розташування, що працюють на різних принципах, які повинні одночасно та погоджено функціонувати у діючій системі керування динамічним позиціонуванням.

8.10.3 Системи визначення місцеположення повинні забезпечувати достатню точність даних, повинна бути передбачена світлова і звукова сигналізація про відхилення даних від достовірних чи надмірному ослабленні інформаційних сигналів.

8.10.4 Для систем динамічного позиціонування класу 3 одна із систем визначення місцеположення повинна бути з'єднана із резервною системою керування і розташована в особливому приміщенні, відділеному від приміщень інших систем визначення місцеположення вогнестійкою конструкцією класу А-60.

8.11 ДАТЧИКИ ПАРАМЕТРІВ ВПЛИВУ НА СУДНО ЗОВНІШНІХ СИЛ

8.11.1 Для системи динамічного позиціонування повинні бути передбачені, як мінімум, наступні датчики, що вимірюють вплив сил діючих на судно, чи самі сили, що впливають на судно:

курс;
величина хитавиці;
швидкість вітру;
напрямок вітру.

8.11.2 Для систем динамічного позиціонування класів 2 і 3 сигнали від датчиків зовнішніх сил повинні бути передбачені, як мінімум, від трьох незалежних систем по кожному параметру (за курсом, наприклад, повинні бути передбачені три гірокомпаси).

8.11.3 Для систем динамічного позиціонування класу 3 одна група датчиків кожного типу повинна задовольняти, крім вимог, зазначених у **8.11.2**, вимоги по відмежуванню їх від інших датчиків протипожежною конструкцією класу А-60.

8.12 СИСТЕМА АВАРІЙНО-ПОПЕРЕДЖУВАЛЬНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ (АПС)

8.12.1 На додаток до вимог, що викладені у **2.4**, система АПС повинна мати засоби, що забезпечують збереження та індикацію інформації по «першій несправності».

8.12.2 Контрольовані параметри системи АПС повинні бути структурно розділені на параметри, що у визначеній мірі є інформаційними, і на параметри, за якими при їх спрацьовуванні потрібно прийняття персоналом негайних дій.

Перелік параметрів наведений у табл. 8.12.2.

Таблиця 8.12.2

Параметр	АПС	Примітки
Комп'ютерна система керування	Несправність ¹	Автоматичне переключення на резервну
Курс	Відхилення за допустиму межу	—
Положення над координатою позиціонування	Відхилення за допустиму межу	—
Система живлення	Несправність	Автоматичне переключення на резервну
Система визначення місця розташування позиціонування	Несправність. Похибка. Невідповідність прив'язки	По кожній системі визначення місця розташування
Гірокомпас	Похибка. Невідповідність	Автоматичне переключення на резервний
Система визначення місцеположення позиціонування	Похибка. Невідповідність	Автоматичне переключення на резервну
Датчик вітрового тиску	Похибка Невідповідність	Автоматичне переключення на резервний
Тиск масла гідравлічної системи «Натягнутий трос»	Мінімальне	Параметри АПС можуть бути узагальненими
Температура масла гідравлічної системи «Натягнутий трос»	Максимальна	Те ж саме
Рівень масла у цистерні гідравлічної системи «Натягнутий трос»	Мінімальний	Те ж саме
Сигнал відхилення системи «Натягнутий трос»	Граничне відхилення	—
Сумарна електрична потужність, що споживається	Перевищення	Регульована у межах 50 - 100%
Температура повітря системи кондиціонування повітря для комп'ютерів	Максимальна	—
Робочий стан основних блоків (підсистем)	Зміна стану	—

¹ Комп'ютерна система повинна бути здатна використовувати останню інформацію про позицію у випадку, якщо одна чи більше систем визначення координат позиціонування будуть несправні чи не включені.

8.13 КАБЕЛЬНІ ТРАСИ І ТРУБОПРОВОДИ МЕХАНІЗМІВ І ПРИСТРОЇВ СДП

8.13.1 Для систем динамічного позиціонування класів 1 і 2 кабельні траси електричного обладнання і систем керування, а також трубопроводи гідравліки, палива, мастила тощо, повинні прокладатися із урахуванням вимог, викладених у **16.8.4** частини XI «Електричне обладнання» і розд. 5 частини VIII «Системи і трубопроводи».

8.13.2 Для систем динамічного позиціонування класу 3 кабельні траси резервного електричного і електронного обладнання і трубопроводи резервних обслуговуючих систем і систем керування не повинні проходити разом із кабельними трасами і системами основного обладнання через ті самі приміщення (відсіки).

Таке прокладання допустиме тільки у випадку, якщо кабельні траси резервного обладнання будуть прокладені у вогнезахисних кабельних каналах класу А-60. Сполучні коробки для кабелів у таких каналах не допускаються.

9. СИСТЕМА ЯКІРНОГО ПОЗИЦІОНУВАННЯ

9.1 СФЕРА ПОШИРЕННЯ

9.1.1 Ці вимоги поширюються на системи автоматизованого керування механізмами систем якірного позиціонування.

9.1.2 Виконання вимог цього розділу і застосовних вимог інших розділів цієї частини є обов'язковим для суден, обладнаних системою якірного позиціонування, до основного символу класу яких, відповідно до положень **2.2.10** частини I «Класифікація», додається один із наступних знаків: **POSMOOR** чи **POSMOOR-TA**.

9.2 ВИЗНАЧЕННЯ І ПОЯСНЕННЯ

9.2.1 Система якірного позиціонування — комплекс систем, механізмів та пристроїв, призначений для утримання судна над координатою позиціонування із заданою точністю в умовах впливу зовнішніх сил, які діють на судно, за допомогою установлених якірних натягнутих ліній.

9.2.2 Якірне позиціонування із застосуванням допоміжних рушіїв — означає застосування пропульсивної установки судна і його підрулювальних пристроїв, спільно із системою якірного позиціонування.

9.3 СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

9.3.1 Кожна якірна лебідка повинна мати власну незалежну систему керування, що одержує живлення від власного фідера із індивідуальним пристроєм захисту.

9.3.2 Кожна якірна лебідка повинна мати пост керування, розташований таким чином, щоб із нього був забезпечений достатній огляд при операціях із якорем, із урахуванням його заведення судном-завізником.

9.3.3 На кожному посту керування якірною лебідкою повинні бути передбачені прилади, що контролюють натяг якірного ланцюга або троса, навантаження (струм) лебідки і довжину попущеного якірного ланцюга або троса, швидкість попускання і вибирання ланцюга або троса.

9.3.4 Пост керування якірними операціями, у якому перебуває обслуговуючий персонал, повинний бути обладнаний приладами, які показують величину натягу якірних ланцюгів, величину швидкості і напрямку вітру. Там же повинні бути передбачені засоби зв'язку із усіма постами керування, зв'язаними із забезпеченням якірних операцій.

9.3.5 На місцевих і дистанційних постах керування повинні бути передбачені пристрої аварійного від'єднання якорів від судна, які зберігають свою працездатність також у випадку втрати живлення від основного джерела електричної енергії шляхом автоматичного переключення їх на резервне джерело. При цьому не вимагається, щоб зазначені кола керування отримували живлення від незалежного джерела.

9.3.6 Пристрої аварійного від'єднання повинні надійно спрацьовувати при навантаженні не менше мінімального розрахункового розривного навантаження якірного ланцюга/троса, а також при максимально можливому, стосовно аварійної остійності та умов затоплення, куті крену і диференту.

9.3.7 У центральному посту керування якірними операціями і на місцевих постах керування якірними лебідками повинні бути передбачені наступні сигнали АПС:

перевищення допустимого натягу якірного ланцюга/ троса;

зниження натягу якірного ланцюга/троса нижче допустимого.

9.3.8 У центральному посту керування якірними операціями повинна бути передбачена сигналізація, яка попереджує про відхід судна із координати позиціонування і про відхилення курсу судна від заданого.

Повинна бути передбачена можливість завдання уставок спрацьовування зазначеної сигналізації у допустимих межах.

Уставки спрацьовування повинні чітко ідентифікуватися.

Повинні бути вжиті заходи проти самовільного/ненавмисного перенастроювання.

9.4 ДОПОМІЖНІ ПІДРУЛЮВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ ДЛЯ ЯКІРНИХ СИСТЕМ

9.4.1 Якщо для збереження робочої позиції судна на доповнення до якірних систем використовуються допоміжні підрулювальні пристрої, то відносно останніх, повинні виконуватися вимоги підрозділу **8.7**.

9.4.2 На системи керування допоміжних підрулювальних пристроїв, включаючи централізоване мікропроцесорне керування, поширюються застосовні вимоги, стосовні до систем динамічного позиціонування, викладені у підрозділах **8.7** та **8.8**.

9.4.3 Вірогідність вхідних сигналів системи керування допоміжними рушіями повинна забезпечуватися відповідним опрацюванням.

Усі похибки, що виявляються при перевірці вірогідності, повинні викликати спрацьовування сигналізації.

ЧАСТИНА XIII. МАТЕРІАЛИ

1.ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 ОБЛАСТЬ ПОШИРЕННЯ

1.1.1 Ця частина Правил поширюється на матеріали і вироби, які підлягають відповідно до вимог інших частин Правил нагляду Регістру під час виготовлення.

Вимоги, які стосуються вибору і застосування матеріалів і виробів, викладені у відповідних частинах Правил.

Вимоги до об'єму оглядів і випробувань при первинному огляді виробництва матеріалів і виробів, а також при здійсненні технічного нагляду Регістра в процесі їх виготовлення, викладені в частині 3 «Технічний нагляд за виготовленням матеріалів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів та виробів.

1.1.2 Якщо не вказане інше, об'єм вимог, що пред'являються, до матеріалів регламентується цією частиною Правил.

1.1.3 Матеріали, до яких за умов їх роботи в конструкції або виробі застосовуються вимоги, не передбачені цією частиною, а також не регламентовані цією частиною матеріали, хімічний склад, механічні і експлуатаційні властивості яких не розглядалися Регістром для цього призначення, підлягають розгляду Регістром спільно з обґрунтуваннями у вигляді нормативних документів, результатів розрахунків або випробувань. Обґрунтування до застосування повинні підтверджувати рівень безпеки конструкції або виробу не менший, ніж це потрібно відповідними розділами Правил. Вимоги до технічного нагляду за металевими матеріалами викладені в розділі **2.4.1.3** частини 3 «Технічний нагляд за виготовленням матеріалів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів та виробів.

Матеріали, які виготовляються відповідно до міжнародних або національних стандартів, за специфікаціями, або іншою технічною документацією, можуть бути допущені Регістром для конкретного призначення за умов виконання застосовних вимог Правил.

Регістр може допустити поставку матеріалів і виробів тільки за стандартами, специфікацією або технічною документацією, яка розглядалась Регістром. За наявності розбіжностей між зазначеною вище документацією і Правилами, випробування матеріалів та їх оцінка повинні здійснюватися з урахуванням найбільш жорстоких вимог.

1.1.4 Вид технічного нагляду за матеріалами і вимоги до їх підприємств-виробників визначаються для кожного об'єкту застосування відповідно до Номенклатури об'єктів технічного нагляду Регістра (див. додаток 1 частини I «Загальні положення з технічного нагляду» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів і виробів.).

1.2 ВИЗНАЧЕННЯ І ПОЯСНЕННЯ

Визначення і пояснення, які стосуються загальної термінології Правил, зазначені в Загальних положеннях класифікаційної та іншої діяльності та частині I «Класифікація» Правил класифікації та побудови суден¹.

У цій частині Правил прийняті такі визначення і пояснення:

Визнана лабораторія - лабораторія (центр), внесена до переліку лабораторій (центрів), які мають Свідоцтва про акредитацію випробувальних лабораторій.

Визнане підприємство – підприємство, внесене до переліку визнаних (схвалених) матеріалів і підприємств-виробників.

Вироби – у цій частині під терміном «вироби» розуміються напівфабрикати, ланцюги і комплектуючі до них, а також триси.

Здавальні (сертифікаційні) випробування - визначений Правилами Регістру або узгодженою з ним документацією обсяг випробувань продукції, яка поставляється під наглядом Регістру, на основі результатів якого можуть бути оформлені сертифікати Регістру.

¹ Далі - частина I «Класифікація».

Зет-сталь – сталь із гарантованим рівнем пластичних властивостей у напрямку товщини прокату, призначена для виготовлення зварних конструкцій, спроможна сприймати значні напруження, перпендикулярні поверхні прокату.

Зразок – виготовлений із проби виріб визначеної форми і розмірів, на якому проводиться визначення механічних, технологічних та інших властивостей матеріалу під час випробувань.

Клеймо Регістру – тавро, штемпель або пломбір певного, регламентованого Регістром виду, які наносяться на продукцію у кінцевому її вигляді або в процесі виготовлення з метою підтвердження здійснюваного Регістром нагляду та ідентифікації продукції згідно з виданими на неї документами.

Напівпродукт – злиток, сляб, блям, заготівка, які у подальшому піддаються переробці і/або технологічній обробці.

Напівфабрикат – виливок, поковка, лист або труба тощо, які у подальшому, при використанні за призначенням, піддаються механічній або технологічній обробці.

Партія – обмежена кількість напівфабрикатів або виробів, на які поширюються результати проведених в установленому порядку випробувань.

Первісні випробування – визначений обсяг контрольних випробувань, який регламентований спеціальною, схваленою Регістром програмою і виконуваний під час огляду підприємства Регістром з метою видачі йому Свідоцтва про визнання виробника.

Проба – частина напівфабрикату або виробу або спеціально виготовлена заготовка, із якої виготовляються зразки для випробувань.

Свідоцтво про визнання виробника (СВВ) – документ, який підтверджує відповідність продукції, що виготовляється підприємством, і умов її виробництва вимогам Правил Регістру і який гарантує внесення підприємства до переліку визнаних матеріалів і підприємств-виробників.

Сертифікат підприємства – документ підприємства, який засвідчує відповідність певного обсягу конкретного виду продукції вимогам замовлення і який підтверджує виготовлення продукції у повній відповідності з діючою на підприємстві технологією.

Сертифікат видається підприємством і повинен бути засвідчений підписом відповідальної особи від контролюючого якості продукції органу підприємства.

Сертифікат про типові схвалення (СТС) – документ, який підтверджує відповідність продукції, яка виготовляється підприємством, вимогам Правил Регістру і який гарантує внесення підприємства до переліку схвалених (визнаних) матеріалів і підприємств-виробників.

Сертифікат Регістру – документ, який засвідчує відповідність певного обсягу конкретного виду продукції вимогам Правил Регістру і, якщо обумовлено окремо, вимогам замовлення. Сертифікат видається інспектором Регістру при здійсненні нагляду за виготовленням продукції.

Сертифікація системи якості – дія Регістру або іншої уповноваженої Регістром організації, яка засвідчує, що забезпечується необхідна впевненість у тому, що належним чином ідентифікована система Організації відповідає вимогам міжнародних стандартів ISO серії 9000 або відповідним національним вимогам.

Шаруватий розрив – руйнування елементів зварних конструкцій, виготовлених з листового прокату або труб, як наслідок значних зварювальних напружень і/або зовнішніх навантажень у напрямку, перпендикулярному до поверхні прокату.

1.3 ОБСЯГ НАГЛЯДУ

1.3.1 Загальні вказівки.

1.3.1.1 Загальні положення, які визначають обсяг і порядок здійснення технічного нагляду, викладені у Загальних положеннях класифікаційної та іншої діяльності.

1.3.1.2 До початку виробництва продукції під технічним наглядом підприємство має бути визнане Регістром. З цією метою виконується огляд виробництва яке включає:

.1 розгляд і визнання технічної документації, яка визначає властивості і умови виробництва.

Розгляд технічної документації на матеріали і вироби, як правило, здійснюється до проведення випробувань матеріалів;

.2 огляд безпосередньо виробництва і існуючої на підприємстві системи контролю якості, проведення контрольних випробувань.

В процесі виконання цих заходів повинна підтвердитися відповідність параметрів виробництва і продукції вимогам документації (див. **1.3.1.2.1**) і Правил Регістра, а також належний рівень стабільності якості;

.3 оформлення результатів огляду:

оформлення Свідоцтва про визнання виробника (СВВ) або Свідоцтва про типові схвалення (СПТС) (при позитивних результатах);

підготовка висновку про неможливість оформлення згаданих вище документів Регістра (при незадовільних результатах).

Усі процедури, необхідні для отримання Свідоцтва про визнання виробника і Свідоцтва про типові схвалення, які підтверджують визнання підприємства і його продукції Регістром виконуються згідно з вимогами розд. 2 і 3 частини 3 «Технічний нагляд за виготовленням матеріалів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів і виробів на підставі заявок підприємств.

1.3.1.3 В процесі виробництва огляд матеріалів і виробів при здійсненні технічного нагляду включає:

.1 випробування і огляд;

.2 оформлення документів (див. 1.4.3) за результатами випробувань і огляду.

1.3.2 Випробування.

1.3.2.1 Контрольні випробування у процесі визнання підприємства проводяться по схваленій Регістром програмі. Програма складається на основі відповідних вимог цієї частини Правил, національних чи міжнародних стандартів та іншої технічної документації.

Випробування під технічним наглядом Регістра, у процесі виготовлення продукції, повинні виконуватися у відповідності із вимогами цієї частини, у залежності від представлених на випробування матеріалів і виробів, і/або визнаних Регістром стандартів і специфікацій.

1.3.2.2 Місце і час проведення необхідних випробувань повинні бути заздалегідь визначені виробником. Добір проб, методики випробувань, схеми вирізки зразків повинні виконуватися відповідно до застосовних вимог Правил (згідно з розд. 2).

Якщо не застережене інше, на проби і зразки представником Регістра повинне бути нанесене клеймо, а випробування повинні проводитися у його присутності.

1.3.2.3 При незадовільних результатах випробувань, якщо у відповідних розділах цієї частини не застережене інше, повторні випробування повинні виконуватися із дотриманням наступних умов:

1.3.2.3.1 Випробування на розтягування.

Від напівфабрикату, що не витримав випробування, із місць, максимально наближених до місця первісної вирізки проб, може бути відібрана подвоєна кількість зразків.

Якщо результати випробувань на цьому додатковому (подвоєному) комплекті зразків задовільні, то представлений до випробувань напівфабрикат і відповідна партія можуть бути прийняті.

Якщо хоча б на одному зразку (з комплекту додаткових) результат випробувань незадовільний, представлений напівфабрикат бракується. Проте інші напівфабрикати партії можуть бути прийняті Регістром за умови, що позитивні результати випробувань були отримані на двох інших напівфабрикатах від цієї ж партії. Якщо на одному із двох додатково відібраних напівфабрикатів будуть отримані незадовільні результати, бракується вся партія;

1.3.2.3.2 Випробування на ударний згин.

Незадовільними результатами випробування є наступне:

середня величина трьох результатів випробувань на ударний згин (KV) не відповідає встановленим вимогам;

більше ніж один результат із трьох нижче необхідної середньої величини;

на будь-якому із зразків результат більше ніж на 30 % нижче необхідної середньої величини.

У будь-якому із перерахованих випадків повторні випробування можуть бути проведені на додатковому комплекті зразків, відібраному з того ж напівфабрикату у місці, максимально наближеному до місця попереднього добору.

Представлений напівфабрикат і партія можуть бути прийнятими, якщо нова середня величина результатів випробувань (три виконаних плюс три додаткових) вище необхідної середньої величини, і не більше, ніж два результати із шести, нижче згаданої необхідної середньої величини, і не більше ніж на одному зразку отриманий результат на 30% нижче необхідного.

Якщо результати повторних випробувань напівфабрикату, що представляє партію, незадовільні, цей напівфабрикат бракується, але напівфабрикати партії, що залишилися, можуть бути прийняті у випадку позитивних результатів випробувань, виконаних на двох додаткових напівфабрикатах цієї партії.

Якщо результати випробувань двох додаткових напівфабрикатів незадовільні, то партія бракується. Згадані додаткові напівфабрикати повинні бути максимальної товщини від наявних у партії.

Запропонований тут принцип випробування для *KV* може бути застосовним для зразків із *U*-подібним надрізом;

1.3.2.3.3 Якщо незадовільні результати випробувань викликані місцевими дефектами у матеріалі зразків, неправильною їх обробкою, несправністю випробувального обладнання, чи у випадку випробувань на розтягування руйнування відбулося поза розрахунковою довжиною зразка, то випробування можуть бути повторені на такій же кількості зразків.

За розсудом виробника, напівфабрикати із забракованої партії можуть представлятися до випробувань поштучно, і у випадку задовільних результатів можуть бути допущені Регістром до постачання.

За розсудом виробника, напівфабрикати забракованої партії можуть представлятися до випробувань знову, після термообробки чи повторної термообробки, чи представлятися як іншої, ніж було спочатку заявлено, категорії.

У випадку задовільних результатів випробувань при такому повторному представленні, матеріал може бути прийнятий Регістром до постачання.

Будь-який матеріал, що показав незадовільні результати на протязі наступної обробки чи застосування, повинний бути забракований незалежно від наявності протоколів про випробування, що виконані раніше, чи відповідних сертифікатів.

1.3.2.4 Регістр може вимагати повторення будь-яких випробувань у присутності свого представника, якщо були переплутані зразки або результати випробувань, або результати випробувань не дозволяють із необхідною точністю визначити властивості матеріалу.

1.3.2.5 Виготовлений матеріал, властивості якого мають відхилення від вимог цієї частини, що не впливають на експлуатаційні характеристики конструкції або виробу, може бути використано за призначенням тільки після розгляду Регістром цих відхилень і за наявності відповідного звернення заводу-виробника і згоди замовника.

1.4 МАРКУВАННЯ І ДОКУМЕНТИ

1.4.1 Ідентифікація.

При виготовленні матеріалів і виробів на підприємстві повинна застосовуватися система контролю, що дозволяє виконувати перевірку виготовлення продукції на будь-якій стадії, починаючи із виплавки металу.

Регістру повинна бути представлена документація, яка підтверджує наявність такої системи на підприємстві.

1.4.2 Маркування.

Перед пред'явленням представнику Регістра матеріал повинний бути відповідним чином замаркований. Маркування матеріалів, якщо не застережене інше (особливості маркування погоджуються заздалегідь і повинні відображати визначені властивості продукції, наприклад, див. **3.2.9**), проводиться за стандартами із урахуванням наступних вимог:

.1 у разі одноразового постачання напівфабрикатів маркування повинне наноситися на кожний виріб. Якщо постачання проводиться у в'язках, маркування повинне наноситися на двох міцних, стійких від впливу погоди бирках, прикріплених на протилежних кінцях в'язки.

У разі постачання великої кількості напівфабрикатів малих розмірів порядок нанесення і зміст маркування підлягає погодженню із Регістром.

На напівфабрикатах, які піддаються подальшій обробці, маркування повинне наноситись за можливістю на такому місці, яке згодом оброблятися не буде.

Маркування повинне наноситися чітко та обрамлятися світлою фарбою, стійкою до атмосферних впливів;

.2 у загальному випадку маркування напівфабрикатів повинне містити такі дані:

категорію або марку матеріалу;

цифрове або інше позначення, яке дозволяє встановити походження напівфабрикату (номер напівфабрикату, номер плавки та інші дані);

найменування або умовне позначення виробника;

контрольний штамп контролюючої організації виробника;

клеймо Регістру (якщо потрібно);

3 якщо напівфабрикат не витримує запропонованих Правилами випробувань або виявляються дефекти, що не дозволяють використовувати його за призначенням, клеймо Регістру і позначення категорії матеріалу повинні бути видалені або погашені.

Додаткові вимоги до маркування викладені в частині 3 «Технічний нагляд за виготовленням матеріалів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів і виробів.

1.4.3 Документи.

Кожна партія матеріалів і виробів, або окремих напівфабрикатів і окремих вирібів, якщо постачання здійснюється поштучно, що пройшли випробування, повинні супроводжуватися відповідним свідоцтвом Регістра або документом виробника, завіреним представником Регістра.

1.4.3.1 Сертифікат якості виробника.

Представнику Регістра одночасно із пред'явленням матеріалу у остаточному вигляді або завчасно повинний бути представлений сертифікат якості на матеріал. Сертифікат повинний бути засвідчений службою якості підприємства і завірений особою, уповноваженою на це підприємством, і, як мінімум, повинний містити наступні відомості:

найменування підприємства і номер замовлення;

номер проекту, якщо відомо;

найменування, номер, розміри та масу напівфабрикату із указівкою номеру креслення або ескізу (якщо застосовно);

марку (категорію) матеріалу, тип сплаву, номер плавки і хімічний склад;

ідентифікаційний номер;

вид і режим термообробки (якщо необхідно);

результати механічних випробувань;

результати неруйнівного контролю (задовільний або не задовільний), якщо він застосовувався.

1.4.3.2 Свідоцтво Регістру, як мінімум, повинний містити:

номер замовлення;

номер будівельного проекту, якщо він відомий;

найменування, номер, розміри та масу матеріалу;

марку (категорію) матеріалу і стан постачання;

номер сертифікату якості підприємства-виробника;

номер партії або напівфабрикату або ідентифікаційний номер, що дозволяє ідентифікувати матеріал, що постачається;

номер креслення (якщо застосовно).

Обов'язковим додатком до Свідоцтва Регістру повинні бути сертифікати якості підприємства-виробника, завірених представником Регістру.

У випадку постачання матеріалу лише із сертифікатами підприємства-виробника, які завірених представником Регістру, форма та їх зміст повинні бути погоджені з Регістром і споживачем.

1.5 ЛАБОРАТОРІЇ, ЯКІ ПРОВОДЯТЬ ВИПРОБУВАННЯ

1.5.1 Положення цього підрозділу поширюються на лабораторії, які проводять випробування матеріалів, що підлягають нагляду Регістру.

1.5.2 Випробування матеріалів, які поставляються під технічним надзором Регістра металургійним підприємствам, визнаним Регістром (які мають СВВ), можуть здійснюватися їх без отримання вказаними лабораторіями окремого документу Регістра – Свідоцтва про визнання лабораторії, яка проводить випробування.

Протоколи або звіти цих лабораторій про проведені випробування є достатньою підставою для внесення даних про хімічний склад, механічні та інші властивості у сертифікат на матеріал.

Лабораторії інших підприємств і організацій чи незалежні лабораторії можуть проводити аналіз хімічного складу і випробування механічних та інших властивостей об'єктів нагляду Регістру тільки після визнання їх Регістром.

1.5.3 Вимоги, зазначені в **1.5.2**, у рівному ступені поширюються на лабораторії, які здійснюють контроль об'єктів нагляду Регістру неруйнівними методами.

1.5.4 Лабораторії, які проводять неруйнівний контроль матеріалів і виробів, повинні мати Свідоцтво про визнання Регістру і/або відповідний документ уповноваженої національної або міжнародної організації, що підтверджує компетентність лабораторії. У Свідоцтві або документі повинні бути визначені область і умови застосування контролю. Для одержання визнання на його

застосування Регістру повинна бути подана заявка з доданням таких матеріалів, що підтверджують технічну готовність підприємства до проведення встановленого виду контролю:

дані про наявність навчених операторів із зазначенням організації, що видала посвідчення на право контролю;

технічних даних апаратури з указуванням області застосування;
інструкції з проведення контролю.

Повинні бути проведені випробування, що підтверджують надійність і відтвореність результатів контролю.

Програма випробувань повинна бути схвалена Регістром.

1.5.5 Результати виконаних випробувань або досліджень матеріалу фіксуються в установленому порядку (заносяться в журнал випробувань, протокол тощо). Журнал випробувань (протокол тощо) повинний містити всі необхідні відомості, які дозволяють зробити висновок про якість матеріалу з метою видачі на нього сертифіката (свідоцтва).

У протоколі про проведення контролю виробів повинні міститися, як мінімум, такі дані: вид виробу, матеріал і основні розміри виробу, метод контролю і шукачів, частота контролю, вид уніфікованого еталона, розміри і розташування дефектів, прізвище оператора і дата контролю.

2. МЕТОДИ ВИПРОБУВАНЬ

2.1 ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

2.1.1 Вимоги цього розділу поширюються на види і методи випробувань матеріалів, які підлягають нагляду Регістру під час виготовлення.

Необхідність проведення тих або інших випробувань і критерії оцінки їх результатів встановлюються відповідними розділами цієї частини або інших частин Правил.

2.1.2 Вимоги цього розділу регламентують умови проведення випробувань, типи і розміри зразків, вимоги до їх виготовлення.

За погодженням із Регістром можуть застосовуватися інші методи випробувань і типи зразків, якщо вони забезпечують достатню точність, відтвореність і надійність результатів під час визначення властивостей матеріалів, які вимагаються Правилами.

2.1.3 Види і методи проведення спеціальних випробувань матеріалу відповідно до умов його застосування, а також критерії оцінки, якщо немає вказівок у Правилах, повинні бути погоджені з Регістром.

2.1.4 Під час випробувань виконуються також вимоги стандартів або іншої погодженої із Регістром нормативної документації.

2.1.5 Проби, із яких виготовляються зразки для випробувань, повинні піддаватися тій же обробці, що і виріб, від якого вони добрані (наприклад, термічній обробці).

Зразки для випробувань повинні виготовлятися способами, що не впливають на властивості матеріалу.

2.1.6 Випробування повинні проводитися компетентним персоналом на машинах відповідної потужності, які підтримуються у належному стані.

Машини для випробувань повинні забезпечувати необхідну точність вимірів (у межах $\pm 1\%$), періодично контролюватися і калібруватися уповноваженими на те національними органами (як правило, не менше одного разу на рік).

Результати періодичних перевірок повинні надаватися Регістру.

Маятникові копри для випробувань на ударний згин повинні контролюватися відповідно до вимог ISO 148-2 чи іншого визнаного Регістром стандарту.

Машини для випробувань на розтягування/стиск повинні контролюватися відповідно до вимог ДСТУ EN ISO 7500-1 або відповідних стандартів ISO чи EN або інших визнаних Регістром міжнародних і національних стандартів.

2.2 МЕТОДИ ВИПРОБУВАНЬ МЕТАЛЕВИХ МАТЕРІАЛІВ

2.2.1 Температура під час випробувань.

Температура навколишнього повітря під час випробувань повинна відповідати вимогам стандартів, якщо в наступних розділах і підрозділах цієї частини відсутні спеціальні вказівки.

2.2.2 Випробування на розтягування.

2.2.2.1 Під час випробувань на розтягування при температурі навколишнього повітря визначаються такі характеристики механічних властивостей металевих матеріалів:

1 фізична границя плинності R_e – напруження, яке відповідає початку пластичної деформації при плинності, або напруження, що відповідає першому піку на кривій деформації, отриманому при плинні металу, навіть якщо пік дорівнює або менше будь-яких наступних піків, які спостерігаються у процесі пластичної деформації при плинності.

Швидкість навантаження до досягнення границі плинності у межах пружних деформацій повинна бути у межах, що зазначені у табл. 2.2.2.1.1.

Таблиця 2.2.2.1.1

Модуль пружності матеріалу E , Н/мм ²	Межі швидкості навантаження, Н/мм ² за секунду	
	min	max
< 150000	2	20
≥ 150000	6	60

2 якщо ефект плинності у матеріалу не виявляється, визначається умовна границя плинності. Умовна границя плинності R_p – напруження при якому пластична деформація доходить до заданого

значення, визначеного у відсотках від початкової розрахункової довжини (0,2% відповідає умовній границі плинності $R_{p0,2}$).

Для аустенітних і двофазних нержавіючих сталей може бути визначене напруження при 1% деформації (R_{P1} , на додаток до $R_{p0,2}$).

Швидкість навантаження встановлюється у відповідності з **2.2.2.1.1**;

3 тимчасовий опір R_m – напруження, яке відповідає найбільшому навантаженню, яке передуює руйнуванню зразка.

Для визначення тимчасового опору R_m зразок піддають розтягуванню під дією плавно зростаючого навантаження, яке передуює руйнуванню зразка.

Швидкість пластичної деформації за границею плинності чи умовною границею плинності для пластичних матеріалів не повинна перевищувати величини, що відповідає 0,008 навантаження в секунду. Для крихких матеріалів, таких як чавун, швидкість навантаження не повинна перевищувати 10Н/мм² за секунду;

4 відносне подовження після розриву A – відношення приросту розрахункової довжини зразка після розриву до початкової розрахункової довжини, наведене у відсотках.

У загальному випадку результати визначення відносного подовження вважаються дійсними для зразків, руйнування яких відбулося усередині меж і не ближче, ніж на $\frac{1}{2}$ від границь розрахункової частини (L_0) зразка. Проте, незважаючи на місце руйнування, результати можуть бути зараховані, якщо отримана величина відносного подовження дорівнює чи перевищує очікувану.

Відносне подовження A_5 звичайно визначають на малих пропорційних зразках.

A_0 визначається на непропорційних зразках, наприклад з розрахунковою довжиною $L = 200$ мм, і розраховується за формулою

$$A = 2A_5(\sqrt{S_0}/L_0)^{0,4}, \%$$

Непропорційні зразки звичайно використовуються для сталей феритового класу низької і середньої міцності, виготовлених без використання методів холодної обробки;

5 відносне звуження після розриву Z – відношення різниці початкової і мінімальної площ поперечного перерізу зразка після розривання до початкової площі поперечного перерізу, наведене у відсотках. Визначається на циліндричних зразках;

6 під час проведення випробування на розтягування при підвищеній температурі індексом повинна позначатися температура випробувань, наприклад, $R_{m/350}$, $R_{eL/350}$, $A_{5/350}$, Z_{350} , де число 350 означає температуру випробування у градусах Цельсія.

2.2.2.2 Для визначення розмірів зразків встановлюються такі позначення:

d – діаметр робочої частини зразка, мм;

a – товщина робочої частини зразка, мм;

b – ширина робочої частини зразка, мм;

L_0 – довжина розрахункової частини зразка, мм;

L_c – довжина робочої частини зразка, мм;

R – радіус переходу від робочої частини до головки зразка, мм;

S_0 – площа поперечного перерізу робочої частини зразка, мм²;

D – зовнішній діаметр труби, мм;

t – товщина прокату, мм.

2.2.2.3 Випробування на розтягування проводяться на зразках таких типів (див. рис. 2.2.2.3):

Зразки прямокутного перерізу із розрахунковою частиною, що дорівнює $L_0 = 5,65 \sqrt{S_0}$ або циліндричні із розрахунковою частиною $L_0 = 5d_0$ називаються пропорційними.

Виготовлення пропорційних зразків при випробуванні на розтягування переважніше, мінімальні значення відносного подовження, що вказані в цій частині Правил, дані для пропорційних зразків. Переважніше, щоб розрахункова частина зразка L_0 була більш 20мм.

Величина розрахункової частини зразка після її виміру може бути округлена (кратна 5мм), при цьому різниця між дійсною довжиною розрахункової частини і величиною, отриманою після округлення, повинна бути менше 10% від розрахункової частини L_0 .

Випробування на розтягування для плоского прокату товщиною до 40мм повинні виконуватися на плоских зразках повної товщини. Допускається зменшення товщини зразка за рахунок обробки однієї його сторони. Зменшення товщини зразка може бути обумовлене потужністю випробувального обладнання.

Випробування проводяться на зразках відповідно до табл. 2.2.2.3.

Як правило, зразки для випробування на розтягування повинні вирізатися таким чином, щоб їх поздовжні осі розташовувалися уздовж напрямку основної деформації металу. Поперек зразки можуть вирізатися, якщо є відповідна вказівка у розділах цієї частини. Листовий прокат при первісному огляді підприємства може підлягати випробуванням як на поздовжніх, так і поперечних зразках.

2.2.2.4 Визначення тимчасового опору (R_m) сірого чавуну з пластинчастим графітом проводиться на циліндричних зразках відповідно до рис. 2.2.2.4.

2.2.2.5 Випробування на розтягування напівфабрикатів з алюмінієвих сплавів, що деформуються, товщиною до 12,5мм включно, повинні виконуватися на плоских зразках. При цьому зразки повинні зберігати обидві площини напівфабрикату без будь-якої обробки. Для напівфабрикатів товщиною більше 12,5мм виготовляються круглі зразки. Зразки з напівфабрикатів товщиною до 40мм вирізують таким чином, щоб їхня вісь збігалася із серединою прокату. Зразки з напівфабрикатів товщиною більше 40мм варто відбирати на відстані $\frac{1}{4}$ товщини напівфабрикату.

2.2.2.6 При випробуванні дроту використовуються його зразки повного перерізу таких розмірів:

$$L_0 = 200\text{мм},$$

$$L_c = L_0 + 50\text{мм}.$$

Таблиця 2.2.2.3

Напівфабрикат	Тип зразка	Розміри зразка, мм
Поковки, виливки, сортовий прокат	Рис.2.2.2.3,а	Круглі пропорційні зразки $10 \leq d \leq 20$, для наплавленого металу $d = 10$, переважно; $L_0 = 5d$; $L_c = L_0 + d$. $R = 10$ (для матеріалів, які мають $A_5 \leq 10\%$, $R \geq 1,5$ для чавуну з кулястим графітом). Вісь зразка повинна знаходитися на відстані $\frac{1}{4}$ товщини прокату від поверхні. Для прутків і виробів малих розмірів можуть бути допущені зразки повної товщини і з відповідними іншими розмірами. $L_c = L_0 + d$
	Рис.2.2.2.3,в	
Листовий, штабовий, профільний прокат	Рис.2.2.2.3,б	Плоскі пропорційні зразки $a = t$ (t - товщина прокату); $b = 25$; $L_0 = 5,65 \sqrt{S_0}$; $L_c = L_0 + 2 \sqrt{S_0}$; $R = 25$ при товщині прокату t рівній або меншій 12,5мм допускаються зразки $b = 2t$, $R = 2t$ або: Плоскі непропорційні зразки a = товщина прокату; $b = 25$; $L_0 = 200$; $L_c \geq 212,5$; $R = 25$. При товщині прокату більше ніж 40мм допускається використовувати зразки відповідно до рис.2.2.2.3, а. Краще використовувати зразки з такими розмірами: $d = 14$; $L_0 = 5d$; $L_c \geq l_0 + d/2$ Якщо потужність машин для випробування зразків повної товщини не достатня, плоскі зразки можуть піддаватися струганню.
	Рис.2.2.2.3,г	
Труби	Рис.2.2.2.3,д	Відрізок труби $L_0 = 5,65 \sqrt{S_0}$; $L_c = L_0 + D/2$, де L_c – відстань між затискачами або оправками, залежно від того що менше; Зразки зі стінки труби $a = t$; $b = 12$; $L_0 = 5,65 \sqrt{S_0}$; $L_c = L_0 + 2b$; Якщо можливо, можуть бути також використані круглі зразки відповідно до рис. 2.2.2.3,а з поздовжньою віссю, що співпадає по товщині із центральною віссю стінки

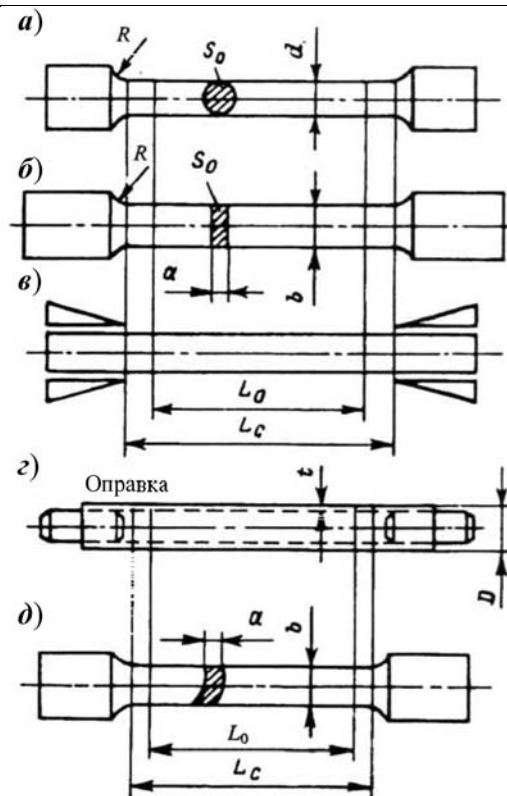


Рис.2.2.2.3.

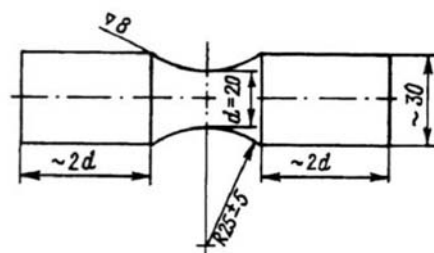


Рис.2.2.2.4.

2.2.2.7 Випробування на розтягування у напрямку товщини прокату повинні виконуватися на зразках, поздовжня вісь яких перпендикулярна до поверхні прокату (напрямок Z - див. рис. 2.2.2.7-1).

Методики випробування і розміри циліндричних зразків повинні відповідати визнаним Регістром міжнародним чи національним стандартам.

Обсяг випробувань зазначений у **3.14.4**.

Від листів і штабів проби для випробування повинні добиратися від одного кінця прокату, у районі його центральної поздовжньої лінії, як показано на рис. 2.2.2.7-2.

Проба повинна бути такого розміру, щоб від неї можна було вирізати шість зразків. Запас у три додаткових зразки повинний забезпечити необхідність виконання повторних випробувань.

Результат випробування вважається незадовільним і необхідно виконання повторних випробувань, якщо руйнування зразка відбулося в зоні зварювання чи відповідній зоні термічного впливу.

2.2.2.8 При випробуваннях на зварюваність (див. **2.4**) зразки для випробування на розтягування повинні виготовлятися наступних розмірів:

для наплавленого металу:

$d = 10\text{мм};$

$L_0 = 50\text{мм};$

$L_c \geq 55\text{мм};$

$R \geq 10\text{мм}.$

У необхідних випадках допускається виготовлення зразків іншого розміру (при цьому

співвідношення вказаних параметрів повинно дотримуватися);

для стикового з'єднання (див. рис. 2.2.2.8):

$$a = t;$$

$$b = 12\text{мм для } t \leq 2\text{мм};$$

$$b = 25\text{мм для } t > 2\text{мм};$$

$$L_c = \text{ширина шва} + 60\text{мм};$$

$$R \geq 25\text{мм}.$$

Верхня і нижня поверхні зварного шва плоских зразків повинні бути механічно оброблені до рівня поверхні основного металу.

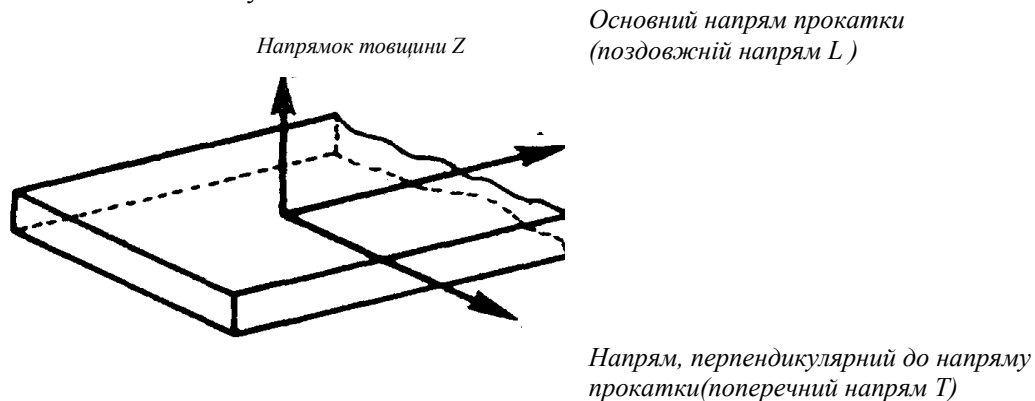


Рис. 2.2.2.7-1

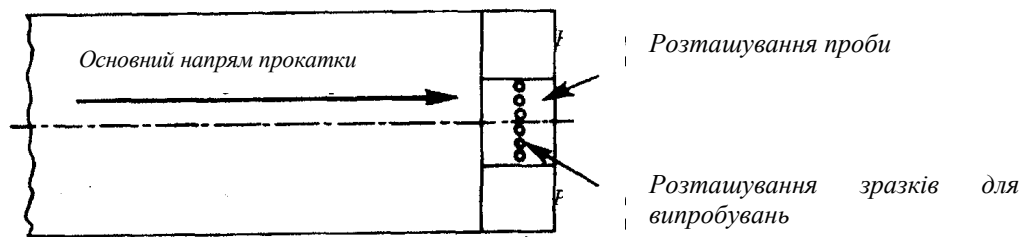


Рис. 2.2.2.7-2

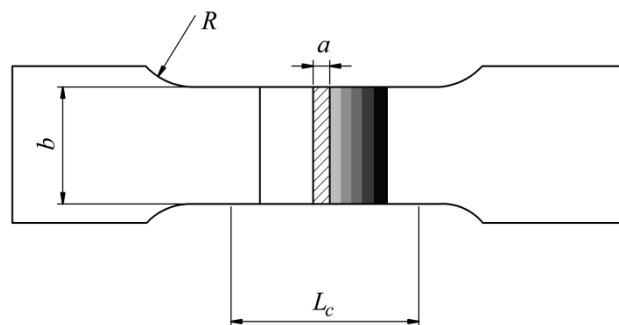


Рис. 2.2.2.8

2.2.2.9 Допустимі відхилення від наведених у 2.2.2 розмірів зразків повинні відповідати вимогам стандарту ISO 6892-84 або інших визнаних Регістром міжнародних і національних стандартів.

При виготовленні зразків за визнаними Регістром стандартами відхилення від розмірів зразків повинні відповідати цим стандартам.

2.2.3 Випробовування на ударний згин.

2.2.3.1 Ударна в'язкість KCU визначається на зразках з U-подібним надрізом відповідно до рис. 2.2.3.1-1 і табл. 2.2.3.1-1, робота удару KV і KU на зразках із V-подібним і U-подібним надрізами – відповідно до рис. 2.2.3.1-2 і 2.2.3.1-3 і табл. 2.2.3.1-2 і 2.2.3.1-3.

Випробовування на ударний згин повинні виконуватися на маятникових копрах із енергією не менше 150Дж відповідно до вимог ISO 148 або іншого визнаного Регістром національного чи

міжнародного стандарту. Якщо випробування виконуються при заданій температурі, що відрізняється від температури навколишнього повітря (кімнатної), допустима межа відхилення від заданої температури повинна становити $\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Робота удару KV і KU визначається як середнє значення результатів випробувань трьох зразків.

У табл. 2.2.3.1-4 наводяться середні значення роботи удару, які вимагаються, в залежності від розмірів вибраних для випробувань зразків (E – мінімальне необхідне значення роботи удару). При цьому результат випробувань на одному із зразків може бути менше наведеного у табл. 2.2.3.1-4, але його значення повинне бути не менше 70% від необхідного.

Таблиця 2.2.3.1-1

Розміри	Номинальний розмір	Допустиме відхилення
Довжина L , мм	55	$\pm 0,60$
Ширина b , мм	10	$\pm 0,10$
Висота a , мм	10	$\pm 0,10$
Радіус заокруглення основи надрізу зразка r , мм	1	$\pm 0,10$
Відстань від площини симетрії надрізу до кінця зразка $L/2$, мм	27,5	$\pm 0,40$
Кут між площиною симетрії надрізу і віссю зразка θ , $^{\circ}$	90	± 2

Таблиця 2.2.3.1-2

Параметр	Номинальний розмір	Допустиме відхилення
Довжина L , мм	55	$\pm 0,60$
Висота a , мм	10	$\pm 0,10$
Ширина b , мм	10	$\pm 0,10$
	7,5	$\pm 0,10$
	5,0	$\pm 0,06$
Кут V-подібного надрізу зразка γ , $^{\circ}$	45	± 2
Висота зразка в місці надрізу h , мм	8	$\pm 0,06$
Радіус заокруглення основи надрізу зразка r , мм	0,25	0,025
Відстань від площини симетрії надрізу до кінця зразка $L/2$, мм	27,5	$\pm 0,040$
Кут між площиною симетрії надрізу і віссю зразка θ , $^{\circ}$	90	± 2

Таблиця 2.2.3.1-3

Параметр	Номинальний розмір	Допустиме відхилення
Довжина L , мм	55	$\pm 0,60$
Ширина b , мм	10	$\pm 0,11$
Товщина a , мм	10	$\pm 0,11$
Висота зразка в місці надрізу h , мм	5	$\pm 0,09$
Радіус заокруглення основи надрізу до кінця зразка r , мм	1	$\pm 0,07$
Відстань від площини симетрії надрізу до кінця зразка $L/2$, мм	27,5	$\pm 0,42$
Кут між площиною симетрії надрізу і віссю зразка θ , $^{\circ}$	90	± 2

Таблиця 2.2.3.1-4

Розміри зразка, мм	Середнє значення роботи удару, Дж
$10 \times 10 \times 55$	$1E$
$10 \times 7,5 \times 55$	$5/6E$
$10 \times 5 \times 55$	$2/3E$

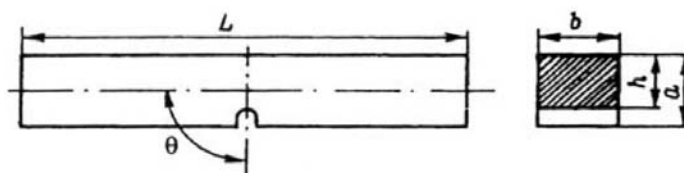


Рис. 2.2.3.1-1

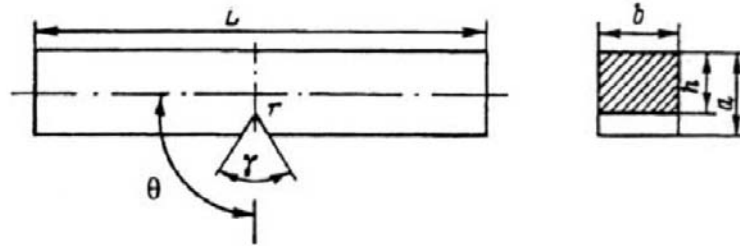


Рис. 2.2.3.1-2

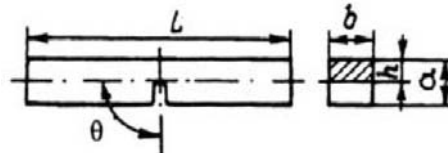


Рис. 2.2.3.1-3

Роботу удару KV для прокату товщиною t менше 10 мм визначають на зразках рис. 2.2.3.1-2 шириною b , що дорівнює товщині прокату t , без механічної обробки бокових сторін. Для зварних з'єднань такого прокату робота удару KV визначають на механічно оброблених зразках максимально можливої товщини з урахуванням видалення надрізів шва.

Рекомендується використання зварних зразків товщиною $t = 7,5$ мм, 5 мм і 2,5 мм.

Необхідну величину роботи удару на зразках шириною $b < 10$ мм, $E(b)$, допускається розраховувати, виходячи із необхідної мінімальної середньої роботи удару для зразків з шириною, що дорівнює 10 мм (E_{10}) за формулою:

$$E(b) = (b/15 + 1/3) E_{10}, \quad (2.2.3.1)$$

з округленням до цілого числа в джоулях, при цьому результат випробувань на одному із зразків може бути менше від розрахованого за формулою (2.2.3.1), але повинен бути не менше 70% від того, що вимагається.

Випробування на прокаті товщиною менше 6 мм виконуються за вимогами Регістру, з урахуванням вимог 3.5. Випробування на прокаті товщиною менше 2,5 мм не проводяться.

Ударна в'язкість KCU визначається, як середнє значення двох зразків.

В цьому випадку, кожне із отриманих значень ударної в'язкості повинне бути не менше того, що вимагається. Необхідність виконання випробувань за визначенням ударної в'язкості на матеріалі товщиною менше 10 мм і відповідні критерії оцінки мають бути приведені в документації, що надається Регістру.

2.2.3.2 Розміри зразка без надрізу для випробувань на ударний згин, мм, повинні відповідати рис. 2.2.3.2.

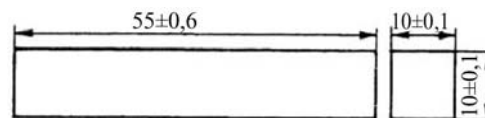


Рис.2.2.3.2

2.2.3.3 Випробування повинні виконуватися на маятникових копрах з енергією на менше 150 Дж.

Відстань між опорами повинна бути $40 \pm 0,5$ мм. Маятник повинний руйнувати зразок у площині симетрії надрізу зразка з протилежної надрізу сторони, а відстань між площинами симетрії надрізу і маятника повинна бути не більше ніж 0,5 мм.

При температурі випробування нижче кімнатної температури зразки до встановлення на копер повинні бути переохолоджені. Ступінь переохолодження повинен забезпечувати приписану температуру випробування з відхиленням не більше $\pm 2^\circ\text{C}$.

Ступінь переохолодження визначається у відповідності з табл. 2.2.3.3, якщо зразки випробовують не пізніше, ніж через 3 – 5 с після виймання із термостата.

Таблиця 2.2.3.3

Температура випробувань, $^\circ\text{C}$	Температура переохолодження, $^\circ\text{C}$
Від мінус 100 до мінус 60	- 4 - 6
Від мінус 60 до мінус 40	- 3 - 4
Від мінус 40 до плюс 10	-2 - 3

2.2.3.4 Випробування на чутливість до механічного старіння виконуються на зразках, виготовлених із проб, що добираються аналогічно пробам на ударний згин. Якщо немає інших указівок, штаби металу, із яких у наступному вирізують зразки, піддаються деформації розтягуванням із розрахунку 5% залишкового подовження.

Виготовлені з підданих деформаційному розтягуванню штаб, зразки на ударний вигин підлягають рівномірному нагріванню (штучному старінню) до 250°C, із витримкою при цій температурі протягом 1 години і наступним охолодженням на повітрі.

Випробування цих зразків на ударний згин виконуються при кімнатній температурі (у межах 18 — 25°C) і/чи при температурі, що вказана окремо.

Для суднобудівної сталі випробування на чутливість до механічного старіння, якщо не обговорене інше, вимагаються при первісному огляді підприємства, при внесенні змін у технологію та у сумнівних чи спірних випадках, що відносяться до якості прокату. При первісному огляді і при зміні технології випробування повинні виконуватися відповідно до вимог **1.3.5.3.6**.

В інших випадках, як правило, випробування на сталі повинні виконуватися при кімнатній температурі і при температурі випробування на ударний згин для заявленої категорії сталі (наприклад, мінус 20°C для сталі категорії D32).

Якщо не застережене інше, результати випробування суднобудівної сталі на чутливість до механічного старіння повинні відповідати вимогам, установленим Правилами до сталі при випробуваннях на ударний згин (наприклад, для сталі категорії D32 середня величина результатів випробування на ударний згин не повинна бути нижче 31Дж при мінус 20°C на сталі товщиною, меншою чи рівною 50мм, — див. табл. 3.2.3).

При проведенні зазначених випробувань при температурах, нижче запропонованих для категорії сталі, що представлена, (наприклад, для сталі категорії D32, - нижче мінус 20°C), необхідна величина середнього значення результатів випробування установлюється виготовлювачем сталі і повинна бути наведена в документації, яка надається Регістру.

2.2.4 Визначення твердості.

Твердість повинна визначатися за Бринелем (HB), Віккерсом (HV), Роквелом (HRC) або іншими схваленими Регістром методами.

2.2.5 Технологічні випробування.

2.2.5.1 Зразки для випробування на згин повинні бути виготовлені відповідно до рис. 2.2.5.1.

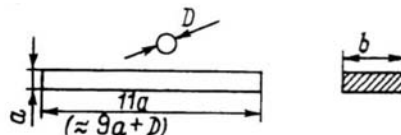


Рис. 2.2.5.1

Кромки зразка зі сторони, яка розтягується, можуть бути заокруглені радіусом 1–2мм.

Діаметр оправки і кут, на який зразок повинний бути вигнутий, зазначені у відповідних підрозділах цієї частини.

Випробування на згин листів і профілів, а також випробування зварних поперечних зразків (2 сторони), необхідно проводити на зразках із розмірами: $a = t$; $b = 30\text{мм}$ (t – товщина виробу). При товщині напівфабрикату більше ніж 25мм зразок із однієї сторони може піддаватися механічній обробці до товщини 25мм. Під час випробування оброблена сторона повинна бути на боці стиснення.

Випробування на згин кованої, литої сталі та подібних до них напівфабрикатів здійснюються на зразку розмірами: $a = 20\text{мм}$, $b = 25\text{мм}$.

2.2.5.2 Випробування на сплющення виконуються на зразках (відрізках труби) довжиною від 10 до 100мм.

Торці зразка повинні бути рівними і гладкими, зріз повинний бути виконаний перпендикулярно до поздовжньої осі труби (відповідно до вимог ДСТУ ISO 8492 або відповідного стандарту ISO).

2.2.5.3 Випробування на роздачу виконуються на зразках, виготовлених відповідно до вимог ДСТУ ISO 8493 або відповідного стандарту ISO (див. рис. 2.2.5.3).

Для металевих труб довжина зразка (відрізка труби) L дорівнює подвоєному зовнішньому діаметру труби $2D$, якщо кут конуса оправки β складає 30°, і дорівнює $1,5D$, якщо кут конуса оправки складає 45° чи 60°.

Для випробування можуть використовуватися зразки меншої довжини за умови, що циліндрична частина труби після виконання випробування складе не менш $0,5D$.

Швидкість проникнення оправки не повинна перевищувати 50мм за хвилину.

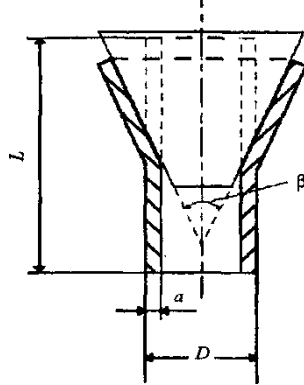


Рис. 2.2.5.3

2.2.5.4 Випробування на розтягування кілець виконуються відповідно до вимог стандарту ДСТУ ISO 8496 або відповідного стандарту ISO.

Довжина зразків (відрізків труб) дорівнює 15мм, швидкість випробування не повинна перевищувати 5мм/с.

2.2.5.5 Випробування на відбуртовку виконуються на зразках (відрізках труб) відповідно до вимог стандарту ДСТУ ISO 8494 або відповідного стандарту ISO довжиною, рівною $1,5D$ (див. рис. 2.2.5.5).

Для випробування можуть використовуватися і зразки меншої довжини за умови, що циліндрична частина труби після виконання випробування складе не менш $0,5D$.

Швидкість проникнення оправки не повинна перевищувати 50мм за хвилину.

2.2.5.6 Випробування на роздачу кілець виконуються відповідно до вимог стандарту ДСТУ ISO 8495 або відповідного стандарту ISO (див. рис. 2.2.5.6). Довжина зразків (відрізків труб) може бути від 10 до 16мм, швидкість проникнення оправки не повинна перевищувати 30мм/с.

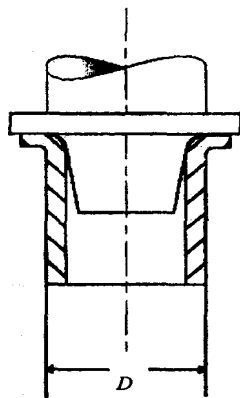


Рис.2.2.5.5

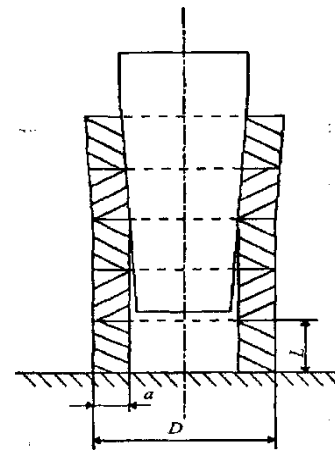


Рис. 2.2.5.6

2.2.6 Випробування вантажем, що падає, для визначення температури нульової пластичності.

Коли вимагається Правилами, випробування та оцінка результатів здійснюються у відповідності зі стандартами ASTM і визнаними Регістром методиками.

Випробування повинні виконуватися на зразках наступних типів:

тип Р-1: 25 x 90 x 360мм;

тип Р-2: 19 x 50 x 130мм;

тип Р-3: 16 x 50 x 130мм.

Розміри зразків вибираються таким чином, щоб їхня товщина була максимально наближена до товщини матеріалу, який випробовують.

Якщо не зазначене інше, повинні виконуватися наступні умови:

- .1 розігрів зразків при їх виготовленні механічними методами не допускається (при використанні вогневих методів сторона зразка повинна відстояти від лінії різки, як мінімум, на 25мм);
- .2 сторона зразка, що розтягується, не повинна піддаватися механічній обробці;
- .3 зразки у серії повинні мати однакову орієнтацію.

2.2.7 Макро- і мікроструктурний аналіз.

Коли це вимагає ця частина або інші частини Правил, макро- і мікроструктурний аналіз металевих матеріалів виконується за стандартами.

2.2.8 Хімічний аналіз.

Методи визначення хімічного складу металевих матеріалів і припустимі відхилення від необхідних норм встановлюються стандартами.

2.2.9 Методи неруйнівного контролю матеріалів.

2.2.9.1 У разі проведення радіографічного контролю матеріалу результати повинні бути зафіксовані фотознімками з доданням оцінки результатів контролю.

2.2.9.2 Ультразвуковий контроль виробів проводиться методом відбитих імпульсів. Для контролю використовуються суміщені випробувальні головки.

Роздільно-суміщені і призматичні головки для більш точного контролю застосовуються за погодженням із Регістром.

Справність і точність контрольної апаратури повинні періодично перевірятися.

Метод визначення розміру дефекту встановлюється за стандартами, а у разі їх відсутності згідно із специфікаціями/стандартами підприємства, погодженими із Регістром. Критерії оцінки і розміри допустимих дефектів підлягають погодженню із Регістром у складі проектно-технічної документації на виріб.

Поверхня виробу повинна забезпечувати надійний і рівномірний акустичний контакт випробувальних головок.

Ультразвуковий контроль проводиться після термічної обробки на стадії виготовлення виробів, коли вони мають найпростішу форму.

2.2.9.3 Для проведення магнітопорошкового контролю повинна використовуватися апаратура, що виправдала себе. На ділянці виробу, що піддається контролю, повинна бути забезпечена необхідна напруженість поля.

Необхідність проведення розмагнічування виробу після контролю повинна бути зазначена в технічній документації

2.2.9.4 Методи випробувань, відмінні від зазначених у **2.2.9.1 – 2.2.9.3**, а також відповідні критерії оцінки результатів випробувань, повинні бути погоджені із Регістром.

2.2.9.5 Оцінка результатів неруйнівного контролю проводиться тільки підприємством, яке відповідає за надані Регістру результати.

Протоколи контролю повинні додаватися до сертифіката Регістру, якщо проведення контролю потрібне згідно вимог Правил.

2.2.10 Методи додаткових випробувань основного металу і зварювальних матеріалів, призначених для конструкцій, що працюють при низьких температурах.

2.2.10.1 Ці методи можуть бути вжиті при складанні і коректуванні програм, необхідних для огляду виробництва сталі, призначеної для використання при низьких температурах (див. **3.5**), у тому числі сталі з індексом «Ice» (див. **3.5.2.1**). Дані положення поширюються на:

методи визначення температури в'язкокрихкого переходу для оцінки здатності матеріалу гальмувати поширення крихкого руйнування ($T_{кб}$, NDT , $DWTT$);

методи визначення параметра тріщиностійкості $CTOD$ для основного металу і металу зони термічного впливу (ЗТВ) при випробуваннях зразків, вирізаних з зварних стикових з'єднань.

Для одного технологічного процесу виробництва сталі (виплавки, прокатки, стану прокатки) результати випробувань, виконаних для найбільшої товщини прокату, можуть бути поширені на прокат меншої товщини.

2.2.10.2 Випробування для визначення температури $T_{кб}$.

Температура $T_{кб}$ визначається як температура, відповідна до 70% волокнистої складової у вигині зразків натурної товщини з круговим надрізом, зруйнованого при статичному згині. Розміри зразків мають відповідати **2.4.2.5** частини XII «Матеріали» Правил класифікації, побудови і обладнання ПБУ/МСП.

Випробування проводяться для прокату товщиною, що перевищує 10мм. Коли товщина прокату понад 70 мм, дозволяється випробування зразків товщиною 70мм, вирізаних з середньої частини товщини прокату.

Методика випробувань повинна відповідати вимогам 2.4 частини XII «Матеріали» Правил класифікації, побудови і обладнання ПБУ/МСП.

2.2.10.3 Випробування для визначення температури *NDT*.

Температура нульової пластичності *NDT* є максимальна температура (визначається з проміжками 5°C), при якій відбувається руйнування стандартних зразків з крихкою надрізаною наплавкою, при випробуваннях на згин вантажем, що падає. Методика і розміри зразків і випробувань повинні відповідати вимогам 2.3 частини XII «Матеріали» Правил класифікації, побудови і обладнання ПБУ/МСП. Див. також 2.2.6 цього розділу.

Випробування здійснюються для прокату товщиною, що перевищує 15 мм на зразках, виготовлених у відповідності до 2.3.2 частини XII «Матеріали» Правил класифікації, побудови і обладнання ПБУ/МСП. Вирізання зразків виконується від поверхні. Робочою поверхнею зразка зі сторони наплавлення є поверхня прокату. Додатково, згідно з узгодженою з Регістром програмою випробувань, зразки можуть вирізатися:

- від середини товщини листа, в площині листа, впоперек напрямку прокатки (зразки типу 1 або 2) - для прокату товщиною від 40мм, включно, до 50мм;

- для листів товщиною від 50мм, зразки типу 2 від середини товщини перпендикулярно до площини листа таким чином, щоб напрямок розвинення руйнування збігався з направленням прокатки.

Для зменшення пластичної деформації прогин зразків при випробуваннях обмежується стопором.

На виливках і поковках проведення такого роду випробувань можливе лише за методикою, погодженою з Регістром.

2.2.10.4 Випробування для визначення температури *DWTT*.

Температуру *DWTT* визначають при випробуваннях вантажем, що падає, як температуру що відповідає 70% волокнистої складової компонентів у зламі зразку натурної товщини *t* з гострим надрізом, який руйнується при ударному навантаженні з швидкістю 5 - 8м/сек. Основні розміри зразка: висота складає 75 ± 2 мм, довжина - 300 ± 5 мм; відстань між опорами - $250 + 2$ мм.

Випробування проводять для прокату товщиною від 7,5 до 40мм за методикою, погодженою з Регістром. Для прокату товщиною більше 19мм дозволяється виконувати випробування зразків товщиною 19мм, вирізаних із середини прокату, по товщині. В цьому випадку, за температуру *DWTT* приймається більш висока температура, ніж температура, визначена на зразках повної товщини: при натурній товщині прокату від 19 до 30мм на 10°C, при товщині прокату від 31 до 40мм – на 15°C.

Метод випробування складається із згинального навантаження, прикладеного до зразка, до його руйнування з концентрацією одного удару ударником вантажу, який падає, або маятника копри. Випробовують серію, із 10 зразків, при кімнатній і понижених температурах (два зразки на температуру) для того, щоб визначити відсоток в'язкої (крихкої) складової в зламах і побудови залежності «відсоток волокна - температура». Як наслідок, визначаються:

- температура, при якій зразки задовольняють критерію для заданої частки волокнистої складової у зламі;

- середня і мінімальна частка волокнистої складової в зламі при температурі експлуатації для випробовуваної категорії сталі.

Пробу (заготівку) для виготовлення зразків з листа, потрібно вирізати впоперек до осі прокату в 1/4 ширини листа.

Кількість листів, обраних для проведення випробувань, повинна бути не менше трьох, якщо не указане інше. При вирізанні проби (заготівки) вогневим способом припуск для механічної обробки від лінії розрізу до краю зразка повинен бути не менше 15мм.

Випробуванням піддаються призматичні зразки з надрізом на поверхні, яка підлягає розтягуванню, від якого при ударному навантаженні поширюється тріщина (див. рис 2.2.10.4). Забороняється виконувати надріз за допомогою фрези. Допускаються пресовані надрізи і шевронні пропили. Окрім відсотка волокнистої складової, доцільно зареєструвати енергію, що витрачається на руйнування зразка.

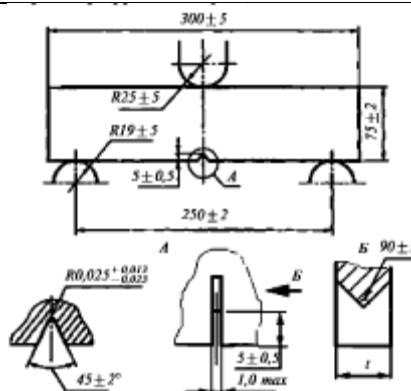


Рис. 2.2.10.4.Зразок і оснастка для випробувань
(t - товщина, всі розміри в мм, якщо не зазначене інше).

2.2.10.5 Випробування для визначення параметру $CTOD$ для основного металу.

Параметр тріщиностійкості $CTOD$ визначається як критичне розкриття вершини тріщини, мм, з його запуску в умовах навантаження по типу поширення. Проведення випробувань на зразках натурної товщини t з гострим надрізом і попередньо виробленої із нього утомної тріщини. Випробування проводять для прокату товщиною не менше ніж 25мм за методикою, погодженою з Регістром, у відповідності до 2.2 частини XII «Матеріали» Правил класифікації, побудови і обладнання ПБУ/МСП.

Для такого роду випробувань, рекомендується їх проводити при температурах -30, -40, -50°C. Випробовують, як мінімум, три зразки на одну температуру.

При товщині понад 70мм допускаються випробування зразків зі знятим з однієї із сторін до товщини 70мм шару металу. При цьому температура випробувань повинна бути знижена на 5°C по відношенню до вказаної вище для сталі товщиною до 90мм і на 10°C - для сталі товщиною більш ніж 90мм.

На виливках і поковках проведення такого роду випробувань можливе лише за методикою погодженою з Регістром.

2.2.10.6 Випробування для визначення параметру тріщиностійкості $CTOD$ металу ЗТВ.

Випробування проводяться так само, як і в 2.2.10.5 при вирізанні зразків із зварних заготовок, зварених з К - або V- подібною обробкою кромки для розташування фронту початкової утомної тріщини в певній структурній складовій ЗТВ. Випробування проводяться для прокату товщиною не менше 25мм. Процедури виготовлення заготовок, вирізки і розмітки зразків, проведення випробувань і аналізу коректності отримуваних результатів повинні бути погоджені з Регістром і відповідати вимогам 2.2 частини XII «Матеріали» Правил класифікації, побудови і обладнання ПБУ/МСП.

За відсутності спеціальних вказівок зварювання зразків проводиться при максимальній лінійній енергії, застосованій відповідно до нормативної документації для цієї сталі, а розмітка надрізу здійснюється по зоні перегріву при зварюванні крупнозернистої складової ЗТВ на відстані 1 мм від лінії сплавлення.

Для такого роду випробувань, рекомендується їх проводити при температурах -30, -40, -50°C. При одній температурі мають бути отримані, принаймні, три коректних результати випробувань.

При отриманні значного розбігу даних, якщо мінімальне значення $CTOD$ складає менше 0,5 від середнього значення, рекомендується розглянути питання про збільшення кількості зразків, випробуваних за заданої температури, до отримання не менше 5-ти коректних результатів при умовах випробувань.

При товщині понад 70мм випробування зразків допускаються зі знятим з однієї із сторін до товщини 70мм шару металу. При цьому температура випробувань повинна бути понижена на 5°C по відношенню, до вказаної вище, для сталі товщиною до 90мм і на 10°C - для сталі товщиною більш ніж 90мм.

2.3 МЕТОДИ ВИПРОБУВАНЬ НЕМЕТАЛЕВИХ МАТЕРІАЛІВ

2.3.1 Умови проведення випробувань.

2.3.1.1 Зразки перед випробуванням витримуються при температурі навколишнього середовища $23 \pm 2^\circ\text{C}$ і відносній вологості $50 \pm 5\%$. Якщо не зазначене інше, час витримування повинний становити не менше 16 годин.

Випробування повинне проводитися відразу після закінчення витримування зразків.

Витримування може не проводитися, якщо Регістру буде доведене, що умови проведення випробувань істотно не впливають на результати випробувань та їх стабільність.

2.3.1.2 Зразки для випробування армованих матеріалів вирізаються по основі або по утоку, при цьому вісь зразка паралельна напрямку волокон основи або утоку відповідно.

2.3.1.3 У разі випробувань по погодженій із Регістром методиці, зразки можуть відрізнятися за формою або розмірами від вимог цього підрозділу.

2.3.1.4 Не зазначені у цьому підрозділі умови проведення випробувань повинні відповідати стандартам.

2.3.2 Випробування на розтягування.

2.3.2.1 Границя міцності склопластику під час розтягування визначається на зразках відповідно до рис. 2.3.2.1-1 і 2.3.2.1-2 і табл. 2.3.2.1.

2.3.2.2 Границя міцності при розтягуванні і відносне подовження при розриві шаруватих текстильних матеріалів визначаються на зразках шириною 50 ± 1 мм і початковою довжиною між затискачами випробувальної машини 200 ± 5 мм.

Прикладене попереднє навантаження становить 2Н для тканин щільністю 200 г/м^3 і менше, 5Н для тканин щільністю більше 200 г/м^3 до 500 г/м^3 і 10Н для тканин щільністю більше 500 г/м^3 .

Швидкість руху затискувача випробувальної машини 100 ± 20 мм/хв.

Відносне подовження у разі розриву визначається відповідно до 2.2.2.1.4.

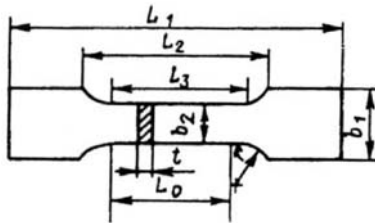


Рис. 2.3.2.1-1

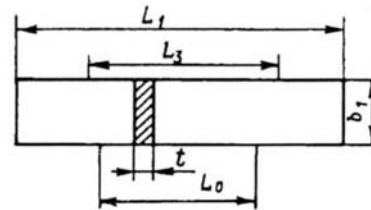


Рис. 2.3.2.1-2

Таблиця 2.3.2.1

Розміри, мм	Рис. 2.3.2.1-1	Рис. 2.3.2.1-2
$L_{1\min}$	150	250
L_2	115 ± 5	170 ± 5
L_3	$60 \pm 0,5$	—
L_0	$50 \pm 0,5$	50 ± 1
b_1	$20 \pm 0,5$	$25 \pm 0,5$
b_2	$10 \pm 0,5$	—
t	1...10	1...6
r	60	—

2.3.2.3 Міцність на розрив по надриву шаруватих текстильних матеріалів визначається на прямокутних зразках розмірами $(225 \pm 5) \times (75 \pm 5)$ мм.

На одному з кінців зразка посередині паралельно його поздовжній кромці повинний бути зроблений надріз довжиною 80 ± 1 мм. Кінці зразка, що утворилися при цьому, закріплюються в затискачах випробувальної машини таким чином, щоб початок розриву був паралельний напрямку прикладення розривного зусилля.

Швидкість руху затискувача випробувальної машини 100 ± 10 мм/хв.

Розривне навантаження розраховується як середнє 5 наступних один за одним значень.

2.3.2.4 Міцність зв'язку між шарами шаруватого текстильного матеріалу визначається на прямокутних зразках $(50,0 \pm 0,5) \times (200,0 \pm 0,5)$ мм.

Покриття на зразках акуратно прорізується до тканини і відшаровується за допомогою ножа на довжині 50 мм зі сторони косоного надрізу відповідно до рис. 2.3.2.4 (ділянка, яка відшаровується, заштрихована). Кінці, що утворилися, закріплюються у затискачах випробувальної машини.

Розшарування виконується на довжині 100 мм з реєстрацією зусилля на графіку. Швидкість руху затискувача 100 ± 10 мм/хв.

Міцність зв'язку між шарами визначають як середнє арифметичне 50% найнижчих значень піків на графіку, взятих на центральній ділянці довжини зразка, яка складає 50% загальної довжини

відшарування.



Рис. 2.3.2.4

2.3.2.5 Міцність на розрив клеєних з'єднань шаруватих текстильних матеріалів визначається на зразках, виготовлених таким чином, щоб середина клеєного з'єднання збігалася із серединою зразка, а ширина цього з'єднання перекривала зразок на 25 мм.

Форма і розміри зразків визначаються відповідно до 2.3.2.2. Застосований клей повинний відповідати умовам виготовлення виробів.

2.3.2.6 Міцність на розрив відсвічуючих матеріалів визначається на зразках шириною 25 ± 1 мм і початковою довжиною між затискачами випробувальної машини 100 ± 5 мм.

Швидкість руху затискача випробувальної машини 300 ± 20 мм/хв.

Випробування матеріалів із липким шаром виконується після видалення захисного паперу.

2.3.2.7 Адгезійна міцність на відрив відсвічуючих матеріалів з липким шаром визначається на зразках шириною 25 ± 1 мм і довжиною 200 ± 5 мм.

Перед випробуванням із липкого шару матеріалу видаляється захисний папір на довжині 80 ± 5 мм і встановлюється на випробуваній поверхні розмірами $(50 \pm 5) \times (90 \pm 5)$ мм. Вільний кінець зразка закріплюється у нерухомий затискач випробувальної машини. Відрив зразка виконується поворотом пластини на 180° навколо осі, що проходить через кінець зразка, протилежний вільному.

2.3.3 Випробування на стиск.

2.3.3.1 Границя плинності склопластику при стисненні визначається на зразках відповідно до рис. 2.3.2.1-1 і табл. 2.3.3.1.

Таблиця 2.3.3.1

L_1, L_2 , мм	L_3 , мм	b_1 , мм	b_2 , мм	r , мм	t , мм
Не регламентуються	80	20	$10 \pm 0,5$	160	10

2.3.3.2 Границя міцності жорстких пінопластів під дією тиску визначається на зразках прямокутної форми зі сторонами $(50,0 \pm 0,5) \times (50,0 \pm 0,5)$ мм і висотою від 25 ± 1 до 50 ± 1 мм.

Навантаження підвищується рівномірно. Швидкість навантаження повинна бути не більше ніж 5 мм/хв.

2.3.4 Визначення модуля нормальної пружності склопластиків.

Модуль нормальної пружності під час розтягування визначається на зразках відповідно до 2.3.2.1, а під дією тиску – відповідно до 2.3.3.1.

Приріст деформації визначається під дією початкового P_0 і максимального $P_{\max}$ навантаження, які, відповідно, становлять 2 і 8 – 10% руйнівного навантаження.

2.3.5 Випробування на згин.

2.3.5.1 Випробування жорстких пінопластів на згин необхідно проводити на зразках довжиною $120 \pm 1,2$ мм, шириною $25 \pm 0,25$ мм, товщиною $20 \pm 0,2$ мм. Відстань між опорами повинна бути 100 мм, а заокруглення опор і пуансона $5 \pm 0,2$ мм. Швидкість подачі пуансона становить 10 ± 2 мм/хв.

2.3.5.2 Випробування склопластиків на згин треба проводити на зразках, довжина яких дорівнює 20-ти товщинам і шириною – 25 мм. Відстань між опорами повинна дорівнювати 16-ти товщинам зразка. У середині зразка повинне бути прикладене навантаження, що повільно зростає до зламу зразка.

2.3.5.3 Випробування шаруватих текстильних матеріалів на згин.

Випробування проводиться на прямокутних зразках розмірами $(300 \pm 5) \times (50 \pm 1)$ мм, які закріплюються у випробувальному пристрої відповідно до рис. 2.3.5.3.

Відстань між затискачами 1 при встановленні зразка дорівнює 30 мм. Після встановлення зразка затискачі зводяться до зіткнення. Навантаження на зразок при цьому повинне бути 10 Н.

У процесі випробувань рухомий затискач здійснює 500 циклів зворотно-поступальних переміщень з частотою 2 Гц і амплітудою 50 мм.

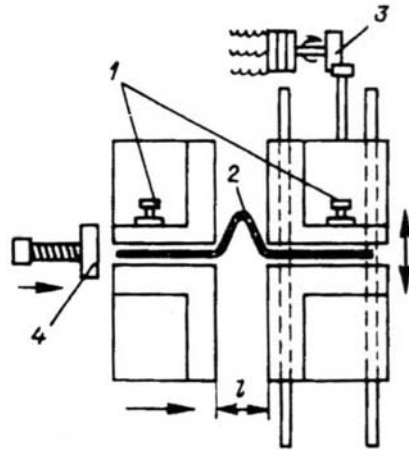


Рис. 2.3.5.3: 1 –затискач; 2 –зразок; 3–ексцентриковий привод; 4 – бокове переміщення для петлі зразка

2.3.6 Визначення відносного вмісту скла у склопластику за масою.

Із зразка розмірами $(10 \pm 1,0) \times (10 \pm 1,0)$ помноженими на товщину пластини, маса якого разом із тиглем визначається з точністю до 0,01г, у печі при температурі $625 \pm 25^\circ\text{C}$ видаляється смола.

Вміст скла у масі S , %, визначається за формулою:

$$S = (G_2 - G_0) \cdot 100 / (G_1 - G_0),$$

де G_1 і G_2 – маса тигля зі зразками до прожарювання і після, г;

G_0 – маса порожнього прожареного тигля, г.

2.3.7 Визначення уявної щільності пінопластів.

Визначення уявної щільності пінопластів повинне проводитися на зразках правильної геометричної форми об'ємом не менше ніж 100cm^3 .

Перед витримкою відповідно до 2.3.1.1 зразки сушать до постійної маси при $40 \pm 5^\circ\text{C}$.

Уявна щільність визначається як відношення маси зразка до його об'єму, m^3 .

2.3.8 Визначення усадкових деформацій пластмас при граничній температурі.

Зразок розмірами $(100 \pm 1) \times (100 \pm 1) \times (15 \pm 0,5)\text{мм}$ витримується при відповідній граничній температурі протягом 48 годин.

Усадкові деформації визначаються у відсотках як відношення лінійної деформації до відповідного початкового розміру зразка.

2.3.9 Випробування на водопоглинення.

2.3.9.1 Водопоглинення визначається на зразках розмірами $(50 \pm 1) \times (50 \pm 1)\text{мм}$ товщиною, що дорівнює товщині виробу, але не більше ніж $50 \pm 1\text{мм}$.

Зразки перед випробуванням повинні бути просушені до постійної маси. Режим сушіння встановлюється стандартами. Після сушіння і зважування зразки занурюються в дистильовану воду і витримуються протягом 24 годин при $23 \pm 2^\circ\text{C}$, після чого знову зважуються. При цьому вода з поверхні зразка повинна бути видалена.

Водопоглинення підраховується як масова частка поглиненої води, віднесена до маси сухого зразка. Водопоглинення пінопластів підраховується як маса поглиненої води, віднесена до площі поверхні зразка.

2.3.9.2 Проба, розміри якої визначаються виходячи з необхідної кількості і розмірів зразків, занурюється у прісну воду із температурою $23 \pm 2^\circ\text{C}$ на глибину 1,25м і витримується протягом 7 діб.

Перед випробуванням проба зважується, а також вона зважується у процесі витримки через добу і 7 діб. Після витримки із проби виготовляються зразки для проведення необхідних випробувань.

2.3.10 Випробування на старіння.

2.3.10.1 Проба, розміри якої визначаються виходячи з необхідної кількості та розмірів зразків, витримується протягом 30діб у напівзануреному стані в штучній морській воді температурою $23 \pm 2^\circ\text{C}$. У процесі витримки проба повинна щодоби протягом 2 години піддаватися опроміненню ультрафіолетовими променями за допомогою лампи 500Вт, яка знаходиться на відстані 50см від проби. Після витримки із проби виготовляються зразки для проведення необхідних випробувань.

2.3.10.2 Дві проби, розміри яких визначаються виходячи із необхідної кількості і розмірів зразків, витримуються протягом 7 діб у підвішеному стані при температурі середовища $70 \pm 1^\circ\text{C}$, при цьому одна з проб повинна поміщатися у замкненому об'ємі над водою. Після витримки з проб

виготовляють рівну кількість зразків для проведення випробувань.

2.3.10.3 Випробування на складкоутворення і формостійкість після старіння проводиться на квадратних зразках зі стороною 100 ± 5 мм, які складаються у двох напрямках – паралельно кромкам і під прямим кутом один до одного, розгинаються і ще раз складаються по тих же складках у протилежному напрямку.

Після кожного складання кромка пригладжується пальцями.

2.3.10.4 Проба, розміри якої визначаються виходячи із необхідної кількості і розмірів зразків, піддається опроміненню ультрафіолетовими променями за допомогою лампи 500Вт, що знаходиться на відстані 50см від проби протягом 30 годин, якщо відсвічуючий матеріал типу 1, і 60 годин - типу 2.

2.3.11 Випробування на вплив нафтопродуктів.

2.3.11.1 Дископодібний зразок діаметром 70 ± 5 мм вкладається у випробувальний пристрій відповідно до рис. 2.3.11.

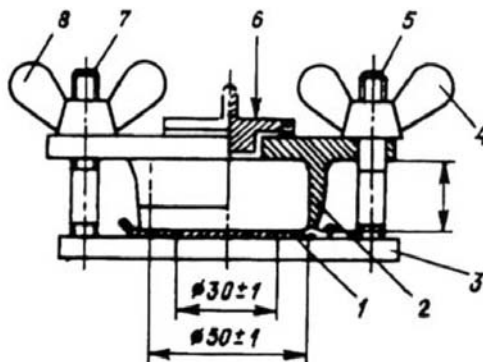


Рис. 2.3.11: 1 – зразок; 2 – циліндрична камера; 3 – основа з отвором 30мм; 4 і 8 – гайки; 5 і 7 – пальці з різьбою для притискування камери гайками; 6 – кришка для рідини.

Випробувальний пристрій заповнюється до рівня 20мм сумішшю масел у таких пропорціях:

30% 2, 3, 4-триметилетану;

50% толуолу;

15% диізобутилену;

5% етанолу.

Можуть використовуватися інші нафтопродукти, такі як дизельне паливо, бензин тощо.

Зразок витримується під дією масел протягом 22год при температурі $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

Після витягування з рідини необхідно зразок злегка підсушити, змочену поверхню скласти удвоє і притиснути. Змочені поверхні не повинні склеюватися. При контролі пальцем поверхня не повинна бруднити.

2.3.11.2 Проба, розміри якої визначаються виходячи із необхідної кількості і розмірів зразків, занурюється в дизельне паливо з температурою $23 \pm 2^\circ\text{C}$ і витримується протягом 30діб. Після витримки із проби виготовляються зразки для проведення необхідних випробувань.

2.3.11.3 Проба, розміри якої визначаються виходячи з необхідної кількості і розмірів зразків, занурюється у дизельне паливо або високооктановий бензин із температурою $23 \pm 2^\circ\text{C}$ на глибину 100мм і витримується протягом 24 годин.

2.3.11.4 Проба, розміри якої визначаються виходячи з необхідної кількості і розмірів зразків, занурюється у сиру нафту, мазут, дизельне паливо, високооктановий бензин і керосин з температурою $23 \pm 2^\circ\text{C}$ на глибину 100мм і витримується протягом 14 діб. Після витримки із проби виготовляються зразки для проведення необхідних випробувань.

2.3.12 Випробування на вплив води.

2.3.12.1 Проба, розміри якої визначаються виходячи із необхідної кількості і розмірів зразків, занурюється у штучну морську воду із температурою $23 \pm 2^\circ\text{C}$ і витримується протягом 5 місяців. Після витримки із проби виготовляються зразки для проведення необхідних випробувань.

2.3.12.2 У шаруватих текстильних матеріалів пробу розмірами 300×200 мм, склеєну по периметру, необхідно витримувати у солоній воді із концентрацією солі 3,3–3,8% протягом 4 годин при температурі води $40 \pm 1^\circ\text{C}$ на глибині 500мм від поверхні води.

2.3.12.3 Зразки відсвічуючого матеріалу розміром $(70 \pm 5) \times (150 \pm 5)$ мм, які закріплені на алюмінієвій панелі і мають Х-подібний діагональний розріз, витримуються у штучній морській воді із температурою $23 \pm 2^\circ\text{C}$ у напівзануреному стані протягом 16 годин у замкненому об'ємі. Після

витримки залишки солі на поверхні зразків необхідно змити.

2.3.12.4 Зразки відсвічуючого матеріалу розміром $(70 \pm 5) \times (150 \pm 5)$ мм, закріплені на алюмінієвій панелі, витримуються у розпиленому 5%-ному сольовому розчині при температурі $35 \pm 2^\circ\text{C}$ протягом двох діб.

У процесі витримки зразки просушуються через кожні 22 години протягом 2 годин.

2.3.12.5 Зразки відсвічуючого матеріалу, виготовлені і встановлені відповідно до **2.3.2.7**, піддаються дії дистильованої і штучної морської води протягом 16 годин у замкненому об'ємі.

2.3.13 Випробування на повітронепроникність.

Зразок у формі диску діаметром 350 мм покривається воском таким чином, щоб залишалася вільною від воску центральна частина діаметром 290 мм, і закріплюється між фланцями випробувальної установки відповідно до рис. 2.3.13.

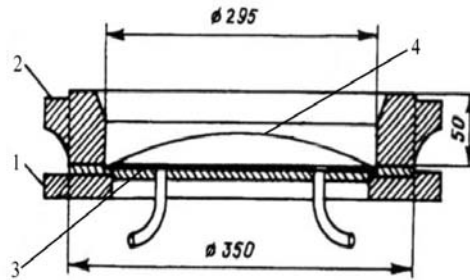


Рис. 2.3.13: 1 – нижня частина з припливом повітря; 2 – верхня частина для затискування; 3 – зразок до випробувань; 4 – поверхня зразка при випробуваннях.

Знизу на зразок діє надлишковий тиск 27,5 кПа. Через 10–15 хвилин зразок покривається водою так, щоб верхня його точка знаходилась на глибині 13 мм. Через 1 хвилину зі зразка повинні бути видалені бульбашки повітря, що залишилися на його поверхні.

У наступні 5 хвилин бульки підніматися не повинні.

2.3.14 Випробування на холодостійкість.

Випробування на холодостійкість шаруватих текстильних матеріалів проводиться на прямокутних зразках розміром $(100 \pm 5) \times (50 \pm 5)$ мм.

Зразки згинаються на 90° після витримки їх при температурі мінус 30...мінус 5°C протягом 1 години, а також мінус 60...мінус 5°C протягом 10 хвилин.

Схема випробувальної установки наведена на рис. 2.3.14.

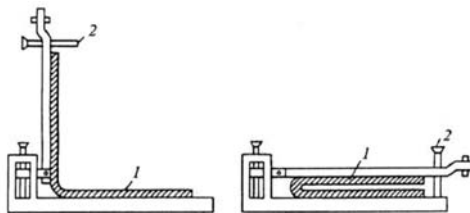


Рис. 2.3.14. Схема випробувальної установки: 1 – зразок; 2 – установочний гвинт

Відстань між паралельними частинами зразка наприкінці випробування повинна дорівнювати чотирьом його товщинам.

2.3.15 Випробування на вплив озону.

Зразок згинається на 180° навколо оправки, діаметр якої дорівнює шести товщинам зразка, і піддається протягом 1 години впливу атмосфери з концентрацією озону 50 мм рт.ст. при температурі $30 \pm 2^\circ\text{C}$ і відносній вологості 26%.

2.3.16 Проба, розміри якої визначаються виходячи з необхідної кількості і розмірів зразків, піддається почерговому, 8-годинному для пінопластів і 24-годинному для відсвічуючих матеріалів, впливу температур навколишнього середовища мінус 40 і плюс 70°C .

2.3.17 Випробування на вплив вібраційними навантаженнями.

Зразок, вид і розміри якого визначаються виходячи із умов експлуатації виробу, встановлюється на вібростенді і піддається впливу вібраційних навантажень за наступним режимом:

амплітуда коливань – 2,5 мм;

діапазон частот – від 5 до 500 Гц із частотою перепаду 32 Гц і амплітудою віброприскорення 10g.

2.3.18 Визначення коефіцієнта відсвічування матеріалу.

2.3.18.1 Коефіцієнт відсвічування матеріалу визначається на квадратних зразках розміром 150 ± 5 мм. Кути входу і спостереження приймаються згідно з табл. 6.7.2.2.

Виміри виконуються при кутах повороту площини відліку від 0 до 180° з кроком не більше 30° .

2.3.18.2 Коефіцієнт відсвічування матеріалу під плівкою води визначається на зразках розмірами $(150 \pm 5) \times (75 \pm 5)$ мм, закріплених на вертикальній площині в поперечному напрямку.

У процесі випробувань зразок знаходиться під плівкою води, що постійно рухається. Схема випробувальної установки наведена на рис. 2.3.18.2.

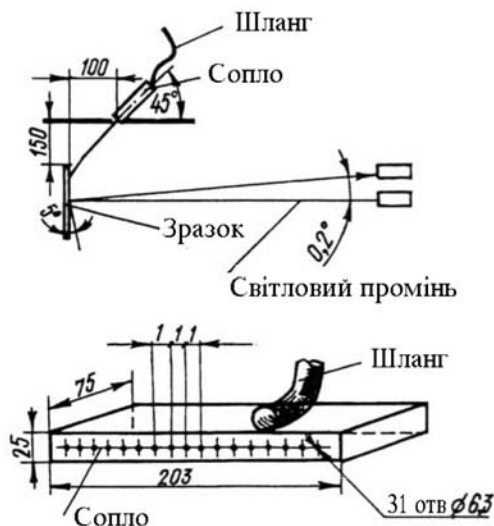


Рис. 2.3.18.2

Виміри виконуються при куті спостереження $0,2^\circ$ і куті входу 5° .

2.3.19 Випробування на згин відсвічуючих матеріалів виконуються на зразках $(25 \pm 5) \times (150 \pm 5)$ мм після їх витримки разом із металевою оправкою діаметром 3,2 мм у термокамері при температурі 30°C . Зразки повинні намотуватися на оправку легким дотиком пальця.

Випробування відсвічуючих матеріалів з липким шаром виконуються після видалення захисного паперу.

2.3.20 Випробування на зчеплення відсвічуючих матеріалів виконуються на квадратних зразках розміром 100 ± 5 мм.

Два зразки встановлюються між скляними пластинами товщиною 3 мм, відсвічуючими поверхнями один до одного, під вантажем масою 18 кг і витримуються у термокамері при температурі $65 \pm 2^\circ\text{C}$ протягом 8 годин.

Після витримки зразки охолоджуються при температурі $23 \pm 2^\circ\text{C}$ протягом 5 хвилин.

2.3.21 Випробування відсвічуючих матеріалів на стійкість до утворення цвілі виконуються на квадратних зразках розміром 75 ± 2 мм, закріплених на алюмінієвій панелі.

Зразки витримують у землі протягом двох тижнів.

Після витримки зразки очищаються від землі м'якою тканиною, просоченою 70%-вим розчином етилового спирту, і кондиціонуються згідно з 2.3.1.1 протягом 48 годин.

Мікробіологічна активність землі визначається на необробленій бавовняній тканині. Границя міцності тканини з питомою масою $400\text{--}475\text{ г/м}^2$ після витримки у землі протягом 5 діб повинна знизитися не менше ніж на 50% від первісного значення.

2.3.22 Випробування відсвічуючих матеріалів на стирання виконуються на зразках розмірами $(150 \pm 5) \times (425 \pm 5)$ мм, закріплених на алюмінієвій панелі.

Панель, нерухомо встановлена у випробувальній машині, піддається 1000-цикловому зворотно-поступальному впливу щетини з частотою 37 ± 2 циклів за хвилину.

Для випробувань застосовується обрізна чорна свиняча щетина, встановлена у 60 отворах діаметром 4 мм на блоці розмірами $(90 \pm 5) \times (40 \pm 5) \times (12,5 \pm 5)$ мм і загальною масою 450 ± 15 г. Щетина повинна виступати з блоку не більше ніж на 20 мм.

2.3.23 Випробування відсвічуючих матеріалів на вплив забруднюючими речовинами виконуються на квадратних зразках розміром 150 ± 5 мм, закріплених на алюмінієвій панелі.

На зразки наноситься шар забруднюючої речовини товщиною 0,075 мм, накривається

лабораторним склом і витримується протягом 24 годин.

Після витримки забруднююча речовина видаляється зі зразка м'якою тканиною, змоченою в уайт-спіриті, промивається 1%-вим розчином миючої речовини і ополоскується у воді.

Забруднююча речовина, яка використовується для випробування, повинна складатися з 8 масових частин сажі, 60 масових частин мінеральної олії і 32 масових частин уайт-спіриту.

2.4 ВИПРОБУВАННЯ НА ЗВАРЮВАНІСТЬ

2.4.1 Підрозділ містить загальні вимоги, які пред'являються до технології випробування матеріалу на зварюваність у разі його допуску.

Об'єм випробувань визначається згідно програми випробувань, погодженій із Регістром.

Випробуванню на зварюваність повинні піддаватися катана сталь, сталеве литво, кована сталь і алюмінієві сплави, які застосовуються для зварних конструкцій у суднобудуванні.

Випробування проводиться під наглядом Регістру або у лабораторії, визнаній Регістром.

2.4.2 Зварюваність матеріалу при випробуваннях на допуск повинна бути перевірена із застосуванням способів зварювання, які передбачається використовувати під час виготовлення конструкцій, що підлягають нагляду Регістру. Способи зварювання вказуються у допуску на матеріал.

2.4.3 Під час випробування на зварюваність повинні бути визначені:

- .1 хімічний склад і механічні властивості основного металу;
- .2 стійкість до утворення холодних тріщин;
- .3 схильність сталі до старіння відповідно до 2.2.3.4;
- .4 властивості зварювального з'єднання відповідно до розд.4 частини XIV «Зварювання».

2.4.4 Зазначені в 2.4.3 випробування проводяться, як мінімум, на металі трьох різних плавок на листах або на інших виробах максимальної товщини.

2.4.5 Для металевих матеріалів, інших ніж сталь, зварюваність у конкретних умовах визначається за результатами випробувань за схваленою Регістром програмою або за погодженими із Регістром стандартами.

2.5 ВИПРОБУВАННЯ ЛЬОДОСТІЙКОГО ПОКРИТТЯ

2.5.1 Визначення протикорозійних властивостей в морській воді.

2.5.1.1 Випробування проводять відповідно до стандарту ДСТУ ISO 12944-6 або відповідного стандарту ISO для категорії корозійної активності Im2 згідно з стандартом ДСТУ ISO 12944-2 або відповідним стандартом ISO. Тривалість випробувань повинна вибиратися для показника терміну служби покриття більше 15 років.

2.5.1.2 Підготовка зразків для випробувань.

Панелі для випробувань повинні бути виготовлені із сталі тієї ж категорії, яка використовується на практиці.

Мінімальний розмір панелі повинний становити 150 x 70мм.

Товщина панелі залежить від випробування, але повинна бути не менше 2мм.

Поверхня панелі повинна бути підготовлена методом абразивно-струминевій обробки до досягнення ступеня Sa 2 ½ або Sa 3 згідно з стандартом ДСТУ ISO 8501-1 або відповідним стандартом ISO. Шорсткість поверхні (профіль) повинна бути «середньою» (G) згідно з стандартом ISO 8503-1 і може бути перевірена за допомогою зразка-еталону згідно з стандартом ДСТУ ISO 8503-2 або відповідними стандартами ISO.

Для кожного виду випробувань повинні бути підготовлені три панелі.

Фарба повинна наноситися у відповідності з вказівками виробника фарби. Рекомендується наносити фарбу методом безповітряного розпилення. Кожний шар повинний бути рівномірним по товщині і однорідним за зовнішнім виглядом, не повинний утримувати потьоків, напливів, пропусків, газових пухирців, зморщок, зміни блиску, непрофарбувань, включень твердих часток, верхньої підсохлої кірки і здуттів. Товщина сухої плівки згідно з стандартом ДСТУ ISO 2808 або відповідним стандартом ISO не повинна перевищувати більше ніж на 20% номінальне значення.

Випробні панелі, покриті фарбою, кондиціонуються перед випробуванням протягом трьох тижнів в нормальних атмосферних умовах при температурі $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ і відносній вологості $(50 \pm 5)\%$ або при температурі $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ і відносній вологості $(65 \pm 5)\%$.

Кромки і тильна сторона панелей повинні бути належним чином захищені.

Для підтвердження більшого терміну служби в морській воді випробування виконують:
згідно з стандартом ISO 7253 (нейтральний соляний туман) протягом 1440 годин;
згідно з стандартом ISO 2812-2 (занурення у воду) протягом 3000 годин.

2.5.1.3 Оцінка системи покриттів щодо штучного старіння в соляному тумані і при зануренні в воду. До випробувань адгезія, обумовлена методом решіткових надрізів згідно з стандартом ДСТУ ISO 2409 або відповідним стандартом ISO, повинна становити 0 балів або 1балу.

Для системи покриттів товщиною понад 250μm, замість випробувань згідно з стандартом ДСТУ ISO 2409 або відповідним стандартом ISO повинно бути проведено випробування згідно з стандартом ДСТУ ISO 4624 або відповідним стандартом ISO.

Покриття вважається таким, що витримало випробування при відсутності порушення щодо підкладки (А/В), якщо тільки величина зусилля відривання не становить 5МПа або більше.

2.5.1.4 Випробування в соляному тумані.

На зразках, що випробовуються в камері соляного туману, робиться надріз до підкладки довжиною 50мм і на відстані не менше 20мм від кромки зразка.

Сутність методу полягає у витримуванні зразків з лакофарбовим покриттям в камері соляного туману з наступним визначенням ступеня руйнування лакофарбового покриття.

Зразки для випробування повинні розміщатися в камері лицьовою поверхнею нагору під кутом $(25 \pm 5)^\circ$ до вертикалі.

Зразки повинні бути розташовані таким чином, щоб уникнути контакту зразків один з одним або з камерою, а на поверхню, яка випробується, вільно потрапляв розчин, який розпилюється.

Зразки в камері повинні бути розташовані на одному рівні, щоб краплі розчину не могли стікати з пластинок або їхніх підставок на інші зразки, розміщені нижче.

Температура усередині камери повинна складати $(35 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Не рідше ніж через кожні 24 години вимірюється середня швидкість збирання розчину в кожний збірник, що збирає для горизонтально площі 80cm^2 (лійка діаметром 100мм), яка повинна складати $1 \div 2,5\text{мл/год}$. Концентрація хлориду натрію в кожному збірнику повинна складати $(50 \pm 10)\text{ г/л}$, $\text{pH} = 6,5 \div 7,2$.

Періодично виконується зовнішній огляд зразків у відповідності із частинами 2 ÷ 5 стандарту ДСТУ ISO 4628 або відповідного стандарту ISO без пошкодження випробуваних поверхонь покриття.

Час огляду не повинний перевищувати 30 хвилин.

Огляди повинні виконуватися не частіше 1 разу за 24 години і повинні проводитися, за можливості, в один і той же час дня. Протягом огляду зразки не повинні цілком висихати. Після огляду зразки треба негайно повернути у випробну камеру.

2.5.1.5 Випробування при зануренні у воду згідно з стандартом ISO 2812-2.

Випробування проводять в резервуарі придатного розміру (рекомендується розмір 700 x 400 x 400мм). Резервуар повинний закриватися і бути термостійким. Резервуар повинний бути забезпечений системою циркуляції і аерації водяного розчину. Концентрація розчину повинна становити 50г NaCl в дм^3 води.

Температура води в резервуарі повинна бути $(40 \pm 1)^\circ\text{C}$.

Зразки повинні занурюватися в резервуар на 3/4 довжини на відстані не менше 30мм один від одного, стінок і дна резервуару. Касети із зразками повинні бути установлені таким чином, щоб розмістити зразки під кутом $(15 \div 20)^\circ$ до вертикалі, при цьому поверхня для дослідження повинна перебувати нагорі паралельно напрямку потоку води в резервуарі.

Зразки періодично необхідно змінювати місцями.

Проміжні огляди зразків проводяться через 1, 3, 5 тижнів і далі через кожні 250 годин випробувань.

При проміжних оглядах треба кожний зразок витягти із ємкості, промокнути фільтрувальним папером і протягом 1хв оцінити ступінь руйнування покриття у відповідності з частинами 1 ÷ 5 стандарту ДСТУ ISO 4628 або відповідного стандарту ISO. Після цього зразок треба негайно повернути в ємкість.

2.5.1.6 Оцінка після штучного старіння протягом приписаного часу.

Після штучного старіння згідно з стандартом ISO 7253 будь-яка корозія підкладки, що починається від подряпини, не повинна перевищувати 8мм при її обчисленні за формулою (2.5.1.6.2).

Ніякі дефекти, що знаходяться в межах 1см від кромки панелей, не повинні прийматися в розрахунок.

Таблиця 2.5.1.6 Вимога до стану покриття після випробування на штучне старіння протягом приписаного часу

№ з/п	Метод оцінки	Вимоги
1	Стандарт ДСТУ ISO 4628-2 або відповідний стандарт ISO	Утворення пухирів 0(S0), (оцінюється негайно)
2	Стандарт ДСТУ ISO 4628-3 або відповідний стандарт ISO	Утворення іржі Ri0, (оцінюється негайно)
3	Стандарт ДСТУ ISO 4628-4 або відповідний стандарт ISO	Розтріскування 0(S0), (оцінюється негайно)
4	Стандарт ДСТУ ISO 4628-5 або відповідний стандарт ISO	Відшаровування 0(S0), (оцінюється негайно)

2.5.1.6.1 Нанесення подряпини.

Для одержання відтворених результатів рекомендується використовувати гравірувальну машинку. Якщо це не представляється можливим, прилад для нанесення подряпини повинний відповідати описові, зазначеному в п. 4.1.1 стандарту ДСТУ ISO 2409 або відповідного стандарту ISO (ріжучий інструмент з одним лезом).

Подряпина може бути горизонтальною, вертикальною або проходити по діагоналі. Вона повинна мати довжину не менше 50мм, крім того, вона повинна відстояти, як мінімум, на 20мм від кожної із кромek і проходити до самої поверхні металу в будь-якій точці довжини.

2.5.1.6.2 Оцінка корозії за довжиною подряпини.

Після проведення випробування в сольовому тумані вимірюють максимальну ширину C , мм, корозії поперек подряпини. Корозія підкладки M , обумовлена подряпиною, визначається за формулою:

$$M = (C - W)/2, \quad (2.5.1.6.2)$$

де W - початкова ширина подряпини, мм.

2.5.1.7 Додаткові методи оцінки. Вимоги.

Адгезія, яка визначається методом решіткових надрізів згідно з стандартом ДСТУ ISO 2409 або відповідним стандартом ISO, становить 0 балів або 1 бал (оцінка адгезії повинна виконуватися через 24 години після кондиціонування).

Якщо товщина сухої плівки системи лакофарбового покриття перевищує 250 μm , замість випробування методом решіткових надрізів згідно з стандартом ДСТУ ISO 2409 або відповідним стандартом ISO повинно бути проведено випробування на відрив згідно з стандартом ДСТУ ISO 4624 або відповідним стандартом ISO.

Не допускається ніяких порушень адгезії з підкладкою (A/B) (якщо тільки величина зусилля відриву не становить 5МПа або більше) (оцінка здійснюється після кондиціонування протягом 24 годин).

2.5.2 Визначення стійкості до впливу низької температури.

2.5.2.1 Підготовка зразків для випробувань.

Панелі для випробувань повинні бути виготовлені із сталі тієї ж марки, яка використовується на практиці.

Рекомендується розмір зразків для випробувань: 150 x 70мм або 150 x 100мм.

Товщина незафарбованої пластини повинна становити не менше 2мм.

Поверхня панелі повинна бути підготовлена методом абразивно-струминевий обробки до досягнення ступеня Sa 2 ½ або Sa 3 згідно з стандартом ДСТУ ISO 8501-1 або відповідним стандартом ISO.

Шорсткість поверхні (профіль) повинна бути «середньою» (G) згідно з стандартом ДСТУ ISO 8503-1 або відповідним стандартом ISO і може бути перевірена за допомогою зразка-еталону згідно з стандартом ДСТУ ISO 8503-2 або відповідним стандартом ISO.

Повинні бути підготовлені 4 панелі: 3 - для випробувань і 1 - контрольна.

Рекомендується наносити фарбу методом безповітряного розпилення. Кожний шар повинний бути рівномірним за товщиною і однорідним за зовнішнім виглядом. Товщина сухої плівки згідно з стандартом ДСТУ ISO 2808 або відповідним стандартом ISO не повинна перевищувати більше ніж на 20% номінальне значення (див. 2.5.1.2).

Випробні панелі, покриті фарбою, кондиціонуються перед випробуванням протягом трьох тижнів в нормальних атмосферних умовах при температурі $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ і відносній вологості $(50 \pm 5)\%$ або при температурі $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ і відносній вологості $(65 \pm 5)\%$.

2.5.2.2 Проведення випробувань.

Зразки повинні бути поміщені в камеру холоду і витримані при температурі мінус $(60\pm 3)^{\circ}\text{C}$ протягом 2 години, потім повинна бути визначена адгезія методом решіткових надрізів згідно з стандартом ДСТУ ISO 2409 або відповідним стандартом ISO протягом $20 \div 25\text{с}$.

Якщо товщина сухої плівки системи лакофарбового покриття перевищує $250\mu\text{м}$, замість випробування методом решіткових надрізів згідно з стандартом ДСТУ ISO 2409 або відповідним стандартом ISO, повинно бути проведене випробування методом хрестоподібних надрізів згідно з стандартом ДСТУ ISO 16276-2 або відповідним стандартом ISO.

2.5.2.3 Оцінка результатів випробувань.

Покриття вважаються такими, що витримали випробування, якщо на двох із трьох зразків адгезія згідно з стандартами ДСТУ ISO 2409 або відповідним стандартом ISO і ISO 12276-2 не перевищує 3 бали.

2.5.3. Визначення міцності адгезії.

Визначення адгезії методом відриву виконують згідно з стандартом ДСТУ ISO 4624 або відповідним стандартом ISO. Метод полягає у вимірюванні зусилля, необхідного для відриву покриття від металу.

2.5.3.1 Підготовка зразків для випробувань.

Система покриттів, підлягаюча випробуванням, наноситься на металеві зразки однакової товщини (не менше 3мм) і однакової текстури поверхні.

Підготовка поверхні і нанесення покриття повинні бути виконані у відповідності до вимог технологічної інструкції на випробовувану систему покриттів.

Перед випробуванням пофарбовані зразки проходять кондиціонування в нормальних атмосферних умовах при температурі $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ і відносній вологості $(50\pm 5)\%$ протягом не менше 16 годин.

2.5.3.2 Підготовка до випробувань.

Після сушіння і кондиціонування зразків на них повинні бути приклеєні робочі тіла (грибки).

Обов'язкова вимога при виборі клею: незмішані компоненти клею не повинні викликати видимих змін покриття протягом періоду, рівного часу затвердіння для даного клею.

Краще використовувати клеї, що дають найвищі результати.

В більшості випадків використовують ціаноакрилат, двохкомпонентний епоксид без розчинника і поліефірні клеї, каталізовані пероксидом.

Клеї повинні готуватися і застосовуватися у відповідності до інструкцій виготовлювача. Необхідно використовувати мінімальну кількість клею, що вимагається для одержання міцного безперервного і рівномірного зв'язку між робочим тілом і покриттям.

Після затвердіння клею (звичайно 24 години) треба обрізати клей і фарбу по окружності робочого тіла наскрізь до поверхні металевої пластини.

Для зниження деформації пофарбованого зразка під час відриву навколо робочого тіла повинне бути встановлено жорстке металеве кільце.

2.5.3.3 Проведення випробувань.

При проведенні випробувань необхідно забезпечити рівномірність по всій площі зусилля, що розтягує, без згинаючого моменту.

Швидкість напруження, що розтягує, повинна бути не більша 1 МПа/с перпендикулярно пофарбованій площині.

Руйнування випробовуваного зразка повинне відбутися протягом 90с від моменту початкового розтягання.

Повинні бути виконані, як мінімум, 6 визначень адгезійної міцності. Випробування повинні проводитися при температурі $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ і відносній вологості $(50\pm 5)\%$.

2.5.3.4 Оцінка результатів випробувань.

Повинне бути розраховано середнє значення всіх 6 визначень адгезійної міцності. Результат повинний бути виражений у вигляді середнього значення і діапазону. Також повинна бути наведена оцінка середнього відсотка площі і типу руйнування в випробовуваній системі.

Характер відриву фіксується наступним чином:

A/B - адгезійне руйнування між пофарбованою поверхнею і першим шаром покриття;

B - когезійне руйнування першого шару покриття;

B/C - адгезійне руйнування між першим і другим шарами покриття;

n - когезійне руйнування *n* - шару багатошарового покриття;

n/m - адгезійне руйнування зчеплення між *n* -им і *m* -им шарами багатошарової системи;

-/Y - руйнування зчеплення між останнім шаром покриття і клеєм;

Y - когезійне руйнування шару клею;

Y/Z - адгезійне руйнування між клеєм і робочим тілом.

Оцінка площі руйнування повинна бути виконана у відсотках з точністю до 10% для кожного типу руйнування. Якщо руйнування в основному пов'язане з клеєм, випробування повинне бути проведене повторно з використанням іншого клею або з обробленням поверхні покриття і робочого тіла для поліпшення шорсткості.

2.5.4 Визначення стійкості до стирання.

Сутність методу полягає у визначенні стійкості до стирання покриттів, нанесених на металеву підкладку, за допомогою абразиметра Табера.

2.5.4.1 Підготовка зразків для випробувань.

Для випробувань повинні бути підготовлені металеві зразки розміром 100x100x3 ($\pm 0,5$)мм з отвором в центрі зразка діаметром 8мм.

Підготовка поверхні зразків і нанесення покриття повинні бути виконані у відповідності з вимогами технологічної інструкції на випробовувану систему покриттів.

При формуванні покриття при температурі (20 $\div$ 30)°C стиранність повинна бути визначена не раніше ніж через 3 тижні після нанесення останнього шару покриття.

2.5.4.2 Проведення випробувань.

Для випробувань необхідно використовувати абразивне колесо CS-17. Навантаження на колесо повинне бути рівним 1000г.

Зразки з покриттям зважуються з точністю до 0,1мг. Потім вимірюється товщина покриття в декількох місцях на ділянці, де буде провадитися стирання.

Зразок з покриттям устанавлюється і закріплюється на обертовій платформі. Абразивні колеса опускаються на зразок.

Сопло вакуум-насосу повинне бути встановлене на відстані 1мм над абразивним диском. Лічильник устанавлюється на «0», а рівень відсмоктування на «50». При необхідності більше ефективного видалення абразивного пилу рівень відсмоктування можна збільшити до «90». Устанавлюють кількість циклів «1000»: 1 цикл стирання відповідає одному оберту обертової платформи.

Виконується вмикання вакуум-відсмоктування і обертової платформи.

Випробування повторюється, як мінімум, ще на одному зразку.

Після завершення випробувань зразок знімається з обертової платформи. Залишки абразивного пилу видаляються, після чого зразок зважується з точністю до 0,1мг.

2.5.5 Визначення міцності при ударі методом падаючого вантажу.

Випробування повинні проводитися згідно з стандартом ДСТУ ISO 6272-1 або відповідним стандартом ISO – сферичним індентором діаметром 20мм, що падає в стандартних умовах.

Сутність методу полягає в оцінці опору сухої плівки лакофарбового матеріалу розтріскуванню або відшаровуванню від пофарбованої поверхні під дією деформації, викликаной падаючим вантажем.

Випробування проводяться за допомогою спеціального пристрою, що відповідає вимогам стандарту ДСТУ ISO 6272-1 або відповідного стандарту ISO.

2.5.5.1 Підготовка зразків для випробувань.

Пластини для випробувань повинні бути плоскими, без ушкоджень і повинні виготовляються із сталі листової марки 08кп згідно з ISO 3573 (ГОСТ 9045) або сталі марки 08кп, 08пс по ДСТУ 2834 (ГОСТ 16523) (або аналоги) товщиною 0,8 - 0,9мм. Розміри пластини повинні бути такими (70x220мм), щоб можна було виконати вимірювання не менше ніж в п'яти позиціях, віддалених на відстані не менше 40мм одна від однієї і на відстані не менше 20мм від краю пластинки.

Кожна пластинка повинна бути попередньо підготовлена відповідно до стандарту ДСТУ 1514 або відповідного стандарту ISO шляхом очищення розчинником (ксилолом, толуолом або Р-4). Якість очищення пластинок контролюється шляхом їх протирання фільтрувальним папером. Очищення вважається задовільним, якщо на папері не залишається плям.

На підготовлені пластинки наноситься матеріал, що входить в систему покриттів. Товщина шару 250-300мкм, час сушіння покриття повинен відповідати специфікації.

Після висихання товщина покриття повинна бути виміряна згідно з стандартом ДСТУ ISO 2808 або відповідним стандартом ISO. Вимірювання виконуються, по можливості, близько від тих точок, в яких буде проводитися випробування.

Безпосередньо перед випробуванням пластинки проходять кондиціювання при температурі $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ і відносній вологості $(50 \pm 5)\%$ протягом не менше 16 годин.

2.5.5.2 Проведення випробувань.

Випробування повинні провадитися при температурі $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ і відносній вологості повітря $(50 \pm 5)\%$.

Треба перевірити, щоб напрямна трубка знаходилася у вертикальному положенні. Якщо потрібно, до первинного вантажу приєднується вторинний вантаж, щоб отримати необхідне навантаження.

Регулюється висота падіння до необхідної точки відпускання (з використанням градуювання напрямної трубки) і в цьому положенні фіксуються вантажі.

Випробовувана пластинка поміщається на ковадло пофарбованою стороною нагору. Треба відпустити вантаж і дати йому упасти на випробовувану пластинку.

2.5.5.3 Оцінка результатів випробувань.

Повинний бути виконаний огляд покриття за допомогою лупи з 10-кратним збільшенням. Наявність на покритті випробовуваної пластинки тріщин або відшарувань від пофарбованої поверхні повинно бути зафіксовано.

Випробування повинно бути проведене повторно ще чотири рази в різних точках, щоб в цілому було виконано п'ять падінь вантажу.

Стан покриття вважається задовільним у випадку відсутності розтріскування або відшаровування від пофарбованої поверхні, принаймні, в чотирьох із п'яти точок.

2.5.6 Визначення стійкості до катодного відшаровування.

2.5.6.1 Прилади і апаратура.

Для випробувань повинна використовуватися ємність із скла або іншого інертного матеріалу, який не змінить рН електроліту.

Ємкість повинна мати діаметр не менше 700мм або розмір бічної стінки не менше 700мм, глибину не менше 200мм. Ємкість повинна бути обладнана системою для аерації електроліту.

Анод повинний бути виготовлений із графіту з мінімальною довжиною 200мм і мінімальним діаметром 10мм або платинової проволоки, або платинової сітки, або платинованого титану або іншого матеріалу, який покаже достатній опір анодній поляризації в морській воді.

Електроди порівняння повинні бути каломелеві або хлор-срібні.

Повинен використовуватися вольтметр з мінімальним опором 10МОм, здатний виконувати вимірювання в інтервалі 0 - 2В з точністю вимірювання 1мВ.

Катодний захисний ланцюг, працюючий від джерела постійного струму, повинний бути здатний підтримувати електродний потенціал на випробовуваному зразку — $1050 \pm 5\text{мВ}$ відносно насиченого каломелевого електрода порівняння.

Потенціал краще контролювати за допомогою потенціостатичного методу, проте, може також використовуватися і гальваностатичний метод.

Типові катодні ланцюги показані на рис. 2.5.6.1 і 2.5.6.2.

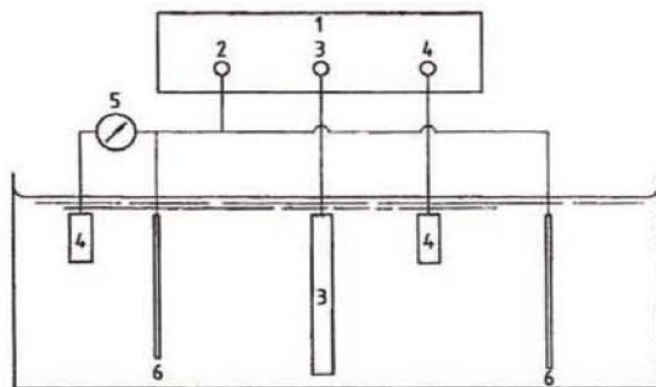


Рис. 2.5.6.1-1 Потенціостатично контрольований катодний захисний ланцюг: 1 - потенціостат; 2 - робочий електрод; 3 - анод; 4 - електрод порівняння; 5 - вольтметр; 6 - випробовуваний

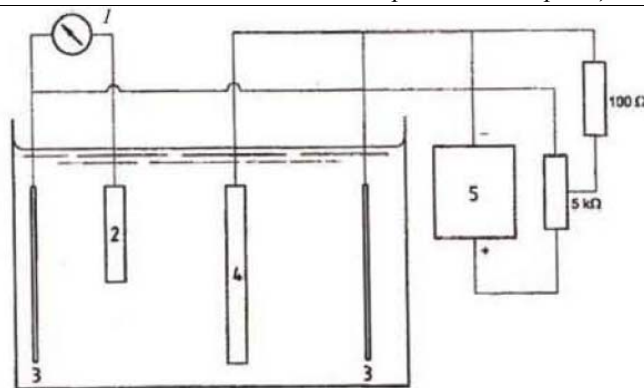


Рис. 2.5.6.1-2 Гальваностатичний контрольований катодний захисний ланцюг: 1 - вольтметр; 2 - електрод порівняння; 3 - випробовуваний зразок; 4 - анод; 5 - джерело постійного струму

2.5.6.2 Підготовка зразків для випробувань.

Пластини для випробувань повинні бути виготовлені із сталі тієї ж марки, яка використовується на практиці. Рекомендується розмір зразків для випробувань: 150x70x2мм.

Кожна пластина повинна мати ізолюваний провідник з надійним електричним контактом, який не уражається корозією.

Підготовка поверхні зразків і нанесення покриття повинні бути виконані у відповідності з вимогами технологічної інструкції на випробовувану систему покриттів.

Якщо вимоги не зазначені, поверхні пластин повинні піддаватися абразивно-струминевій обробці згідно з стандартом ДСТУ ISO 1514 або відповідним стандартом ISO. Потім поверхні пластин повинні бути пофарбовані у відповідності з вимогами технологічної інструкції на випробовувану систему покриттів.

На зворотну сторону пластин і кромки рекомендується нанести ту ж систему покриттів. На кромки треба нанести більш товсту плівку для виключення крайкового ефекту.

Необхідно захистити всі незафарбовані поверхні випробовуваних зразків і з'єднання ізолюваних провідників шляхом нанесення покриття або парафіну, розплавленого при температурі 70°C, або епоксидної смоли без розчинників або іншого придатного покриття, яке має більше високі захисні властивості ніж випробовуваний матеріал.

Необхідно підготувати також три контрольні пластини, які не будуть приєднані до катодної контрольованої системи.

Товщина покриття на зразках повинна бути виміряна згідно з стандартом ДСТУ ISO 2808 або відповідним стандартом ISO.

Перед початком випробувань в покритті кожної із випробовуваних пластин необхідно зробити отвір діаметром 10 ± 1 мм на відстані не менше 30 мм від краю пластини будь-яким зручним способом, переважніше всього струменем абразиву. Після цього необхідно за допомогою детектора суцільності виконати контроль випробовуваних зразків на наявність випадкових пор при подачі напруги 10кВ.

Випробування на катодне відшаровування треба виконати на трьох пластинах.

2.5.6.3 Підготовка до випробувань.

Анод повинний бути поміщений в центрі ємкості і з'єднаний з позитивним полюсом катодного захисного ланцюга.

Кожна пластина повинна бути пронумерована за допомогою придатного матеріалу, який не зруйнується під час випробувань.

Кожна пластина в ємкості повинна знаходитися на відстані не менше 300 мм від аноду і не менше 50 мм від основи ємкості і повинна бути повністю занурена в електроліт після заповнення ним ємкості.

Склад електроліту зазначений в табл. 2.5.6.3. Треба переконатися у відсутності контакту пластин одна з однією і стінками ємкості, у відсутності екранування сторони пластини з вирізаним в покритті отвором від аноду яким-небудь предметом, включаючи інші пластини, а також у відсутності перешкоди для протікання електроліту навколо пластин і між ними.

Кожна пластина з негативним полюсом повинна бути з'єднана з катодним захисним ланцюгом за допомогою ізолюваного провідника.

Контрольні пластини повинні бути поміщені аналогічним чином в еквівалентну ємкість без аноду і катодного захисного ланцюга.

Ємкість повинна бути заповнена електролітом, як мінімум, на 200мм. Температура електроліту повинна підтримуватися на рівні $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$.

Таблиця 2.5.6.3 Склад електроліту (штучної морської води)

Компонент	Концентрація, г/л
Хлорид натрію	23
Гексагідратований хлорид магнію	9,8
Декагідратований сульфат натрію	8,9
Хлорид кальцію	1,2

2.5.6.4 Проведення випробувань.

Треба підтримувати постійну течію електроліту в ємкості. Електроліт в ємкості повинний повністю змінюватися протягом максимум 3 днів. Допускається повністю змінювати електроліт через інтервал, що не перевищує 7 днів.

Електродний потенціал повинний становити $1050\pm 5\text{мВ}$ по відношенню до електроду порівняння. Треба контролювати потенціал 1 раз за 24 години або частіше, якщо необхідно.

Тривалість випробувань становить 26 тижнів. Тривалість випробувань може бути зменшена до 3 місяців у разі надання підтверджень про позитивний досвід експлуатації покриття з катодним захистом.

2.5.6.5 Оцінка результатів.

Випробовувані і контрольні пластини в процесі випробувань повинні піддаватися неруйнівному контролю.

При проміжних оглядах пластини треба швидко від'єднати від ланцюга, витягти із ємкості і промити водопровідною водою, не пошкодивши покриття і не видаливши катодний осад на вирізі в покритті.

Пластини при оглядах не повинні висихати.

Оцінка пазирів, що утворилися, повинна бути виконана згідно з стандартом ДСТУ ISO 4628-2 або відповідним стандартом ISO з урахуванням відстані від пазирів до вирізу.

Результати, отримані на випробовуваних і контрольних зразках, необхідно порівняти.

Відшарування покриття від підкладки на отворі повинні фіксуватися.

Після закінчення випробувань пластини промиваються водопровідною водою, при цьому не допускається пошкодження покриття.

Повинний бути виконаний повний огляд і оцінка покриття згідно з стандартом ДСТУ ISO 4628-2 або відповідним стандартом ISO з урахуванням відстані від пазирів до вирізу. Пазири повинні бути розділені по групам: пазири, пов'язані з вирізом, і пазири, розташовані вдалині від вирізу.

Пазири, що утворилися в районах з товщиною плівки нижче необхідної, не враховуються при оцінці.

Втрата адгезії визначається наступним способом:

- на покритті виробляються два надрізи гострим ножом до металу, пересічні на вирізі.

Кінчиком ножа покриття відокремлюється від підкладки навколо вирізу;

- фіксується приблизна відстань в мм, на яку покриття може бути відокремлене від підкладки по порівнянню з контрольними зразками.

Результати, отримані на випробовуваних і контрольних зразках, порівнюються між собою.

2.5.7 Випробування по визначенню коефіцієнта тертя об лід.

2.5.7.1 Підготовка зразків для випробувань.

Для випробувань повинні бути підготовлені металеві зразки розміром $(250 \times 130 \times 3(+0,5))\text{мм}$. Підготовка поверхні зразків і нанесення покриття повинні бути виконані згідно вимог технологічної інструкції виробника покриттів.

2.5.7.2 Опис рекомендованого приладу для проведення випробувань.

Приклади механічних приладів показані на рис. 2.5.7.2.

На рис. 2.5.7.2 використані наступні позначення: А - зразок; В - несуча площа з поглибленням під лід; С - основа; D - динамометр; Е - пружинний динамометр, F - ланцюгова передача з постійною швидкістю; G - зажим розривної машини з постійною швидкістю; Н - привід з роликками постійної швидкості; І - нейлонова нитка; J - блок з малим тертям; К - черв'ячний гвинт; L - полумуфта; М - синхронний двигун.

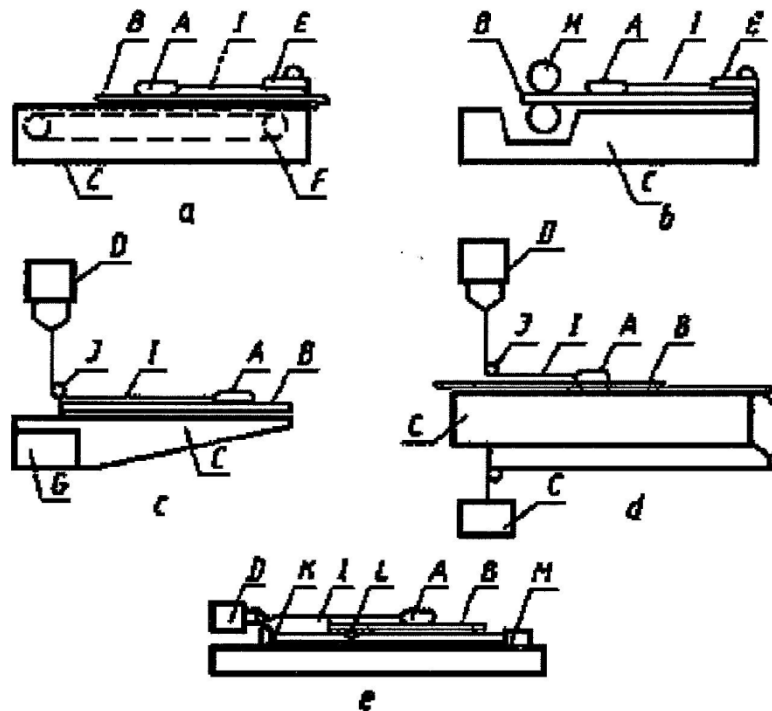


Рис. 2.5.7.2 Установка для визначення коефіцієнта тертя захисного покриття об лід

2.5.7.3 Проведення випробувань.

Панелі для випробувань повинні мати прямокутну форму з розмірами 250 x 130 x 3(+0,5) мм. Випробування повинні проводитися в стандартних умовах при температурі мінус 20°C. Для проведення випробування зразки попередньо витримують при температурі мінус 20°C не менше 15хв. При проведенні випробування в поглиблення несівної площини В (див. Рис. 2.5.7.2 б) заливають дистильовану воду, яку охолоджують до мінус 2°C.

Панель з нанесеним покриттям необхідно закріпити в приладі. Випробовуваний зразок з покриттям слід розташувати на несівній площині В установки. Належить включати механізм пересування, попередньо відрегульований на швидкість (150 + 30)мм / хв. Внаслідок сил тертя між контактуючими поверхнями зразка і льоду вони можуть залишатися нерухомі відносно один до одного до тих пір, поки сила, яка зсуває зразок, не стане рівною силі статичного тертя між поверхнями або не перевищить її. Це максимальне первісне значення сили відзначається як сила, яка є компонентом початкового (статичного) коефіцієнта тертя.

Візуально відзначається спостережуване на шкалі індикатора середнє значення сили при рівномірному русі поверхонь відносно один одного на відстані 130 мм. Ця сила дорівнює кінетичній силі тертя ковзання, необхідної для підтримки руху

Випробування проводяться не менше трьох разів.

2.5.7.4 Оцінка результатів випробувань.

Коефіцієнт початкового (статичного) тертя розраховують таким чином:

$$\mu S = A_S / m,$$

де A_S - показання за шкалою приладу, яке відповідає початку руху, г;

m - маса зразка, г.

Коефіцієнт тертя ковзання (кінетичний) розраховують таким чином:

$$\mu K = A_K / m,$$

де A_K - середнє значення показання за шкалою, відповідне рівномірному ковзанню, г.

Методика визначення похибки результатів досвіду при використанні приладу приймається відповідно до ДСТУ ISO 5725-1 «Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювань» або відповідного стандарту ISO.

2.6 ВИПРОБУВАННЯ ЗАВОДСЬКИХ, НЕ ВИДАЛЯЄМИХ ПЕРЕД ЗВАРЮВАННЯМ ГРУНТІВ

2.6.1 Загальні положення.

Ця методика застосовується для випробувань по схваленню не видаляємих перед зварюванням

заводських ґрунтів, які призначені для захисту від корозії сталевих деталей в процесі їх виготовлення і поширюється на дугові засоби зварювання. Текст методики наведено у відповідності до вимог стандарту EN ISO 17652-2 або відповідних стандартів ISO чи EN (DVS 0501, 1976 р.)

Умови проведення випробувань які закладені в основу цієї методики припускають наявність глибокого зазору в корені шва, що сприяє отриманню високого ступеня пористості, який не зустрічається в звичайній практиці. Проте, високий ступень пористості шва є необхідною умовою проведення випробувань для отримання кількісної оцінки впливу не видаляємих заводських ґрунтів на пороутворення при зварюванні. Умови проведення випробувань за цією методикою встановлено стосовно випробувальних центрів які оснащені спеціальним обладнанням.

2.6.2 Проведення випробувань.

2.6.2.1 Для проведення випробувань застосовується зварений внапуск зразок, як вказано на рис. 2.6.2.1. Розміри пластин для виготовлення зразка: 12 x 80 x 200мм і 12 x 50 x 200мм.

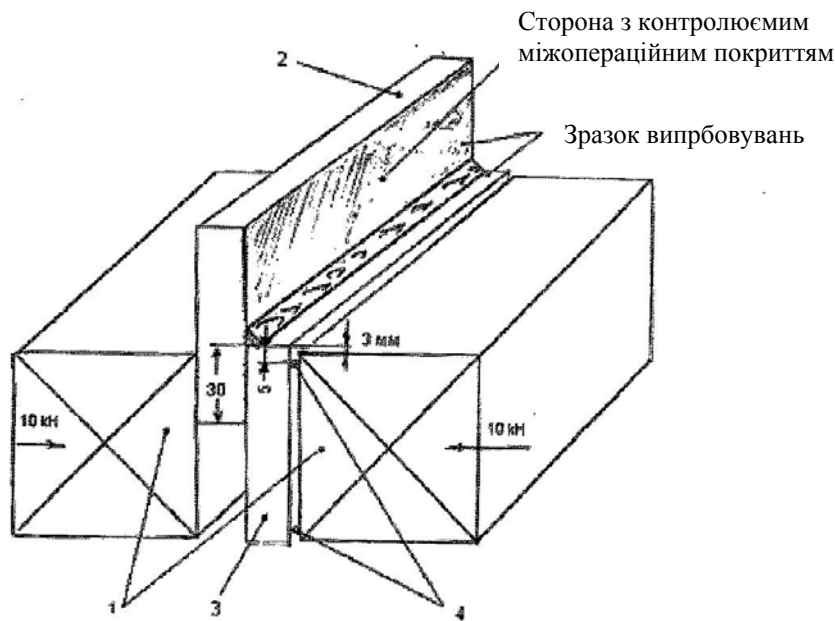


Рис. 2.6.2.1 Стандартний зразок на пороутворення з контрольним зварним швом:

1 - затискачі лещат; 2 - пластина з розмірами 12 x 80 x 200мм з контрольованим заводським ґрунтом; 3 - пластина з розмірами 12 x 50 x 200мм; 4 - мідний дріт діаметром 2мм; 5 - заводський ґрунт; 6 - контрольний зварний шов з'єднання внапуск

Для виготовлення зразка, як правило, повинна застосовуватися маловуглецева сталь, хімічний склад якої задовольняє наступним вимогам (% мас.): C = 0,07 - 0,13; Si ≤ 0,40; Mn = 0,30 - 0,60; P ≤ 0,045; S ≤ 0,045.

Пластини повинні мати гладку, рівну і неушкоджену поверхню. Задирки, якщо вони є, повинні бути ретельно видалені за допомогою напилка вздовж всієї поздовжньої кромки з'єднання внапуск. Перед нанесенням покриття частини повинні бути знежирені і очищені за допомогою піскоструминевій обробці.

Усього потрібно виготовити 8 зразків для випробувань. Зразки повинні мати маркування.

2.6.2.2 Покриття має наноситися тільки на один з двох зразків з товщиною сухої плівки відповідно до специфікації (ТУ) виробника, як вказано на рис. 2.6.2.1. покриття має бути однорідним по всій поверхні зразку.

Товщина покриття повинна бути виміряна відповідними приладами і з відповідною точністю і перевірена на зразках-свідках, наприклад, на гладких пластинах, що мають товщину принаймні 1мм або скляних пластинах. У сумнівних випадках товщина шару покриття повинна бути визначена під мікроскопом.

Пластини і зразки повинні бути піддані фарбуванню за один прохід, тобто по одному зразку-свідку як перший і останній зразки серії.

З метою визначення середнього значення товщини шару покриття 10 вимірювань повинно бути

зроблено для кожного зразка. На підставі вимірів обчислюються середні значення товщини шару покриття для кожного зразка і фактичні значення відхилень. У разі порушення зазначених вище значень на товщину шару покриття, воно має бути видалено.

2.6.2.3 Зразки можуть бути зварені тільки після закінчення періоду сушки покриття в згідно за його специфікацією. Зварювані пластини повинні бути затиснуті в лещата по всій довжині із зусиллям стиснення близько 10кН. У зазначених на рис. 2.6.2.1 точках між пластиною і губкою лещат повинна бути прокладений відпалений мідний дріт діаметром 2,0мм по всій довжині зразка. Перед зварюванням лещата слід повернути на 45° таким чином, щоб можна було виконати процес зварювання в нижньому положенні РА («у човник»). Слід враховувати наведені параметри режиму зварювання:

спосіб зварювання – дугова, дротом суцільного перетину в середовищі активного захисного газу: 135 (MAG, ДСТУ ISO 4063 або відповідного стандарту ISO);

процес зварювання - повністю механізована (А);

рід струму - постійний зворотної полярності;

струм - 250А, напруга - 30В, швидкість зварювання - 300мм/хв;

захисний газ - двоокис вуглецю зварювальний тип С1 по EN 439 (чистота не менше 99,70%, точка роси max - 35°С);

витрати захисного газу - 15л/хв;

виліт зварювального дроту (відстань від струмопровідного мундштука до теоретичної точки кореня шва) - 16мм;

тип зварювального дроту - G 3 Si 1 по EN 440;

діаметр зварювального дроту - 1,2мм.

Хімічний склад зварювального дроту відповідного типу G3Si1 по EN 440 (% мас):

C = 0,08 - 0,13; Si = 0,80 - 0,95%; Mn = 1,45 - 1,60; P ≤ 0,025;

S ≤ 0,025; Ni ≤ 0,15; Mo ≤ 0,15; Al ≤ 0,02; Ti + Zr ≤ 0,15.

Стан поверхні зварювального дроту: обміднений.

Значення зварювального струму, напруги, швидкості зварювання, витрати захисного газу і вильоту електрода повинні підтримуватися в межах + 5% від номіналу.

Електричні вимірювальні прилади, що застосовуються для контролю технологічного процесу зварювання, повинні забезпечувати клас похибки не більше ніж 1%.

2.6.3 Визначення пористості.

Зварні шви повинні бути піддані руйнуванню таким чином, щоб межі пор були ясно помітні. Руйнування має відбуватися вздовж бісектриси кута, утвореного крайками зварного з'єднання, і якщо ця вимога не дотримується, то зразок повинен бути відбракований.

Оцінка повинна виконуватися при десятикратному збільшенні. Зображення пор має проєцируватися на шліфований скляний диск діаметром близько 200мм. Розміри пор підлягають вимірюванню на шліфованому скляному диску. Розміри кожної пори повинні бути визначені як найбільші в двох взаємно перпендикулярних напрямках. Обрис проєкції пори представляється як еліпс з цими двома розмірами як головними вісями, на підставі чого обчислюється площа пори.

Пори, найбільша головна вісь яких без збільшення ≤ 0,5мм, не оцінюються при розрахунку.

Оцінка повинна виконуватися на базі 100 мм: 60 мм від початку шва і 40 мм від кінця зразка не включаються в оцінку результатів. Перелічені нижче дані повинні бути визначені у відношенні до кожного зразка:

кількість пор, шт.;

загальна площа пор, F мм²;

значення площі одиничної пори, мм².

Середні значення (математичні очікування) і 95% довірчі інтервали повинні бути встановлені для наступних показників:

кількість пор і загальна площа пор в сумі;

значення площі для одиничної пори і 95% довірчий інтервал для середніх значень з точністю до одного знака після коми.

2.6.4 Звіт про випробування.

По кожному випробуванню потрібно складання звіту, що містить наведені нижче відомості:

марка ґрунту / торгова назва;

характеристика пігментальної складової покриття;

характеристика сполученої основи покриття;

хімічний склад зразків основного металу і зварювального дроту;
товщина застосовуваних шарів покриття (індивідуальні та середні значення);
результати обчислень (індивідуальні та середні значення): кількість пор, шт.; загальна площа пор, мм²; середня площа одиначної пори, мм²;

укладанні про відповідність / невідповідність вимог **6.5.4.4**;

дата, найменування та адресу випробувальної організації. Підпис уповноваженого керівника та особи, відповідальної за проведення випробувань.

До звіту повинні бути додані такі документи:

Акт відбору зразків від партії продукції з зазначенням номера партії;

сертифікати виробника на заводський ґрунт;

сертифікати на основний метал і застосованими для зварювання присадочні матеріали;

сертифікат на захисний газ, що використовується для зварювання проб на пороутворення.

3. СТАЛЬ І ЧАВУН

3.1 ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

3.1.1 Ці вимоги поширюються на суднобудівну сталь, сталь для котлів, теплообмінних апаратів і посудин, які працюють під тиском, сталеві труби, сталь для конструкцій, що працюють при низьких температурах, ланцюги, сталеві поковки, сталеві виливки, виливки з чавуну і сталеві троси.

У відповідності з **1.1.4** усі вказані у цьому розділі матеріали, напівфабрикати і вироби повинні виготовлятися визнаними відповідно до **1.3.1.4** підприємствами.

Наведена у **1.3.5** схема визнання підприємств-виробників суднобудівної сталі у рівній мірі розповсюджується на підприємства, які виготовляють:

- .1** сталь для котлів, теплообмінних апаратів і посудин під тиском (див. підрозділ **3.3**);
- .2** сталь для конструкцій, які працюють при низьких температурах (див. підрозділ **3.5**);
- .3** сталь високої міцності для зварних конструкцій (див. підрозділ **3.13**);
- .4** зет-сталь (див. підрозділ **3.14**).

При цьому положення схеми визнання підприємства, викладені в , які відносяться до режимів прокатки, обсягу випробувань, добору проб, видів і методів випробувань, а також вимоги до результатів випробувань повинні бути уточнені і погоджені під час розгляду програм випробувань.

3.1.2 Застосування напівфабрикатів, виготовлених за стандартами або іншими технічними вимогами, допускається, якщо доведено, що їх вимоги еквівалентні установленим Правилами.

3.1.3 Виплавка сталі повинна виконуватися в кисневому конверторі, електричних або мартенівських печах, а чавуну – у вагранках або електropечах. Розкислення сталі здійснюється відповідно до вимог табл. 3.2.2-1 і 3.2.2-2. Стан поставки сталі повинний відповідати вимогам табл. 3.2.4-1 і 3.2.4-2.

Застосування інших способів виплавки сталі і чавуну повинне бути погоджене із Регістром.

Якщо сталь виплавлена на одному підприємстві, а подальшій обробці прокаткою, куванням або волочінням піддається на іншому, інспектору на підприємстві, що здійснює подальшу обробку, повинний бути пред'явлений сертифікат, який вказує підприємство-виробника, спосіб виплавки, номер плавки, хімічний склад.

Інспектор повинний мати доступ на підприємства, що виплавляють сталь, і сталепрокатні заводи.

3.1.4 Можливість застосування в окремих елементах корпусних конструкцій, що не беруть участь в забезпеченні загальної міцності, матеріалів, що не повною мірою відповідають вимогам цього розділу, визначається Регістром після перевірки заявлених властивостей, які повинні забезпечувати рівень безпеки конструкцій, що регламентується. Технічне нагляд при прийманні Регістром таких матеріалів здійснюється згідно з положеннями **1.6** частини **III** «Технічний нагляд за виготовленням матеріалів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів та виробів.

3.1.5 Висновки Регістра про відповідність марки сталі суднобудівної категорії може бути дано після виконання випробувань, вказаних відповідними главами цього розділу.

3.2 СУДНОБУДІВНА СТАЛЬ

3.2.1 Загальні вказівки.

3.2.1.1 Вимоги цього підрозділу поширюються на гарячекатану листову, штабову, профільну і сортову зварювальну сталь нормальної і підвищеної міцності, призначену для виготовлення судових конструкцій і деталей, що підлягають наглядові Регістру при виготовленні.

Суднобудівна сталь умовно поділяється на сталь нормальної міцності (із мінімальною границею плинності 235МПа) і сталь підвищеної міцності (трьох рівнів міцності, із мінімальною границею плинності 315, 355 і 390МПа відповідно). У підрозділі **3.13** наводяться вимоги до сталі високої міцності (із мінімальною границею плинності 420МПа і вище).

У залежності від необхідних значень і умов виконання випробувань на ударний згин сталь поділяється на категорії, як зазначено у табл. 3.2.2-1 (для сталі нормальної міцності), табл. 3.2.2-2, 3.2.3 і 3.5.2.3 (для сталі підвищеної міцності).

У табл. 3.13.3-1 наводяться відповідні величини для сталі високої міцності. В підрозділі **3.18** наводяться вимоги до корозійностійкої сталі нормальної і підвищеної міцності для вантажних танків нафтоналивних суден.

Вимоги цього підрозділу, у залежності від товщини прокату, поширюються на сталь наступних видів: *листову і штабову сталь* усіх категорій товщиною до 100мм включно;

профільну і сортову сталь усіх категорій, товщиною рівною 50мм і менше.

Вимоги до сталевого прокату більшої, ніж зазначено, товщини можуть відрізнятися від наведених, але повинні бути розглянуті у кожному окремому випадку і погоджені Регістром.

Сталь, яка не повною мірою відповідає вимогам цього підрозділу, що відрізняється по утримуванню окремих хімічних елементів, розкисленню і мікролегуванню, а також по необхідному рівню механічних властивостей (наприклад, проміжний, порівняно із необхідним згідно з 3.2.3, рівень границі плинності і відповідних інших характеристик), може бути допущена Регістром до застосування, окрім корпусних конструкцій (Частина II).

Така сталь повинна мати спеціальне позначення, до символу категорії може додаватися індекс S.

3.2.1.2 Визнання Регістром підприємств-виробників сталевого прокату повинне виконуватися відповідно до 1.3.5 для кожної із заявлених підприємством категорії сталі, виду напівфабрикату і стану поставки.

При використанні на підприємстві різних технологій виробництва сталі, схвалення матеріалів здійснюється для кожної із них окремо.

Зварюваність кожної категорії сталі та її придатність для гнуття повинні бути підтверджені виробником при початковому визнанні сталевого прокату Регістром.

Огляд і випробування на підприємстві виробнику під час його визнання Регістром проводяться відповідно до погодженої з Регістром програми (схеми).

3.2.1.3 Відповідальність виготовлювача, що визначена його специфікацією, гарантує використання необхідних технологічних процесів виробництва, систем і методів контролю.

Якщо системою контролю відзначені випадки зниження якості продукції, виготовлювач повинний їх ідентифікувати і вжити необхідних заходів для їх запобігання. Звіт про виконані дослідження і відповідні заходи повинний надаватися представнику Регістра. Продукція, на якій були відзначені згадані вище відхилення, може бути допущена до застосування по призначенню при позитивних результатах випробувань. Для відновлення довіри до рівня якості продукції і стабільності одержуваних результатів обсяг проб і частота випробувань можуть бути збільшені.

3.2.1.4 Процеси прокатки сталі нормальної і підвищеної міцності, які застосовуються виробником, повинні відповідати станові постачання, наведеному у 3.2.4, сталі підвищеної міцності категорії F – зазначеному в 3.5.2.4, а сталі високої міцності – зазначеному у 3.13.4.

Процеси прокатки, які застосовуються, схематично представлені у табл. 3.2.1.4, а їх визначення наводяться нижче.

(AR) *гарячекатана сталь* – процес прокатки сталі при високій температурі (деформація здійснюється і закінчується в температурній області рекристалізації аустеніту, вище температури нормалізації) із наступним охолодженням на повітрі.

Міцність і пластичність такої сталі звичайно нижче ніж у сталі після термічної або термомеханічної обробки.

(N) *нормалізація* – процес, що включає нагрівання гарячекатаної сталі вище критичної температури A_{C3} в області рекристалізації аустеніту, ближче до нижньої її границі, з наступним охолодженням на повітрі. Цей процес поліпшує властивості сталі за рахунок зменшення величини зерна.

(CR) *контрольована прокатка (нормалізована прокатка (NR)* – процес, при якому останні проходи при прокатці виконуються у області температури нормалізації, у результаті чого забезпечується одержання металу, властивості якого у основному відповідають властивостям після нормалізації.

(TM) *термомеханічна обробка (термомеханічна контрольована прокатка (TMCP)* – процес, що передбачає строгий контроль температури і ступеню деформації під час прокатки. Як правило, метал деформується при температурах, близьких до температури A_{r3} ; закінчення деформації можливо у двофазній області.

На відміну від контрольованої прокатки (нормалізованої прокатки) властивості після термомеханічної обробки не можуть бути відтворені нормалізацією або іншими видами термообробки.

Застосування прискореного охолодження у комплексі із термомеханічним процесом, так само, як і відпущення після термомеханічного процесу, повинно бути погодженим із Регістром.

(AC) *прискорене охолодження* – процес, при якому забезпечується поліпшення властивостей сталі за рахунок її контрольованого охолодження зі швидкістю, більшою ніж охолодження на повітрі.

Цей процес виконується безпосередньо після завершення деформації при термомеханічному процесі.

Дане визначення не поширюється на пряме гартування.

Властивості, придбані після ТМ і АсС прокатки, не можуть бути відтворені при нормалізації або при інших видах термообробки.

QT) *гартування і відпуск* — процес, що включає нагрівання до температури вище A_{C3} із наступним охолодженням із визначеною швидкістю, що забезпечує одержання зміцненої мікроструктури. Відпуск, що відповідає гартуванню — процес повторного нагрівання до температури, що не перевищує A_{C1} , із метою поліпшення мікроструктури і відновлення в'язкості сталі (KV).

Таблиця 3.2.1.4. Схеми процесів обробки сталі

Структура сталі	Температура	Вид процесу				
		Звичайні види обробки сталі				Термомеханічна обробка
		AR	N	CR(NR)	QT	TM
Рекристалізований аустеніт	Температура сляба Температура нормалізації чи гартування					
Не рекристалізований аустеніт	A_{r3} чи A_{C3}					
Аустеніт + ферит	A_{r1} чи A_{C1}					
Аустеніт + перліт чи Ферит + бейніт	Температура відпуску					
Умовні позначення: R – деформація; (*) – температура двофазної області аустеніту і фериту; CR(NR) – контрольована прокатка (Controlled Rolling (Normalizing Rolling)); TM – термомеханічна обробка (термомеханічна контрольована прокатка) (Thermo-Mechanical Rolling (Thermo-Mechanical Controlled Process)); AR – процес прокатки, відповідний отриманню сталі у гарячекатаному стані (As Rolled); AcC – прискорене охолодження (Accelerated Cooling); N – нормалізація (Normalizing); QT – гартування і відпуск (Quenching and Tempering);						

3.2.1.5 При огляді підприємства представнику Регістра, на його вимогу, повинна бути надана документація, що регламентує режими прокатки і термообробки (CR, TM чи TM із Ас, нормалізація, гартування із відпуском і т.п.).

Виробник відповідно до вимог **3.2.1.3** несе відповідальність за дотримання усіх зазначених режимів прокатки і термообробки у процесі виробництва сталі. Відповідні реєстраційні записи повинні контролюватися виробником і надаватися представнику Регістра при здійсненні ним своїх функцій.

Якщо наявні відхилення від запрограмованих режимів прокатки чи термообробки, продукція може бути допущена до застосування на умовах, викладених у **3.2.1.3**.

Необхідно приймати до уваги, що для конструкцій, які піддаються навантаженням, що викликають утому, реальна утомна міцність зварного з'єднання сталі підвищеної міцності не може перевищувати установлену для зварного з'єднання сталі нормальної міцності.

Перед тим як піддавати прокат, вироблений методом термомеханічної обробки, наступному нагріванню для виконання формувальних робіт або для знімання напружень, або для виконання зварювання при високій погонній енергії, потрібний спеціальний розгляд можливості зниження механічних властивостей сталі в майбутньому.

3.2.2 Хімічний склад і структура.

Хімічний склад сталі повинний визначатися виробником за результатами аналізу проб, відібраних від кожного ковша кожної плавки. Аналіз, проведений виробником, повинний періодично перевірятися на вимогу Регістру.

Хімічний склад сталі нормальної міцності повинний відповідати вимогам табл. 3.2.2-1, а сталі підвищеної міцності – табл. 3.2.2-2.

Таблиця 3.2.2-1. Хімічний склад і механічні властивості суднобудівної сталі нормальної міцності

Категорія		А			В			D			E		
Розкислення		Спокійна або напівспокійна			Спокійна або напівспокійна			Спокійна			Спокійна, дрібнозерниста, оброблена алюмінієм		
Стан поставки		За табл. 3.2.4-1											
Хімічний склад (ковшова проба), %	C _{max}	0,21			0,21			0,21			0,18		
	Mn _{min}	2,5×C			0,80			0,60			0,70		
	Si _{max}	0,50			0,35			0,35			0,35		
	P _{max}	0,035			0,035			0,035			0,035		
	S _{max}	0,035			0,035			0,035			0,035		
	Al _{min}	—			—			0,015			0,015		
Механічні властивості під час розтягування	Тимчасовий опір R _m , МПа	400 – 520											
	Границя плинності R _e , МПа, min	235											
	Відносне подовження A ₅ , %, min	22											
Випробування на ударний згин	Температура випробування, °C	+20			0			–20			–40		
	Товщина листа t, мм	≤50	>50 ≤70	>70 ≤100	≤50	>50 ≤70	>70 ≤100	≤50	>50 ≤70	>70 ≤100	≤50	>50 ≤70	>70 ≤100
	Робота удару, Дж, min, для поздовжніх зразків, KV _L	—	34	41	27	34	41	27	34	41	27	34	41
	Робота удару, Дж, min, для поперечних зразків, KV _T	—	24	27	20	24	27	20	24	27	20	24	27

Примітки до табл.3.2.2-1: 1. Для профільної сталі категорії А при товщині до 12,5мм включно може застосовуватися кипляча сталь.

2. Для профільної сталі категорії А вміст вуглецю допускається до 0,23%.

3. При позитивних результатах випробувань огляду підприємства вміст марганцю у сталі категорії В, що піддається випробуванню на ударний згин, може бути знижене до 0,60%.

4. При позитивних результатах випробувань огляду підприємства, при постачанні стали підвищеної міцності будь-якої категорії після термомеханічної обробки, допускаються невеликі відхилення від приведенного хімічного складу див. 3.2.2.».

5. В сталі категорії D товщиною 25мм і менше допускається інший, ніж зазначено в таблиці, мінімальний вміст алюмінію.

6. При позитивних результатах випробувань огляду підприємства можуть бути використані інші подрібнюючі зерно елементи.

7. Регістр може лімітувати вміст залишкових елементів, які можуть несприятливо впливати на обробку і використання сталі (наприклад, мідь і олово).

8. Якщо в сталі присутні додаткові елементи, присутність яких обумовлено практикою виробництва сталі на даному підприємстві – їхній вміст повинний бути указаний і погоджений з Регістром.

9. При позитивних результатах випробувань огляду підприємства і надання статистичних даних для сталі категорії А усіх товщин, верхня границя тимчасового опору може бути підвищена.

10. Випробування на ударний згин - див. 3.2.3, 3.2.6.

11. При поставці сталі категорії В товщиною 25мм або менше випробування на ударний згин можуть не виконуватися.

12. При поставці нормалізованої сталі категорії А товщиною більше 50мм випробування на ударний згин можуть не виконуватися, якщо при її виробництві застосовувалися подрібнюючі зерно елементи. Ця сталь також може поставлятися без випробування на ударний згин і після термомеханічної обробки при позитивних результатах випробувань її в період огляду підприємства.

13. Для сталі, при поставці якої допускається не проводити випробування на ударний згин, ці випробування можуть проводитися вибірково. Результати повинні задовольняти відповідним вимогам таблиці, а для сталі категорії А товщиною до 50мм, $KV_L > 27$ Дж при 20°C.

14. При випробуваннях на розтягування стандартних зразків повної товщини шириною 25мм і довжиною розрахункової частини 200мм відносно подовження повинне відповідати наступним мінімальним значенням:

Товщина, мм	$t \leq 5$	$5 < t \leq 10$	$10 < t \leq 15$	$15 < t \leq 20$	$20 < t \leq 25$	$25 < t \leq 30$	$30 < t \leq 40$	$40 < t \leq 50$
Відносне подовження, %	14	16	17	18	19	20	21	22

Таблиця 3.2.2-2. Хімічний склад та механічні властивості суднобудівної сталі підвищеної міцності

Категорія		A32	D32	E32	A36	D36	E36	A40	D40	E40
Розкислення		Спокійна								
Стан постачання		За табл. 3.2.4-2								
Хімічний склад (ковшова проба), %	C_{max}	0,18								
	Mn	0,9–1,6								
	Si_{max}	0,5								
	P_{max}	0,035								
	S_{max}	0,035								
	Cu_{max}	0,35								
	Cr_{max}	0,20								
	Ni_{max}	0,40								
	Mo_{max}	0,08								
	Al_{min}	0,015								
Механічні властивості при розтягуванні	Тимчасовий опір R_m , МПа	440...570		490...630		510...660				
	Границя плинності R_{eH} , МПа	315		355		390				
	Відносне подовження A_5 , min, %	22		21		20				

Примітки до табл.3.2.2-2:

1. При позначенні категорій сталі підвищеної міцності до символу категорії може додаватися буква "Н" (наприклад, DH36).

2. При товщині 12,5мм і менше вміст марганцю може бути зменшено до 0,70%.

3. Загальний вміст алюмінію може визначатися замість розчинного в кислоті. В цих випадках загальний вміст повинний бути не менше 0,020%.

4. Сталь може містити алюміній, ванадій, ніобій або інші подрібнюючі зерно елементи по окремоті і в комбінації.

Якщо зазначені елементи вводяться по окремоті, їхній вміст повинний відповідати табл. 3.2.2-2.

Якщо елементи використовуються в комбінації, мінімальний вміст цих елементів в сталі не регламентується.

5. При позитивних результатах випробувань огляду підприємства, при постачанні сталі підвищеної міцності будь-якої категорії після термомеханічної обробки, допускаються невеликі відхилення від приведенного хімічного складу див. 3.2.2.3.

При випробуваннях на розтягування стандартних зразків повної товщини мінімальне відносне подовження повинне відповідати наступним значенням, %:

6. $C_{эв}$, $P_{см}$ - див. 3.2.2, 3.2.6.

7. Якщо в сталі присутні додаткові елементи, присутність яких обумовлено практикою виробництва сталі на даному підприємстві – їхній вміст повинний бути указаний і погоджений з Регістром.

8. Випробування на ударний вигин - див. 3.2.3, 3.2.6.

9. Для категорій сталі A32 і A36 може бути скорочено кількість випробувань на ударний згин, за умови позитивних результатів вибірових випробувань.

10. При випробуваннях на розтягування стандартних зразків повної товщини шириною 25мм і довжиною розрахункової частини 200мм відносно подовження повинне відповідати наступним мінімальним значенням:

Категорія сталі	Товщина t , мм							
	$t \leq 5$	$5 < t \leq 10$	$10 < t \leq 15$	$15 < t \leq 20$	$20 < t \leq 25$	$25 < t \leq 30$	$30 < t \leq 40$	$40 < t \leq 50$
A32 D32 E32	14	16	17	18	19	20	21	22
A36 D36 E36	13	15	16	17	18	19	20	21
A40 D40 E40	12	14	15	16	17	18	19	20

За погодженням з Регістром для листової і штабової сталі товщиною більше 50мм допускаються невеликі відхилення від необхідного вмісту легуючих елементів. Заявлені виготовлювачем результати хімічного аналізу можуть піддаватися періодичній перевірці за вимогою Регістру.

У табл. 3.2.2-1 і 3.2.2-2 наведений вміст алюмінію, розчиненого у кислоті. Загальний вміст алюмінію повинний бути не менше ніж 0,020%.

У разі визначення вмісту елементів, не зазначених у табл. 3.2.2-1 і 3.2.2-2, при цьому у сталі нормальної міцності вміст хрому, нікелю і міді повинний бути не більше ніж 0,30% кожного.

Для вуглецевої сталі нормальної міцності сума вмісту вуглецю плюс 1/6 вмісту марганцю не повинна перевищувати 0,40%. Еквівалент вуглецю (у відсотках) для сталі підвищеної міцності визначається під час випробувань на допуск за даними ковшового аналізу і підраховується за формулою:

$$C_{\text{екв}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}.$$

Вміст миш'яку у сталі усіх категорій не повинний перевищувати 0,08%.

Сталь може містити алюміній, ванадій, ніобій або інші подрібнюючі зерно елементи окремо або в комбінації.

Якщо вказані елементи вводяться окремо, їх вміст повинний відповідати табл. 3.2.2-1 і 3.2.2-2.

Якщо елементи використовуються у комбінації, мінімальний вміст цих елементів у сталі не регламентується.

Якщо вміст алюмінію або інших елементів, що подрібнюють зерно, нижче необхідного, Регістр може вимагати визначення розміру аустенітного зерна, яке при цьому повинне бути не крупніше від визначеного п'ятим балом.

Для сталі підвищеної міцності, яка підлягає термомеханічній обробці (ТМСП), вуглецевий еквівалент повинний відповідати вимогам табл. 3.2.2-3.

Таблиця 3.2.2-3

Категорія сталі	Вуглецевий еквівалент, %, max	
	$t \leq 50\text{мм}$	$50\text{мм} < t \leq 100\text{мм}$
A32, D32, E32, F32	0,36	0,38
A36, D36, E36, F36	0,38	0,40
A40, D40, E40, F40	0,40	0,42
<i>Примітка:</i> Величина вуглецевого еквіваленту підлягає погодженню між підприємством-виробником і верф'ю у кожному випадку.		

Замість вуглецевого еквівалента може визначатися коефіцієнт, що оцінює схильність сталі до утворення холодних тріщин, визначений за формулою:

$$P_{CM} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B.$$

Максимальні значення вуглецевого еквівалента або P_{CM} підлягають погодженню із Регістром і повинні бути включені у схвалювальну технічну документацію на сталь.

Фактичні значення $C_{\text{екв}}$ або P_{CM} також можуть вказуватися у сертифікатах на сталь, що поставляється. Розмір аустенітного зерна сталі повинний бути не менше 5 балів (ASTM E 112, ГОСТ 5639).

Наступні параметри мікроструктури мають бути визначені:

для сталей нормальної і підвищеної міцності з ферито-перлитною структурою - розмір зерна фериту не може бути більший 8 - 9 номеру по ГОСТ 5639 (0,015-0,022мм), ферито-перлитна смужчатість по ГОСТ 5640 (шкала 3, ряд А) - не більше 2 балів;

для сталей підвищеної міцності з ферито-бейнітною структурою - розмір зерна фериту не більше 9 -10 номеру по ГОСТ 5639 (0,011-0,015мм), коефіцієнт анізотропії структури не більше 1; також має бути визначена частина і розмір бейнітних областей рейкової морфології.

Наступні параметри мікроструктури мають бути визначені:

для сталей нормальної і підвищеної міцності з ферито-перлитною структурою - розмір зерна фериту не може бути більший 8 - 9 номеру по ГОСТ 5639 (0,015-0,022мм), ферито-перлитна смужчатість по ГОСТ 5640 (шкала 3, ряд А) - не більше 2 балів;

для сталей підвищеної міцності з ферито-бейнітною структурою - розмір зерна фериту не більше 9 -10 номеру по ГОСТ 5639 (0,011-0,015мм), коефіцієнт анізотропії структури не більше 1; також має бути визначена частина і розмір бейнітних областей рейкової морфології.

Критерії оцінки структури сталі повинні відповідати вказаним вище стандартам, або бути еквівалентними їм відповідно до схваленої документації виробника.

Наступні параметри мікроструктури мають бути визначені:

для сталей нормальної і підвищеної міцності з ферито-перлитною структурою – розмір зерна фериту не може бути більший 8 – 9 номеру по ГОСТ 5639 (0,015-0,022мм), ферито-перлитна смужчатість по ГОСТ 5640 (шкала 3, ряд А) – не більше 2 балів;

для сталей підвищеної міцності з ферито-бейнітною структурою – розмір зерна фериту не більше 9 -10 номеру по ГОСТ 5639 (0,011-0,015мм), коефіцієнт анізотропії структури не більше 1; також має бути визначена частина і розмір бейнітних областей рейкової морфології.

Критерії оцінки структури сталі повинні відповідати вказаним вище стандартам, або бути еквівалентними їм відповідно до схваленої документації виробника.

3.2.3 Механічні властивості.

Механічні властивості сталі нормальної міцності повинні відповідати вимогам табл. 3.2.2-1, а сталі підвищеної міцності – табл. 3.2.2-2.

Робота удару під час випробування на ударний згин може визначатися або на поздовжніх KV_L , або на поперечних KV_T зразках.

Вимоги до роботи удару для сталі підвищеної міцності наведені у табл. 3.2.3.

Таблиця 3.2.3

Категорія сталі	Температура, °C	Середня величина роботи удару, Дж, min					
		$t \leq 50$ мм		$50 \text{ мм} < t \leq 70$ мм		$70 \text{ мм} < t \leq 100$ мм	
		KV_L	KV_T	KV_L	KV_T	KV_L	KV_T
A32	0	31	22	38	26	46	31
D32	-20	31	22	38	26	46	31
E32	-40	31	22	38	26	46	31
A36	0	34	24	41	27	50	34
D36	-20	34	24	41	27	50	34
E36	-40	34	24	41	27	50	34
A40	0	39	26	46	31	55	37
D40	-20	39	26	46	31	55	37
E40	-40	39	26	46	31	55	37

Випробування повинні виконуватися у відповідності із вимогами розд. 2.

У таблицях випробувань на ударний згин наведені значення для стандартних зразків (10 x 10мм). У разі представлення прокату товщиною менше 10мм необхідно керуватися викладеним у 2.2.3.1.

Як правило, при постачанні сталі випробування на ударний згин виконуються тільки на поздовжніх зразках (результати випробувань на поперечних зразках повинні бути гарантовані виготовлювачем), за винятком випадків, оговорених споживачем чи Регістром.

У випадку незадовільних випробувань повторні випробування виконуються у відповідності із 1.3.4.2.

3.2.4 Стан постачання.

Стан постачання сталі повинний відповідати вимогам табл. 3.2.4-1 і 3.2.4-2 і бути указаний у сертифікаті і/або заводському документі про якість продукції.

3.2.5 Добір проб.

Якщо немає інших вказівок, проби для випробувань повинні добиратися таким способом:

від листів і штаб шириною більше 600мм – від одного кінця так, щоб вісь проби знаходилася посередині між поздовжньою віссю напівфабрикату і його кромкою (див. рис. 3.2.5-1);

від штаб шириною 600мм і менше і профілів – від одного кінця так, щоб вісь проби знаходилася на відстані $\frac{1}{3}$ від кромки штаби або зовнішньої кромки полки, а для невеликих профілів – якнайближче до цього положення (див. рис. 3.2.5 – 2, 3.2.5-3 і 3.2.5-4);

від швелерів, таврів – із стінки на відстані $\frac{1}{4}$ від її середини (див. рис. 3.2.5-3);

від прутків та інших подібних напівфабрикатів – від одного кінця таким чином, щоб вісь зразка була паралельна напрямку прокатки;

від прокату товщиною від 50 до 100мм проби добираються на відстані $\frac{1}{4}$ товщини від поверхні.

Напівфабрикати невеликого перерізу можуть піддаватися випробуванням на розтягування без попередньої механічної обробки.

В інших випадках зразки добираються з таким розрахунком, щоб їх осі знаходилися:

для нециліндричних напівфабрикатів – на відстані $\frac{1}{3}$ половини діагоналі від вершини (див. рис.3.2.5-5);

для циліндричних напівфабрикатів – на відстані $\frac{1}{3}$ радіуса від зовнішньої кромки (див. рис.3.2.5-6).

Зразки для випробування на розтягування і згин вирізують із напівфабрикату найбільшої товщини (діаметра) із числа належних до партії так, щоб їх поздовжні осі були перпендикулярні до напрямку останньої прокатки, за винятком профілів, прутків і штаб шириною 600мм і менше.

Таблиця 3.2.4-1. Стан постачання сталі нормальної міцності ¹

Категорія	Товщина, мм	Стан постачання
A	$t \leq 50$	Будь-який
	$50 < t \leq 100$	Нормалізація (N), контрольована прокатка (CR) або термомеханічна обробка (TM) ²
B	$t \leq 50$	Будь-який
	$50 < t \leq 100$	Нормалізація (N), контрольована прокатка (CR) або термомеханічна обробка (TM) ²
D	$t \leq 35$	Будь-який
	$35 < t \leq 100$	Нормалізація (N), контрольована прокатка (CR) або термомеханічна обробка (TM) ³
E	$t \leq 100$	Нормалізація (N) або термомеханічна обробка (TM) ³
¹ Обсяг випробувань на ударний згин встановлюється відповідно до 3.2.6.4-1 . ² Сталевий листовий прокат категорії A і B, при позитивних результатах випробувань огляду підприємства, може постачатися в гарячекатаному стані. ³ Профільна сталь категорії D може постачатися гарячекатаною за умови задовільних результатів випробувань на ударний згин. За тих самих умов профільна сталь категорії E може постачатися гарячекатаною або після контрольованої прокатки.		

Зразки для визначення роботи удару KV вирізують так, щоб їх поздовжні осі були або паралельні, або перпендикулярні до напрямку останньої прокатки, якщо у особливих випадках не потрібно, щоб проби були перпендикулярні до напрямку останньої прокатки.

Надріз повинний виконуватися перпендикулярно до поверхні прокатки не ближче 25мм від кромки, відрізаної полум'ям або ножицями.

Зразки для випробування на ударний згин повинні добиратися у межах 2мм від поверхні прокату, при товщині прокату, перевищуючій 40мм, – від $\frac{1}{4}$ товщини (вісь зразків повинна лежати у площині, розташованій на $\frac{1}{4}$ товщини і паралельній поверхні).

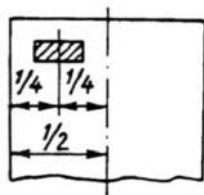


Рис.3.2.5-1. Лист і штаба

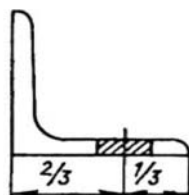


Рис.3.2.5-2. Кутовий профіль

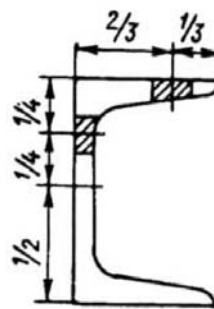


Рис.3.2.5-3. Швелер і тавр

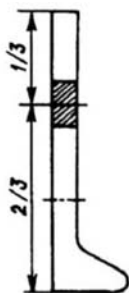
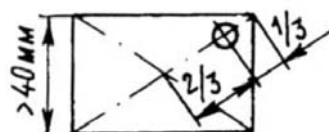
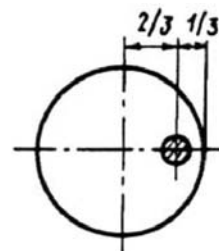


Рис.3.2.5-4. Штабобульб

Рис.3.2.5-5. Пруток
прямокутного перерізуРис.3.2.5-6. Пруток круглого
перерізу

Таблиця 3.2.4-2. Стан постачання сталі підвищеної міцності

Категорії	Елементи, що подрібнюють зерно	Товщина, мм	Стан постачання
A32, A36	Nb і/або V	$t \leq 12,5$	Будь-який
		$12,5 < t \leq 100$	Нормалізація (N), контрольована прокатка (CR) або термомеханічна обробка (TM)
A32, A36	Al або Al + Ti	$t \leq 20$	Будь-який
		$20 < t \leq 35$	Будь-який, поставка в гарячекатаному стані (AR) – вимагає спеціального узгодження
		$35 < t \leq 100$	Нормалізація (N), контрольована прокатка (CR) або термомеханічна обробка (TM)
A40	Будь-які	$t \leq 12,5$	Будь-який
		$12,5 < t \leq 50$	Нормалізація (N), контрольована прокатка (CR) або термомеханічна обробка (TM)
D32, D36	Nb і/або V	$t \leq 12,5$	Будь-який
		$12,5 < t \leq 100$	Нормалізація (N), контрольована прокатка (CR) або термомеханічна обробка (TM)
D32, D36	Al або Al + Ti	$t \leq 20$	Будь-який
		$20 < t \leq 25$	Будь-який, поставка в гарячекатаному стані (AR) – вимагає спеціального узгодження
		$25 < t \leq 100$	Нормалізація (N), контрольована прокатка (CR) або термомеханічна обробка (TM)
D40	Будь-які	$t \leq 50$	Нормалізація (N), контрольована прокатка (CR) або термомеханічна обробка (TM)
E32, E36	Будь-які	$t \leq 50$	Нормалізація (N), контрольована прокатка (CR) або термомеханічна обробка (TM)
		$50 < t \leq 100$	Нормалізація (N), термомеханічна обробка (TM)
E40	Будь-які	$t \leq 50$	Нормалізація (N), термомеханічна обробка (TM) або гартування з відпуском (QT)

Примітка: Профільна сталь категорій A32, A36, D36 може постачатися у гарячекатаному стані за умови задовільних результатів випробувань на ударний згин; за тих самих умов профільна сталь категорій E32 і E36 може постачатися у гарячекатаному стані або після контрольованої прокатки. Обсяг випробувань на ударний згин встановлюється відповідно до 3.2.6.4-2.

3.2.6 Обсяг випробувань.

3.2.6.1 Прокат пред'являється на випробування партіями. Кожна партія повинна складатися з прокату одного виду, однієї плавки та одного стану поставки. Якщо не зазначено окремо, від кожної партії масою не більше 50т повинний бути випробований один зразок на розтягування і один комплект зразків (крім сталі категорії E, E32, E36, E40) на ударний згин.

Якщо маса партії перевищує 50т, проводиться додатково по одному випробуванню на розтягування і на ударний згин (комплект) для кожних повних і неповних 50т.

Якщо партія складена з листів, товщина яких відрізняється більше ніж на 10мм, або профілів і прутків, товщина або діаметр яких відрізняються більше ніж на 10мм, також проводиться додатково по одному випробуванню.

Зразки для випробування партії прокату повинні добиратися від напівфабрикату максимальної товщини, приналежного до цієї партії.

3.2.6.2 Якщо Регістром допущене постачання в гарячекатаному стані, один комплект зразків для випробування на ударний згин повинний випробовуватися для кожних повних або неповних 25т.

3.2.6.3 Випробування на ударний згин сталі категорій E, E32, E36 і E40 проводяться в такому обсязі: листові і широкоштабові сталь – випробовується кожний виріб;

профільна і сортова сталь – один комплект від кожних повних або неповних 25т.

Якщо для профільної сталі Регістром допущене постачання в гарячекатаному стані або після прокатки при контрольованій температурі, один комплект зразків випробовується для кожних повних або неповних 15т.

Таблиця 3.2.6.4-1

Категорія сталі	Розкислення	Вид прокату	Стан постачання (обсяг партії для випробувань, KV)									
			Товщина, мм									
			10	12,5	20	25	30	35	40	50	100	
А	Спокійна чи напівспокійна	Профіль	A(-)	Не регламентується								
	<50 спокійна чи напівспокійна,	Лист	A(-)						N(-), TM(-) CR(50), AR*(50)			
	>50 спокійна	Профіль	A(-)						Не регламентується			
В	<50 спокійна чи напівспокійна,	Лист	A(50)						N(50), TM(50) CR(25), AR*(25)			
	≥50 спокійна	Профіль	A(-)			A(50)				Не регламентується		
D	Спокійна	Лист, профіль	A(50)			Не регламентується						
	Спокійна та оброблена елементами, що подрібнюють зерно	Лист	A(50)				N(50) CR(50) TM(50)		TM(50) N(50) CR(25)			
		Профіль	A(50)				N(50) CR(50) TM(50) AR*(25)		Не регламентується			
Е	Спокійна та оброблена елементами, що подрібнюють зерно	Лист	N (кожний лист, розкат) TM (кожний лист, розкат)									
		Профіль	N(25), TM(25), AR*(15), CR*(15)						Не регламентується			

Закінчення табл. 3.2.4.6-1

Умовні позначення:

А—будь-яке; N -нормалізація; CR – контрольована прокатка; QT - гартування і відпуск.

Примітка: AR* горячекатана сталь і CR* контрольована прокатка, зазначені у цій таблиці і у табл. 3.2.6.4-2, можуть застосовуватися тільки при позитивних результатах випробувань огляду підприємства.

Випробування на ударний згин прокату після гартування і відпуску (QT) проводяться на кожній довжині, яка пройшла цю операцію. Обсяг випробувань на ударний згин прокату, який, за погодженням із Регістром, допускається до постачання у горячекатаному стані, може бути збільшений.

Максимальний розмір партії, від якої добирається комплект зразків, повинний становити 25т.

3.2.6.4 У загальному випадку обсяг випробувань на ударний згин наведений у табл. 3.2.6.4-1 і 3.2.6.4-2.

Таблиця 3.2.6.4-2

Категорія сталі	Розкислення	Елементи, що подрібнюють зерно	Вид прокату	Стан постачання (обсяг партії для випробувань, KV) Товщина, мм										
				10	12,5	20	25	30	35	40	50	100		
1	2	3	4	5										
A32, A36	Спокійна і оброблена елементами, що подрібнюють зерно	Nb і/чи V	Лист	A(50)	N(50), CR(50), TM(50)					N(50),CR(25),TM(50)				
			Профіль	A(50)	N(50), CR(50), TM(50), AR*(25)					Не регламентується				
		Al чи Al+Ti	Лист	A(50)	AR*(25)		Не регламентується							
			Профіль		N(50), CR(50), TM(50)		N(50), CR(25),TM(50)							
A40		Будь-які	Лист	A(50)	N(50) CR(50), TM(50)					N(50) TM(50) QT(кожний розкат)				
			Профіль	A(50)	N(50), CR(50), TM(50)					Не регламентується				
D32, D36		Nb чи V	Лист	A(50)	N(50), CR(50), TM(50)					N(50),CR(25),TM(50)				
			Профіль	A(50)	N(50), CR(50), TM(50), AR*(25)					Не регламентується				
		Al чи Al+Ti	Лист	A(50)	AR	Не регламентується								
			Профіль		N(50), CR(50), TM(50)		N(50), CR25, TM(50)							
D40	Будь-які	Лист	N(50), CR(50), TM(50)					N(50), TM(50) QT(кожний розкат)						
		Профіль	N(50), CR(50), TM(50)					Не регламентується						
E32, E36	Будь-які	Лист	N (кожний лист), TM (кожний лист)											
		Профіль	N(25), TM(25), AR*(15),CR*(15)					Не регламентується						
E40	Будь-які	Лист	N (кожний лист), TM (кожний лист) QT(кожний лист)					N (кожний лист), TM (кожний лист) QT(кожний розкат)						
		Профіль	N(25), TM(25), QT(25)					Не регламентується						
F32, F36	Будь-які	Лист	N (кожний лист), TM (кожний лист) QT(кожний лист)					N (кожний лист), TM (кожний лист) QT(кожний розкат)						
		Профіль	N(25), TM(25), QT(25), CR*(15)					Не регламентується						
F40	Будь-які	Лист	N (кожний лист), TM (кожний лист) QT(кожний лист)					N (кожний лист), TM (кожний лист) QT(кожний розкат)						
		Профіль	N(25), TM(25), QT(25)					Не регламентується						

3.2.6.5 У разі потреби проведення контролю ультразвуковим методом, який вимагається умовами постачання продукції, такий контроль повинен здійснюватися по визнаним Регістром міжнародним і/або національним стандартом. Контроль ультразвуковим методом знаходиться в зоні відповідальності підприємства-виробника. Технічний нагляд за проведенням даного контролю не звільняє виробника від даної відповідальності.

3.2.7 Огляд.

Сегрегація і неметалеві вкраплення в сталі не повинні перевищувати прийнятих норм. Напівфабрикати не повинні мати тріщин, шлакових вкраплень та інших дефектів, що негативно впливають на застосування матеріалу за призначенням.

Напівфабрикати повинні мати чисту поверхню і не повинні виправлятися ударом.

Підприємство-виробник повинний гарантувати повне усунення усадкових раковин, що повинне бути підтверджене контрольними випробуваннями.

Методи проведення випробувань повинні бути погоджені з Регістром.

Усунення дефектів поверхні місцевим зачищенням допускається на глибину не більше ніж 7% номінальної товщини, але в усіх випадках не більше 3мм. Сумарна площа зачищення повинна бути не більше ніж 2% поверхні напівфабрикату.

Поверхневі дефекти, які не можна видалити місцевим зачищенням, за погодженням і під наглядом Регістру можуть бути усунені вирубанням або зачищенням із наступним заварюванням за умови:

під час усунення дефектів перед заварюванням товщина напівфабрикату не повинна бути зменшена більше ніж на 20%;

заварювання здійснюється кваліфікованими зварювальниками, за схваленим процесом і допущеними електродами;

місце заварювання зачищається до номінальної товщини напівфабрикату;

площа окремих місць заварювання повинна бути не більше 25см²;

загальна площа заварювання повинна бути не більше ніж 1% поверхні напівфабрикату;

доцільність проведення термічної обробки та її вид після заварювання поверхневих дефектів погоджується із Регістром.

3.2.8 Допуски по товщині листового та штабового сталевих прокату.

3.2.8.1 Загальні вимоги.

Ці вимоги поширюються на допуски по товщині листового та штабового сталевих прокату шириною 600мм і більше, товщиною 5мм і більше, перерахованих нижче груп сталі:

.1 суднобудівної сталі нормальної та підвищеної міцності згідно з **3.2**;

.2 суднобудівної сталі високої міцності згідно з **3.13**;

.3 сталі, призначеної для суднового машинобудування.

Допуски по товщині листового та штабового сталевих прокату товщиною менше 5мм можуть визначатися за національними і міжнародними стандартами, еквівалентним класу В (стандарт ISO 7452). При цьому мінусовий допуск не повинен перевищувати 0,3мм.

Ці вимоги не поширюються на сталевий прокат, призначений для конструкцій котлів, теплообмінних апаратів, посудин під тиском тощо, а також призначений для автономних цистерн, наприклад, для перевезення скрапленого газу або хімікатів.

Клас С (стандарт ISO 7452) або еквівалентний згідно з національними і міжнародними стандартами може використовуватись замість вимог **3.2.8.3** і в цьому випадку вимоги **3.2.8.4** і **3.2.8.5** можуть не застосовуватися.

Якщо використовується клас С (ISO 7452), текст виноски до табл. 2 стандарту ISO 7452 «А також допускається зменшення товщини на 0,3мм» не застосовується.

Крім того, додатково, якщо застосовується клас С (ISO 7254), підприємство-виробник повинне з позитивним результатом продемонструвати Регістру ефективність існуючої у нього системи вимірів. Кількість вимірів та їхнє розташування є достатніми, для підтвердження необхідної номінальної товщини прокату.

3.2.8.2 Відповідальність.

Відповідальність за якість контролю і підтримку необхідних допусків прокату лежить на виробнику. Представник Регістру може вимагати засвідчити виміри або їх частину.

Відповідальність за зберігання і підтримку належного стану поверхні уже постаченого прокату, до його застосування за призначенням, лежить на судноверфі (споживачі) прокату.

3.2.8.3 Допуски по товщині.

Допуски по товщині прокату визначаються наступним чином:

.1 мінусовий допуск – нижня межа прийнятого поля допусків нижче номінальної товщини;

.2 плюсовий допуск – верхня межа прийнятого поля допусків вище номінальної товщини.

Примітка: Номінальна товщина визначається замовником/споживачем під час укладання контракту та оформлення замовлення.

Для сталевих прокату нормальної та підвищеної міцності згідно з **3.2**, високої міцності згідно з **3.13**, а також сталі, яка постачається у відповідності з вимогами **3.14** цієї частини і частини XII «Матеріали» Правил класифікації, побудови і обладнання ПБУ/МСП, мінусовий допуск по товщині не повинен перевищувати – 0,3мм незалежно від номінальної товщини прокату.

Мінусовий допуск по товщині сталевих прокату, призначеного для суднового машинобудування, вибирається відповідно до табл. 3.2.8.3.

Наведені в табл. 3.2.8.3 вимоги до допусків номінальної товщини прокату не поширюються на області зачищення у разі ремонту прокату. Для ділянок зачистки застосовуються вимоги **3.2.7** або більш суворі вимоги, визнаного Регістром або споживачем стандарту.

Плюсовий допуск по товщині вибирається по національних або міжнародних стандартах, якщо інше не вимагається Регістром або споживачем.

Таблиця 3.2.8.3

Товщина t , мм	Мінусовий допуск від номінальної товщини, мм
$3 \leq t < 5$	–0,3
$5 \leq t < 8$	–0,4
$8 \leq t < 15$	–0,5
$15 \leq t < 25$	–0,6
$25 \leq t < 40$	–0,7
$40 \leq t < 80$	–0,9
$80 \leq t < 150$	–1,1
$150 \leq t < 250$	–1,2
$250 \leq t$	–1,3

3.2.8.4 Середня товщина.

Середня товщина прокату визначається як середнє арифметичне, вичислене після виконання вимірів у відповідності з **3.2.8.5**.

Для сталевих прокату нормальної та підвищеної міцності згідно з **3.2**, високої міцності згідно з **3.13**, а також сталі, яка постачається у відповідності з вимогами **3.14** цієї частини і частини XII «Матеріали» Правил класифікації, побудови і обладнання ПБУ/МСП, середня товщина не повинна бути менша номінальної товщини проката.

3.2.8.5 Виміри товщини.

Виміри товщини прокату повинні виконуватися у місцях, зазначених на рис. 3.2.8.5 і 3.2.8.5.1.

Виміри допускається виконувати автоматичним або ручним методом.

Процедура вимірів та запису результатів повинна передбачати надання відповідних копій представнику Регістра, якщо це буде потрібно.

3.2.8.5.1 Виміри товщини прокату для визначення середньої товщини.

Для виконання вимірів повинні бути обрані не менше ніж дві із указаних на рис. 3.2.8.5 і 3.2.8.5.1 ліній. Виміри необхідно виконувати на кожній із обраних ліній не менше ніж у трьох точках. Якщо виміри на одній із ліній виконуються більше ніж у трьох точках, то кількість точок вимірів на решті ліній повинна бути такою ж.

При автоматичному методі виконання вимірів товщини прокату на бокових сторонах точки вимірів повинні розташовуватися не менше ніж за 10мм і не далі ніж за 300мм від поперечної або поздовжньої кромки проката.

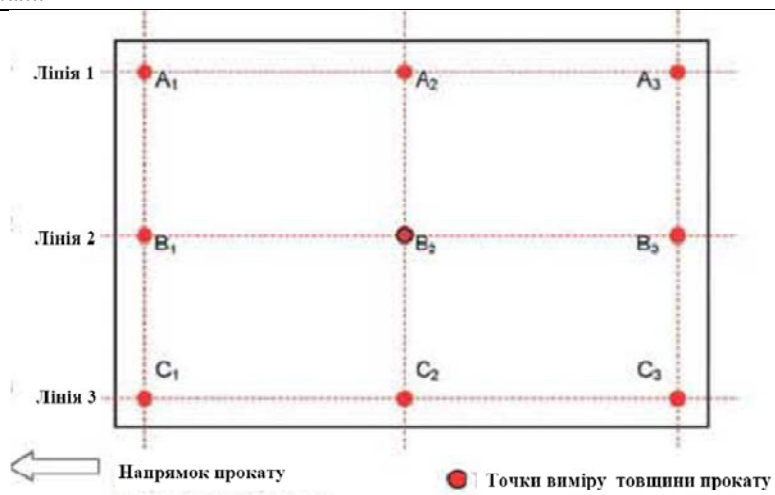


Рис. 3.2.8.5. Точки виміру товщини прокату для суцільних листів.

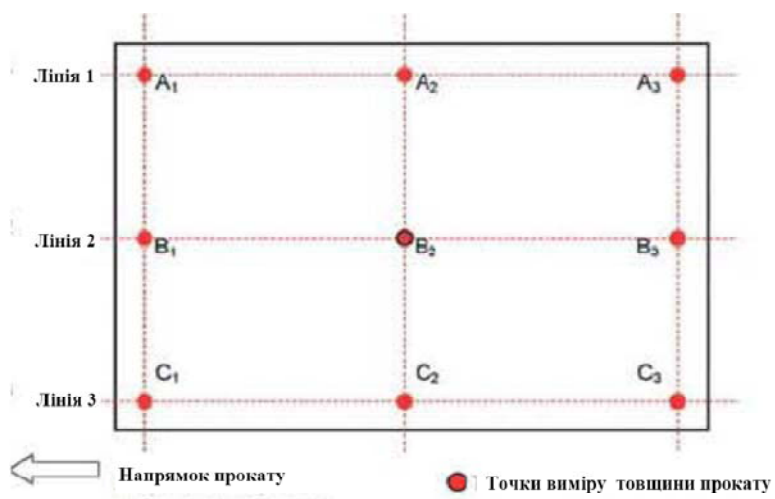


Рис. 3.2.8.5. Точки виміру товщини прокату для суцільних листів.

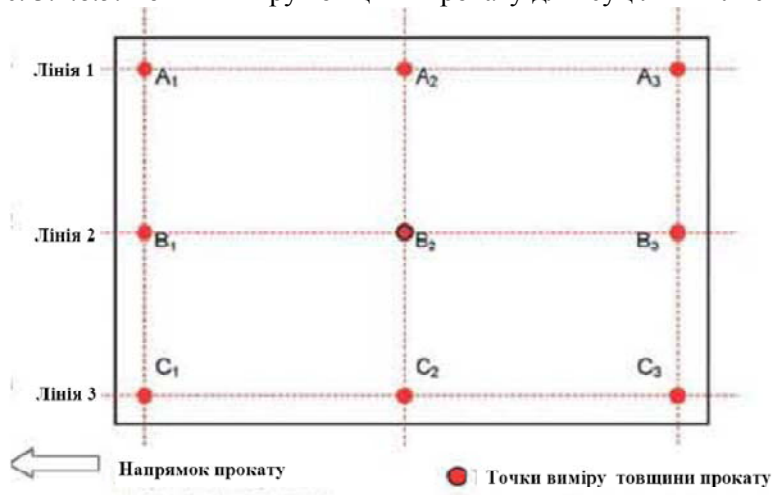


Рис. 3.2.8.5. Точки виміру товщини прокату для суцільних листів.

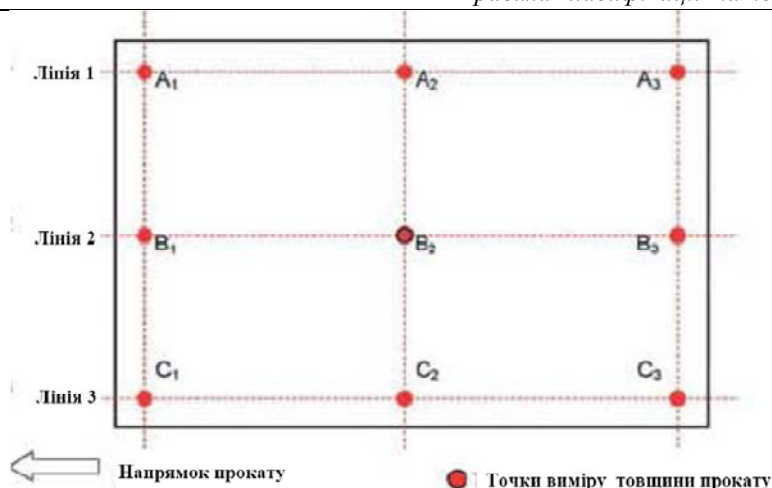


Рис. 3.2.8.5. Точки виміру товщини прокату для суцільних листів.

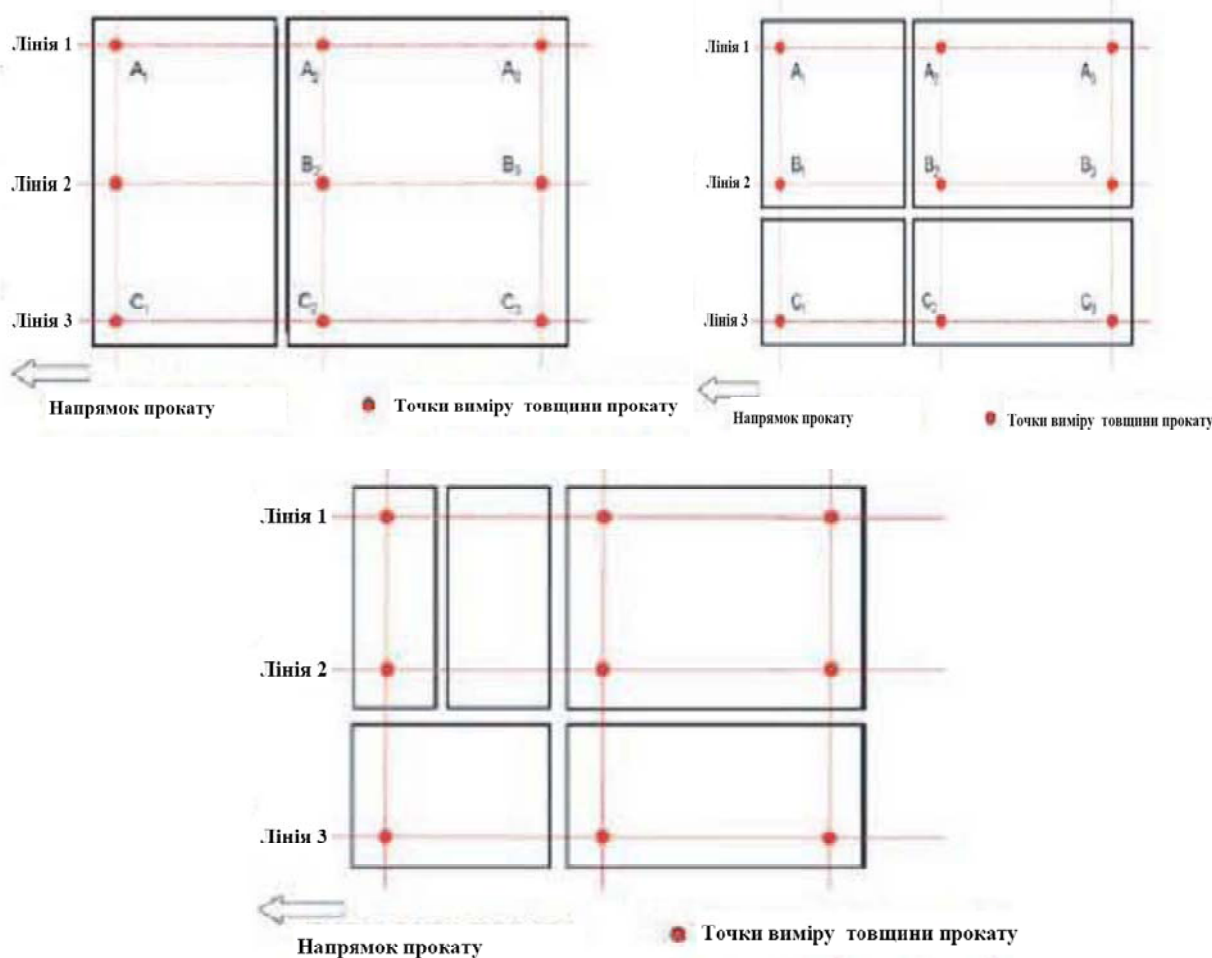


Рис. 3.2.8.5.1 Точки виміру товщини прокату для розрізних листів

При ручному методі виконання вимірів товщини прокату на бокових сторонах точки вимірів повинні розташовуватися не менше ніж за 10мм і не далі ніж за 100мм від поперечної або поздовжньої кромки прокату.

Примітка: Виміри виконуються на прокаті, приналежному одному слябу або злитку, навіть якщо потім буде виконане різання прокату виготовлювачем. Приклади для вимірів прокату, який підлягає наступному різанню, наведені на рис. 3.2.8.5.1. Треба відзначити, що згадані тут приклади не описують всі можливі варіанти різання прокату.

3.2.9 Маркування і документи.

Ідентифікація, маркування і документи, що видаються — у відповідності із вимогами 1.4.

Кожний напівфабрикат повинний мати чітко нанесені обумовленим способом у обумовленому місці штемпель або клеймо Регістру.

крім зазначеного, маркування повинне включати уніфіковане позначення категорії сталі і границі плинності (наприклад, А, D36, E450).

Якщо сталь постачається після термічної обробки, за вимогою Регістру після позначення категорії повинний добавлятися індекс «ТМСП» (наприклад, E36ТМСП).

Крім того сталь, що постачається під технічним наглядом Регістра, перед уніфікованим позначенням категорії сталі і границі плинності може мати індекс «РУ» (наприклад, RUE36ТМСП).

При постачанні допущеної Регістром сталі, що не повністю відповідає вимогам Правил (див. 3.2.1.1), після позначення категорії сталі і границі плинності може указуватися індекс «S» (наприклад, RUE36STMCP або RUD36S).

Таврування сортового і профільного прокату допускається робити на бирці. При цьому виготовлювачем повинна бути підтверджена система ідентифікації кожного прокату в'язці.

3.3 СТАЛЬ ДЛЯ КОТЛІВ, ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ І ПОСУДИН, ЩО ПРАЦЮЮТЬ ПІД ТИСКОМ

3.3.1 Загальні вказівки.

3.3.1.1 Ці вимоги поширюються на катану сталь, яка призначена для суднових котлів, теплообмінних апаратів і посудин, які працюють під тиском, і підлягає нагляду Регістру.

3.3.1.2 Сталь виготовляється по міжнародним і національним стандартам і повинна відповідати вимогами цього підрозділу.

3.3.1.3 Катана сталь, виготовлена і випробувана відповідно до цих вимог, призначається для роботи при кімнатній або підвищеній температурах.

3.3.2 Хімічний склад.

3.3.2.1 Хімічний склад сталі встановлюється за стандартами залежно від необхідних механічних властивостей при кімнатній або розрахунковій підвищеній температурах; при цьому вміст основних елементів не повинний перевищувати:

для вуглецевої і вуглецево-марганцевої сталі (ковшова проба), %:

вуглець – 0,20, фосфор і сірка – 0,04, кремній – 0,50, марганець – 1,60, хром, нікель, мідь – 0,30.

Застосування сталі з вмістом вуглецю більше ніж 0,20 % для зварних конструкцій підлягає погодженню із Регістром при забезпеченні належної зварюваності;

для низьколегованої сталі (ковшова проба), %:

вуглець – 0,18, фосфор – 0,04, кремній – 0,50, хром – 2,50, марганець – 0,80, молібден – 1,10, сірка – 0,04, ванадій – 0,35.

3.3.2.2 Сталь повинна бути спокійною. Застосування киплячої сталі не допускається. Застосування напівспокійної сталі не рекомендується, повинно бути обґрунтовано і погоджено із замовником.

Вуглецева і вуглецево-марганцева сталь, призначена для робочих температур більших ніж 400 °С, не повинні містити алюміній.

3.3.2.3 За погодженням із замовником допускається застосування сталі по визнаним Регістром міжнародним і/або національним стандартам.

3.3.3 Механічні властивості.

Механічні властивості сталі при кімнатній і підвищеній температурах устанавлюються стандартами.

Властивості сталі повинні бути підтверджені такими випробуваннями:

на розтягування (із визначенням тимчасового опору, границі плинності і відносного подовження);

на згин;

на ударний згин (*KCU* або *KV*).

Випробування на розтягування при підвищеній температурі, а також випробування для визначення схильності сталі до старіння повинні бути виконані, якщо це вимагається відповідним частинам Правил або стандартів.

Надаються значення тривалої міцності металу.

3.3.4 Термічна обробка.

Сталь поставляється в нормалізованому, нормалізованому і відпущеному або гартованому і відпущеному станах. Вид термічної обробки встановлюється стандартами.

За умови забезпечення необхідних властивостей, підтверджених випробуваннями і статистикою, сталь може виготовлятися без термічної обробки, а нормалізація може бути замінена прокаткою при контрольованій температурі.

3.3.5 Добір зразків.

Якщо інші вказівки відсутні, зразки повинні добиратися відповідно до **3.2.5**.

Зразки для випробування на розтягування і для визначення ударної в'язкості *KCU* вирізаються поперек, а для визначення роботи удару *KV* – уздовж напрямку останньої прокатки.

3.3.6 Обсяг випробувань.

Листовий прокат повинний пред'являтися на випробування полистово. Для листового прокату з вуглецевої сталі товщиною до 12мм, а також профільного прокату допускається добирати для випробувань 10% загальної кількості листів (розкатів) або профілів, але не менше двох, однієї товщини (діаметра або профілю), однієї плавки та однакової термічної обробки.

Якщо не зазначене інше, від напівфабрикату для проведення випробувань повинно бути відібрано не менше ніж по одному зразку для випробування на розтягування і згин, а також не менше одного комплекту зразків для випробування на ударний згин.

Від листів (розкатів) масою більше 6т або довжиною більше 15м проби для виготовлення зразків для випробувань добираються від двох кінців.

3.3.7 Огляд.

Прокат не повинний мати дефектів, що перешкоджають застосуванню його за призначенням.

Відсутність недопустимих дефектів повинна гарантуватися виробником і може бути підтверджена неруйнівним контролем.

Поверхневі дефекти, обумовлені способом виготовлення, допускаються, якщо їх глибина не виходить за межі допустимих відхилень, рахуючи від номінальної товщини.

Усунення поверхневих дефектів зварюванням з наступною термічною обробкою допускається по технології, яка погоджена із Регістром.

3.3.8 Маркування і документи.

Ідентифікація, маркування і документи, що видаються, — у відповідності із вимогами **1.4**.

Кожний напівфабрикат повинний мати чітко нанесені обумовленим способом у обумовленому місці штемпель або клеймо Регістру.

Таврування сортового і профільного прокату допускається робити на бирці. При цьому виробником повинна бути підтверджена система ідентифікації кожного прокату у в'язці.

3.4 СТАЛЕВІ ТРУБИ

3.4.1 Загальні вказівки.

3.4.1.1 Ці вимоги поширюються на сталеві гаряче- і холоднодеформовані труби, які підлягають нагляду Регістру під час виготовлення, а також зварні труби, призначені для виготовлення котлів, теплообмінних апаратів, посудин, що працюють під тиском, судових систем і трубопроводів.

3.4.1.2 Сталеві труби виготовляються по міжнародним і національним стандартам і повинні відповідати вимогами цього підрозділу.

3.4.1.3 Зварні труби допускається виготовляти електричним індукційним або контактним зварюванням під тиском або зварюванням плавленням.

3.4.2 Хімічний склад.

3.4.2.1 Хімічний склад сталі для труб вибирається за стандартами залежно від необхідних механічних властивостей при кімнатній або розрахунковій підвищеній температурах; при цьому вміст основних елементів не повинен перевищувати:

для вуглецевої і вуглецево-марганцевої сталі (ковшова проба), %:

сірка і фосфор – 0,04, марганець – 1,50, хром, нікель, кремній – 0,50, мідь – 0,30, вуглець – 0,23;

для низьколегованої сталі (ковшова проба), %:

сірка і фосфор – 0,035, марганець – 1,00, хром – 2,50, кремній – 0,50, молібден – 1,20, вуглець – 0,20, ванадій – 0,35.

3.4.2.2 Сталь повинна бути спокійною. Застосування киплячої сталі для виготовлення труб не допускається. Застосування напівспокійної сталі не рекомендується, має бути обґрунтовано. Допускається обробка сталі елементами, що подрібнюють зерно.

Вуглецева і вуглецево-марганцева сталь, призначена для робочих температур більше ніж 400 °С, не повинна містити алюмінію.

3.4.2.3 Застосування сталі, вміст основних елементів у якій перевищує зазначені вище межі, а

також сталі з іншими основними легуючими елементами може бути допущено за національним і міжнародним стандартами, застосування яких погоджене із Регістром.

3.4.2.4 Хімічний склад визначається аналізом плавки (ковшова проба); допускається визначення хімічного складу під час виготовлення трубної заготовки.

3.4.3 Механічні і технологічні властивості.

3.4.3.1 Механічні і технологічні властивості сталі для труб при кімнатній і підвищеній розрахунковій температурах установлюються стандартами на труби.

3.4.3.2 Труби під час виготовлення повинні піддаватися таким випробуванням:

на розтягування (із визначенням тимчасового опору, границі плинності і подовження) відповідно до **2.2.2**;

на розтягування при підвищеній температурі (з визначенням умовної границі плинності);

на сплющування відповідно до **2.2.5.2** або розтягування кілець відповідно до **2.2.5.4**;

на роздавання відповідно до **2.2.5.3**.

Випробування на розтягування при підвищеній температурі, на сплющування, розтягування кілець або роздавання виконуються, коли це потрібно за стандартами на труби або за схваленою Регістром технічною документацією, за якими проводиться оцінка результатів випробувань.

Коли це приписано відповідними частинами Правил або стандартами, повинні бути надані результати випробувань сталі для труб для визначення границі тривалої міцності при підвищеній температурі.

3.4.4 Термічна обробка.

Труби повинні піддаватися термічній обробці, коли це передбачено відповідними частинами Правил, стандартами або схваленою Регістром проектно-технічною документацією.

При цьому холодно-деформовані і електрозварні труби у будь-якому випадку піддають термічній обробці, нормалізації, нормалізації і відпуску або гартуванню і відпуску.

Вид і режим термічної обробки встановлюються заводом-виробником, повідомляються Регістру і вказуються у сертифікаті.

3.4.5 Добір проб.

Якщо не зазначено інше, проби для виготовлення зразків добираються з одного кінця не менше двох труб від партії.

3.4.6 Обсяг випробувань.

Труби підлягають випробуванням партіями. Партія повинна складатися з труб одного розміру, які виготовлені зі сталі однієї плавки і пройшли термічну обробку за однаковим режимом.

Кількість труб у партії повинна бути не більша:

із зовнішнім діаметром 76мм і менше – 400шт.,

із зовнішнім діаметром більше 76мм – 200шт.

Залишок труб менше половини зазначеної кількості приєднується до відповідної партії, а половина і більше вважаються окремою партією.

Для проведення випробувань із кожної проби вирізають:

1 зразок для випробування на розтягування,

1 зразок для випробування на сплющування або розтягування кілець (2 зразки у разі випробування зварних труб; при цьому у процесі випробування одного зі зразків зварний шов повинний знаходитися у зоні згину),

1 зразок для випробування на роздавання.

Всі труби повинні бути випробувані гідравлічним тиском. Пробний тиск установлюється стандартами на труби або погодженою Регістром документацією, але у будь-якому разі повинний бути не менший зазначеного у **21.2** частини VIII «Системи і трубопроводи» і у **1.7** частини X «Котли, теплообмінні апарати і посудини під тиском». Гідравлічні випробування можуть не проводитися, якщо усі труби піддаються ультразвуковому або іншому еквівалентному контролю.

Усі зварні шви зварних труб повинні піддаватися ультразвуковому контролю.

3.4.7 Огляд.

Візуальному контролю піддаються усі труби.

На поверхні труб не допускаються тріщини, плини, розривини, заковчування.

Допускаються окремі незначні забоїни, вм'ятини, риски, тонкий шар ґрату, сліди зачищення дефектів і дрібні плини, якщо вони не виводять товщину стінки за межі мінісових відхилень.

3.4.8 Маркування і документи.

Ідентифікація, маркування і документи, що видаються, — у відповідності із вимогами **1.4**.

Таврування труб допускається робити на бирці. При цьому виробником повинна бути підтверджена система ідентифікації кожного прокату у в'язці.

3.5 СТАЛЬ ДЛЯ КОНСТРУКЦІЙ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ ПРИ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

3.5.1 Загальні вказівки.

3.5.1.1 Ці вимоги поширюються на листову, штабову, профільну і сортову сталь товщиною до 100мм, а також на поковки і виливки, що призначені для конструкцій корпусів суден і суднових пристроїв та механізмів, призначених для роботи при розрахункових температурах нижче мінус 30°C.

3.5.1.2 Застосування вимог до прокату, поковок і виливків, що призначені для роботи при розрахункових температурах нижче мінус 50°C, допускається з урахуванням викладеного в **3.5.3** і **3.5.4**, а також результатів випробувань на тріщиностійкість і холодостійкість, що надаються підприємством.

Вимоги до сталевих прокатів в залежності від обраного рівня міцності і умов експлуатації наведені в **3.2**, **3.13**, **3.14**, **3.17** цієї частини, а також в **4.2**, **4.3** частин XII «Матеріали» Правил класифікації, побудови і обладнання ПБУ/МСП (для сталей поліпшеної зварюваності). Вимоги до прокату завтовшки 15мм і менш, призначеному для роботи при розрахункових температурах нижче мінус 30°C, наведені в **3.5.2.6**.

Вимог до сталевих прокатів стали категорії F викладені в **3.5.2**.

Вимоги до виготовлення, огляду, ідентифікації, маркування і документації для прокату, поковок і виливків викладені в **3.2**, **3.7**, **3.8**, відповідно.

3.5.1.3 Прокат, поковки і виливки повинні виготовлятися підприємствами, що визнані Регістром відповідно до **1.3**.

3.5.1.4 Сталь, що відрізняється від зазначеної за хімічним складом, механічними властивостями і станом постачання, може бути допущена до застосування за національними або міжнародними стандартами, застосування яких, погоджено з Регістром.

3.5.1.5 Якщо під час виготовлення кованих або литих деталей передбачається зварювання, або ковани або литі деталі призначені для зварювання в корпусі судна, хімічний склад сталі і технологія зварювання повинні забезпечувати стійкість зварного з'єднання до виникнення тріщин.

Для металу шва механічні властивості і величина роботи удару при необхідній температурі випробувань на ударний згин повинні бути не нижчі необхідних для основного металу.

3.5.1.6 Вибір листового, штабового, профільного сталевих прокатів, а також сталевих поковок і виливків для елементів конструкцій корпусу, суднових пристроїв і механізмів, які піддаються тривалому впливу низьких температур, виконується згідно заданого значення розрахункової температури конструкції і групи в'язей. Розрахункова температура конструкції T_D і група в'язей визначаються відповідно до **1.2.3** частини «Корпус» і додаткових вимог та обмежень, які наводяться у цій главі для марок сталі підвищеної і високої міцності для групи в'язей III відповідно до таблиці **3.5.1.6**.

3.5.1.7 Для елементів конструкцій корпусу криголамів, що мають у символі класу знак льодового класу **Icebreaker** і суден зі знаком полярних класів **PC1 – PC7**, знаком балтійських льодових класів **IA Super – IC** і знаком льодових класів Регістра **Ice4, Ice5 і Ice6**, для яких розрахункова температура T_D не перевищує мінус 30°C, можуть бути використані сталі поліпшеної зварюваності (див. **4.2**, **4.3** частин XII «Матеріали» Правил класифікації, побудови і обладнання ПБУ/МСП.).

У разі необхідності використання сталевих прокатів з товщиною, яка перевищує вказану в **3.5.1.6**, Регістр може вимагати застосування сталі, що задовольняє спеціальним вимогам по в'язкості і холодостійкості - сталі з верхнім індексом «Ice» (див. **3.5.2.1**). В останньому випадку, умовою для застосування матеріалу до зазначених конструкцій є $T_d < T_D$, де T_d

3.5.1.8 Випробування сталі виконуються відповідно до вимог розд. **2** за програмами, узгодженими із Регістром. Випробування з метою визначення T_d , зазвичай проводяться в інтервалі температур, що включає температуру T_D .

Додаткову інформацію - див. **3.5.2**, **3.5.4** і **3.5.5**.

3.5.1.9 Розширення діапазону застосування сталі по відношенню до приведенного в **3.5.1.6** у цьому підрозділі, **1.2.3** частини II «Корпус» цих Правил, а також **1.5** частини II «Корпус» Правил класифікації, побудови і обладнання ПБУ/МСП забезпечується позитивними результатами випробувань, виконаних по програмам Регістра при первісному огляді виробника прокату (видача Свідоцтва про визнання виробника).

Таблица 3.5.1.6

Категорія сталі	Розрахункова температура конструкції T_D , °C		
	Товщина стінки елемента конструкції, мм, не більше		
	-30	-40	-50
D 32, D36	15	10	-
E32, E36W	35	25	15
E32W	45	30	20
F32	80	60	40
F32W, F36W	будь-яка	70	50
E36, E40W, E420W, E460W	30	20	15
F36, F40	60	40	30
D40, D420	10	-	-
E40, E420, E460, E500W			
F40W, F420W, F460W	25	15	10
F420W, F460, F500W			
E500	80	50	35
F500	50	35	25
	20	15	10
	50	30	20

Примітка: Використання сталі для умов не зазначених таблицею - див. **3.5.1.7**

3.5.2 Суднобудівна сталь.

3.5.2.1. Загальні положення.

Ці вимоги поширюються на листову, штабову, профільну і сортову сталь категорії F товщиною до 100мм. Також включені вимоги до листової сталі з верхнім індексом «Ice».

Загальні вимоги до сталі викладені в 3.2.1.

Якщо інше не застережене окремо, ступінь пластичної деформації при прокатці, як мінімум, повинна бути 5:1. Вимоги до прокату товщиною 15мм і менше призначеному для роботи при розрахункових температурах нижче мінус 30°C, наведені у **3.5.2.6**.

3.5.2.2 Хімічний склад.

Хімічний склад сталі конкретної марки встановлюється стандартами або технічними вимогами і не повинний перевищувати граничні значення, зазначені в табл. 3.5.2.2 – для сталі підвищеної міцності, і в табл. 3.13.2 – для сталі високої міцності. Сталь підвищеної міцності і покращеної зварюваності за хімічним складом повинна відповідати вимогам таблиць **4.2.1.2** і **4.2.2** частини XII «Матеріали» Правил класифікації, побудови і обладнання ПБУ/МСП. Сталь повинна бути повністю розкислена і оброблена подрібнюючими зерно елементами.

Таблиця 3.5.2.2. Хімічний склад суднобудівної сталі

Категорія	Вміст елементів, %													
	C	Mn	Si	P	S	Al, розчинний у кислоті, min	Nb	V	Ti	Cu	Cr	Ni	Mo	N
	max		max						max					
F32	0,16	0,90–1,60	0,50	0,025	0,025	0,015	0,02–0,05	0,05–0,10	0,02	0,35	0,20	0,80	0,08	
F36	0,16	0,90–1,60	0,50	0,025	0,025	0,015	0,02–0,05	0,05–0,10	0,02	0,35	0,20	0,80	0,08	N
F40	0,16	0,90–1,60	0,50	0,025	0,025	0,015	0,02–0,05	0,05–0,10	0,02	0,35	0,20	0,80	0,08	
							загальний вміст 0,12 max							
¹ N= 0,009 (0,012 – якщо присмугній Al														
<i>Примітки:</i> 1.Замість визначення вмісту алюмінію, розчинного в кислоті, може бути визначений загальний вміст алюмінію. У цьому випадку загальний вміст алюмінію повинний бути не менш 0,020%.														
2.Сталь може бути оброблена алюмінієм, ніобієм, ванадієм або іншими придатними подрібнюючими зерно елементами, або кожним окремо, або у будь-якій комбінації. При цьому, при обробці одним елементом його вміст повинний відповідати таблиці; при обробці комбінацією елементів вміст не менше ніж одного з них повинний відповідати таблиці.														

Наступні параметри мікроструктури мають бути визначені:

для сталей нормальної і підвищеної міцності з ферито-перлитною структурою - розмір зерна фериту не може бути більший 8 - 9 номеру по ГОСТ 5639 (0,015-0,022мм), ферито-перлитна смужчатість по ГОСТ 5640 (шкала 3, ряд А) - не більше 2 балу;

для сталей підвищеної міцності з ферито-бейнітною структурою - розмір зерна фериту не більше 9 -10 номеру по ГОСТ 5639 (0,011-0,015мм), коефіцієнт анізотропії структури не більше 1; також має бути визначена частина і розмір бейнітних областей рейкової морфології;

для бейнітно-мартенситних сталей високої міцності розмір зерна аустеніту не більше 6 – 7 номеру по ГОСТ 5639 (0,031-0,044мм).

Критерії оцінки структури сталі повинні відповідати вказаним вище стандартам, або бути еквівалентними їм відповідно до схваленої документації виробника.

3.5.2.3 Механічні властивості.

Механічні властивості сталі категорії F32, F36, F40 під час випробувань на розтягування і на ударний згин повинні відповідати вимогам табл. 3.5.2.3; механічні властивості сталі категорії F420, F460, F500, F550, F620, F690 - вимогам табл. 3.13.3.

Для сталі товщиною більше 40мм, в доповнення до 3.2.5, проводяться випробування по визначенню величини роботи удару на зразках, вирізаних із середини товщини листа. Величина роботи удару для такої сталі у будь-якому випадку повинна відповідати вимогам табл. 3.5.2.3 і 3.13.7-1.

Таблиця 3.5.2.3. Механічні властивості суднобудівної сталі

Категорія сталі	Границя плинності R_{eH} , МПа, min	Тимчасовий опір R_m , МПа	Відносне подовження A_5 , %, min	Випробування на ударний згин						
				Температура випробування, °C	Середнє значення роботи удару KV , Дж, min					
					t ≤ 50 мм		50 < t ≤ 70 мм		70 < t ≤ 100 мм	
					KV_L	KV_T	KV_L	KV_T	KV_L	KV_T
F32	315	440–590	22	–60	31	22	38	26	46	31
F36	355	490–620	21	–60	34	24	41	27	50	34
F40	390	510–650	19	–60	39	26	46	31	55	37

3.5.2.4 Стан постачання.

Стан постачання сталі: для категорій F32, F36, F40 – у відповідності із вимогами табл. 3.2.6.4-2; для категорій F420, F460, F500, F550, F620, F690 – у відповідності із вимогами 3.13.4.

3.5.2.5 Вимоги до листової сталі з верхнім індексом «Ice»

3.5.2.5.1 «Ice», є символ, доданий до позначення сталі категорії, для якої виконаний комплекс додаткових випробувань, за програмами Регістра, з метою визначення характеристик в'язкості та холодостійкості (див. 2.2.10, 3.5.1.9, 3.5.2.5.6) і які відповідають вимогам, виставленим до сталей підвищеної зварюваності відповідно з розд.4 частини XII «Матеріали» Правил класифікації, побудови і обладнання ПБУ/МСП і вимогам по Z-властивостям. Поруч із символом вказується T_d , мінімальна робоча температура матеріалу, без знака «мінус», до якої сталь може бути використана для будь-яких конструктивних елементів без обмежень (наприклад, F36W^{Ice40} або F36W^{Ice40}).

3.5.2.5.2 Хімічний склад сталі підвищеної міцності, з верхнім індексом «Ice», повинен відповідати відповідним вимогам до сталі покращеної зварюваності.

Хімічний склад сталі високої міцності, з верхнім індексом «Ice», повинен відповідати вимогам схваленої Регістром документації.

Вміст сірки не повинен перевищувати 0,008%, а фосфору, не більше, ніж 0,015%.

3.5.2.5.3 Механічні властивості сталі, мають відповідати вимогам до сталі відповідної категорії згідно з 3.2, 3.13, 3.14 і 3.17. При цьому, програма випробувань при первісному огляді виробництва Регістром відповідно до 1.3.1.2 для визначення можливості додавання до категорії сталі верхнього індексу «Ice», включає в себе:

1. визначення температур в'язко-крихкого переходу для оцінки здатності матеріалу гальмувати поширення крихкого руйнування (T_{KB} , NDT , $DWTT$);

випробування з визначення температури T_{KB} виконуються відповідно до 2.2.10.2; випробування з визначення температури NDT виконуються відповідно до 2.2.10.3; випробування з визначення температури $DWTT$ виконуються відповідно до 2.2.10.4;

2 визначення параметру *CTOD* для основного металу і металу ЗТВ при випробуваннях зразків, вирізаних із зварних стикових з'єднань:

випробування для визначення параметру *CTOD* для основного металу виконуються відповідно до **2.2.10.5**;

випробування для визначення параметру тріщиностійкості *CTOD* металу ЗТВ виконуються відповідно до **2.2.10.6**.

Застосування кожної із вказаних методик при проведенні випробувань повинно бути погоджене з Регістром, в кожному окремому випадку.

Для одного технологічного процесу виробництва сталі (виливка, прокатка, стан постачання), результати вказаних вище випробувань, отриманих на прокаті найбільшої товщини, можуть бути поширені на прокат меншої товщини.

3.5.2.5.4 Середня величина *CTOD* для основного металу має бути не нижчою, ніж яка вимагається, відповідно до таблиці. **3.5.2.5.4**, при цьому мінімальне значення має становити не менше ніж 0,7 від необхідної величини. Найнижча температура випробувань, при якій вимоги табл. **3.5.2.5.4** виконуються, приймається за мінімальну температуру $T_{d(CTOD)}$ для такого роду випробувань.

Таблиця 3.5.2.5.4 Вимоги до величини *CTOD* для основного металу, мм

Товщина, мм	Рівень міцності (необхідне мінімальне значення границі плинності, МПа)					
	норм.	315-355	390-420	460-500	550-620	690
25 ÷ 35	-	0,15	0,15	0,20	0,20	0,25
36 ÷ 50	0,15	0,20	0,20	0,25	0,25	0,30
51 ÷ 70	0,20	0,20	0,25	0,30	0,30	0,35
>70	0,20	0,25	0,25	0,30	0,35	0,35

3.5.2.5.5 Середня величина *CTOD* для металу ЗТВ має бути не нижчою, ніж яка вимагається, відповідно до таблиці. **3.5.2.5.5**, при цьому мінімальне значення має становити не менше ніж 0,5 від необхідної величини. При збільшенні кількості коректних випробувань до 5 і більше, один найменший результат може не братися до уваги.

Найбільш низька температура випробувань, при якій вимоги табл. **3.5.2.5.5** виконуються, приймається за мінімальну температуру $T_{d(CTODЗТВ)}$ для такого роду випробувань.

Таблиця 3.5.2.5.5 Вимоги до величини *CTOD* для металу ЗТВ, мм

Товщина, мм	Рівень міцності (необхідне мінімальне значення границі плинності, МПа)					
	норм.	315-355	390-420	460-500	550-620	690
25 ÷ 30	-	0,10	0,10	0,10	0,15	0,20
31 ÷ 50	0,10	0,10	0,15	0,15	0,20	0,25
>50	0,10	0,15	0,20	0,20	0,25	0,30

3.5.2.5.6 За результатами випробувань на $T_{кб}$, *NDT* і *DWTT* визначаються температури ($T_{d(NTD)}$, $T_{d(Tкб)}$, $T_{d(DWTT)}$), найвища з цих температур позначається як $T_{d(b-d)}$, яка приймається за температуру в'язко-крихкого переходу наданої сталі. Необхідні значення температур $T_{d(NTD)}$, $T_{d(Tкб)}$, $T_{d(DWTT)}$ для сталі з індексом «Ice», в залежності від товщини прокату наведені в табл. **3.5.2.5.6**.

Таблиця 3.5.2.5.6

Товщина прокату, мм	Необхідні значення температур $T_{d(NTD)}$, $T_{d(Tкб)}$, $T_{d(DWTT)}$ для сталі з індексом «Ice», в залежності від товщини прокату		
	$T_{d(NTD)}$, °C	$T_{d(Tкб)}$, °C	$T_{d(DWTT)}$, °C
Від 25 до 30 включно	$NDT + 15$	$T_{кб}$	$DWTT$

Закінчення табл. 3.5.2.5.6

Від 30 до 40 включно	$NDT + 20$	$T_{кб} - 15$	$DWTT - 10$
Від 40 до 50 включно	$NDT + 25$	$T_{кб} - 25$	-
Від 50 до 60 включно	$NDT + 30$	$T_{кб} - 15$	-
Більше 60	$NDT + 30$	1	-

¹ При додатковій умові: $T_{кб} < 0,5 T_{d(NTD)} + 15$

Примітка: Додаткова умова означає $T_{кб} \leq -5^\circ\text{C}$ для Ice40 і $T_{кб} \leq -15^\circ\text{C}$ для Ice60

Для металу товщиною 40мм, або більше, при отриманні відмінності між температурами NDT і $T_{кб}$ більш ніж 50°C , для контролю неоднорідності властивостей матеріалів по опору крихкому руйнуванню, можуть бути проведені додаткові випробування NDT зразків, вирізаних із середини товщини прокату відповідно до **2.2.10.3**. Температуру NDT , отриману при цих випробуваннях, дозволяється розглядати як заміник температури $T_d (T_{кб})$.

Може бути визначене $T_d (b-d)$ на основі визначення однієї або двох температур в'язко-крихкого переходу $T_d (NTD)$, $T_d (T_{кб})$, $T_d (DWTT)$.

3.5.2.5.7 За мінімальну робочу температуру матеріалу T_d , до якої надана сталь може бути використана для усіх конструктивних елементів без обмежень, приймають найвище значення із значень по усім видам випробувань:

$$d = \max(T_d (CTOD_{bm}), T_d (CTOD_{3TB}), T_d (b-d)).$$

3.5.2.6 Виготовлення і поставка сталюго прокату, який призначений для роботи в корпусних конструкціях при розрахункових температурах нижче мінус 30°C , товщиною від 6 до 15мм, включно, без проведення механічних випробувань не допускається. Під час виконання механічних випробувань, обов'язковими є випробування на ударний згин (KV) при температурі не вище T_d на зразках згідно **2.2.3.1**.

Для прокату категорій міцності 460МПа і вище, повинні бути надані результати спеціальних випробувань, а при їх відсутності, виконання цих випробувань:

визначення температурної залежності частки волокнистої складової в зломах і мінімальної температури T_d за методикою $DWTT$ (для прокату товщиною 6мм і більше);

визначення мінімальної температури T_d за методикою $T_{кб}$ (для прокату товщиною 10мм та більше);

визначення $CTOD$ для J – інтеграла при розрахунковій температурі (для прокату товщиною 6мм та більше), при нормі $CTOD \geq 0,08\text{мм}$;

визначення зварюваності (розтягування впоперек шва, загинання, ударний згин по зонах зварного з'єднання), теплоутворення при зварюванні стикової проби підлягає окремому погодженню із Регістром.

Окрім того, у випадку, якщо спеціальні випробування, які наведені вище, не виконувалися, встановлюються особливі норми роботи удару основного металу і зварних з'єднань (див. табл. 3.5.2.6) при температурі не вище T_d .

На одному із трьох зразків допускається зниження роботи удару до 70% від значення, що вимагається.

Для прокату товщиною менше 10мм робота удару, що вимагається, розраховується за формулою (2.2.3.1).

Таблиця 3.5.2.6 Норми роботи удару металу листового прокату і зварних з'єднань в товщині до 15мм при температурі не вище T_d для суден арктичних категорій і криголамів при відсутності проведення спеціальних випробувань

Мінімальна границя плинності, МПа	Мінімальне середнє значення для трьох зразків	
	Товщина прокату 10мм	Товщина прокату більше 10мм до 15мм включно
460	46L, 31T	60L, 40T
500	50L, 33T	68L, 45T
550	55L, 37T	83L, 55T
620	70L, 46T	98L, 65T
690	86L, 57T	120L, 80T

3.5.3 Сталеві поковки.

3.5.3.1 Хімічний склад.

Хімічний склад сталі для поковок встановлюється погодженими з Регістром стандартами залежно від необхідних властивостей при кімнатній і низьких температурах і повинний відповідати вимогам **3.7.2**. При цьому вміст сірки і фосфору у вуглецевій і вуглецево-марганцевій сталі повинні бути не більше ніж 0,015% і 0,030% відповідно, а в легованій – не більше ніж 0,015% кожного елемента.

3.5.3.2 Механічні властивості кованої сталі повинні відповідати вимогам **3.7.3**. Вимоги до значення роботи удару при випробуваннях на ударний згин при мінімальній розрахунковій температурі T_d , встановлюється визначеними Регістром стандартами і/або погодженою специфікацією,

але у будь-якому випадку вона повинна бути:

не менше 27Дж при границі плинності сталі менше 400МПа;

не менше 41Дж при границі плинності сталі від 400МПа до 690МПа.

Частка волокнистої складової у зламі зразків після випробувань на ударний згин повинна бути не менше 50 %.

Для поковок відповідального призначення, які працюють при температурах мінус 30°C і нижче, у разі допуску сталі може виникнути необхідність підтвердження відсутності схильності кованої сталі до крихкого руйнування, що визначається випробуванням за методикою NDT (2.2.10.3), або іншими погодженими із Регістром методами, наприклад, випробуваннями на тріщиностійкість.

Вимоги до поковок для вантажопідіймальних пристроїв викладені в розд. 3 Правил щодо вантажопідіймальних пристроїв морських суден.

3.5.4 Сталеві виливки.

3.5.4.1 Хімічний склад.

Хімічний склад сталі для виливків установлюється погодженими із Регістром стандартами і/або погодженою специфікацією і повинний забезпечувати необхідні характеристики холодостійкості. При цьому вміст сірки і фосфору в легованій сталі не більше ніж 0,015% кожного елемента.

3.5.4.2 Механічні властивості литої сталі повинні задовольняти вимогам 3.8.3. Вимоги до значення роботи удару при випробуваннях на ударний згин при розрахунковій температурі встановлюється стандартами і технічними вимогами, але у будь-якому випадку вона повинна бути:

не менше 27Дж при границі плинності сталі менше 400МПа;

не менше 41Дж при границі плинності сталі від 400МПа до 690МПа.

Вимагається підтвердження визначення частки волокнистої складової у зламі зразків після випробувань на ударний згин. Незалежно від цього частка волокна повинна бути не менше 50%.

Для виливок відповідального призначення, які працюють при температурах мінус 30°C і нижче, у разі допуску сталі може виникнути необхідність підтвердження відсутності схильності сталі до крихкого руйнування, що визначається випробуванням за методикою NDT (2.2.10.3), або іншими погодженими із Регістром методами, наприклад, випробуваннями на тріщиностійкість.

Вимоги до виливок для вантажопідіймальних пристроїв викладені в розд. 3 Правил щодо вантажопідіймальних пристроїв морських суден.

3.5.5 Зварювання.

3.5.5.1 Технологічні вимоги до процесів виготовлення зварних конструкцій, контролю зварних з'єднань, зварювальним матеріалом, повинні відповідати частині XIV «Зварювання» Правил класифікації та побудови морських суден і додатковим вимогам та обмеженням цього розділу.

3.5.5.2 Вибір категорії зварювальних матеріалів для зварювання конструкцій із сталей нормальної, підвищеної і високої міцності проводиться відповідно до 2.4.5 частини XIII «Зварювання» Правил класифікації, побудови і обладнання ПБУ/МСП.

3.5.5.3 Зварювальні матеріали, що використовуються для виготовлення корпусних конструкцій, які відносяться до груп в'язей II і III, при товщинах, які перевищують 30мм, можуть піддаватися випробуванням для визначення параметру тріщиностійкості *CTOD*. Випробування можуть проводитися при початковому отриманні Свідоцтва про схвалення зварювальних матеріалів, або на стадії ухвалення Регістром технологічних процесів зварювання.

3.5.5.4 При пред'явленні вимог до параметру тріщиностійкості *CTOD* металу зварного шва, його середні значення, в мм, при розрахунковій температурі повинні бути не нижчими від вказаних в табл. 3.5.5.4.

Таблиця 3.5.5.4

Товщина, не більше, мм	Категорія зварювального матеріалу						
	Вимоги до параметру тріщиностійкості <i>CTOD</i> металу зварного шва, мм						
	Y36 і Y40	Y42	Y46	Y50	Y55	Y62	Y69
40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,20	0,20	0,20
50	0,15	0,15	0,15	0,20	0,20	0,20	0,25
70	0,15	0,20	0,20	0,20	0,25	0,25	0,30

Вимагається проводити, як мінімум, три коректних випробування. Мінімальні значення мають бути не менше 50% від регламентованих.

Випробування здійснюються відповідно до вимог розд. 2 частини XII «Матеріали» Правил класифікації, побудови і обладнання ПБУ/МСП за ухваленими із Регістром програмами.

3.6 СТАЛЬ ДЛЯ ЛАНЦЮГІВ І КОМПЛЕКТУЮЧИХ ЇХ ВИРОБІВ

3.6.1 Загальні вимоги.

3.6.1.1 Ці вимоги поширюються на сталевий прокат, поковки і виливки, що призначені для виготовлення ланцюгів і комплектуючих їх виробів.

Якщо не застережене інше, сталеві поковки у загальному випадку повинні відповідати вимогам **3.7**, сталеві виливки — вимогам **3.8**.

3.6.1.2 Усі матеріали, що використовуються для виготовлення ланцюгів і комплектуючих їх виробів повинні виготовлятися підприємствами, що визнані відповідно до **1.3.1.4**. Прокат категорії 1 може бути допущений для виготовлення ланцюгів із сертифікатами підприємства - виробника.

3.6.1.3 Виробник повинний надати для схвалення в Регістр специфікацію на матеріал.

У специфікації повинний бути указаний спосіб виплавки і метод розкислення, необхідний хімічний склад і механічні властивості, а також умови прийомки і постачання прокату.

Якщо не обумовлене інше, можуть застосовуватися способи виплавки, методи розкислювання, хімічний склад і стан постачання прокату, що не повною мірою відповідають вимогам цього підрозділу, відповідно до специфікацій або стандартів підприємства, а також відповідно до національних/міжнародних стандартів.

3.6.2 Хімічний склад.

3.6.2.1 Хімічний склад сталей повинний визначатися по ковшовій пробі.

Хімічний склад сталей для ланцюгів категорій 1 і 2 повинний відповідати табл. 3.6.2.1.

3.6.2.2 Для ланцюгів категорій 3, R3, R3S і R4 хімічний склад сталі повинний відповідати специфікації, яка погоджена із виробником ланцюга і схвалена Регістром.

При цьому сталь для ланцюгів категорії R4 повинна вміщувати не менше 0,2% молібдену.

3.6.2.3 Сортний прокат повинний бути зі спокійної сталі, при цьому сталь для ланцюгів категорій 2, 3, R3, R3S і R4 повинна бути розкислена і модифікована подрібнюючими зерно елементами.

Таблиця 3.6.2.1

Категорія ланцюгів	Вміст елементів					
	C, max	Si	Mn	P	S	Al заг. ¹ , min
				max		
1	0,20	0,15–0,35	min 0,40	0,040	0,040	–
2 ²	0,24	0,15–0,55	max 1,60	0,035	0,035	0,020

¹ Алюміній частково може бути замінений іншими подрібнюючими зерно елементами.

² На підставі досвіду підприємства, специфікації/стандарту можуть бути використані додаткові легуючі елементи.

¹ Алюміній частково може бути замінений іншими подрібнюючими зерно елементами.

² На підставі досвіду підприємства, специфікації/стандарту можуть бути використані додаткові легуючі елементи.

3.6.2.4 Хімічний склад поковок і виливків повинний відповідати схваленій Регістром специфікації і зазначатися виробником для кожної плавки.

3.6.3 Механічні властивості.

Механічні властивості сталі ланцюга і комплектуючих виробів повинні відповідати вимогам табл. 3.6.3.

3.6.4 Стан постачання.

3.6.4.1 Сортний прокат і поковки круглого перетину, якщо не застережене інше, постачаються у гарячекатаному стані.

Поковки і виливки в остаточному виді можуть постачатися після термообробки, що відповідає кожній категорії ланцюга, як це зазначено в табл. 7.1.3.4. Поковки і виливки можуть піддаватися нормалізації, чи нормалізації і відпуску, чи гартуванню і відпуску. Вид термічної обробки повинний відповідати схваленій Регістром специфікації.

Таблиця 3.6.3. Механічні властивості матеріалу готового ланцюга

Категорія ланцюгів	Границя плинності R_{eH}^3 , МПа, min	Тимчасовий опір R_m^3 , МПа	Відносне подовження A_5 , %	Відносне звуження Z^4 , %	Випробування на ударний згин ^{1,2} KV		
			min	min	Температура випробування °C	Основний матеріал	Зварне з'єднання
						Робота удару, Дж, min	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	—	370- 490	25	—	—	—	—

Закінчення табл. 3.6.3.

1	2	3	4	5	6	7	8
2	295	490–690	22	–	0	27	–
3	410	min 690	17	40	0 (–20)	60 (35)	–
R3	410	min 690	17	50	0 (–20)	60 (40)	50 (30)
R3S	490	min 770	15	50	0 (–20)	65 (45)	53 (33)
R4	580	min 860	12	50	–20	50	36

¹Для ланцюгів категорій R3, R3S і R4 $ReH/R_m \leq 0,92$.

²Для литої сталі категорій R3, R3S Z440%, для категорії R4 – Z435%.

³Для ланцюгів категорій R3, R3S і R4 $ReH/R_m \leq 0,92$.

⁴Для литої сталі категорій R3 і R3S $Z \leq 40\%$, для категорії R4 — $Z \leq 35\%$.

При визначенні схильності матеріалу ланцюгів категорій R3S і R4 до водневого окрихчування $Z/Z' \geq 85$, де Z і Z' – відносне звуження зразка при розтягуванні до і після нагрівання, відповідно.

3.6.4.2 При визнанні виробника прокату для ланцюгів категорій 3, R3, R3S і R4 необхідне, а для ланцюгів категорій 1 і 2 може виникнути необхідність проведення контрольних випробувань матеріалу після термічної обробки, аналогічної термічній обробці, яка застосовується у виробника ланцюга.

3.6.5 Механічні випробування.

3.6.5.1 Сортний прокат пред'являється до випробувань партіями. Партія масою не більше 50т повинна складатися з прокату однієї плавки, одного стану поставки із різницею діаметрів не більше 4мм.

3.6.5.2 Від кожної партії сортового прокату добирається одна проба, із якої виготовляють один зразок для випробування на розтягування, а для ланцюгів категорій 2, 3, R3, R3S і R4 – комплект зразків для випробування на ударний згин (KV).

Зразки повинні добиратися від проби в поздовжньому напрямку згідно із рис. 3.6.5.2.

Випробування повинні проводитися у відповідності до вимог 2.2. Проби перед випробуваннями повинні бути термооброблені на режимах, що відповідають термообробці готових ланцюгів відповідно 7.1.3.4. Вид і режими термообробки повинні бути зазначені виробником ланцюгів.



Рис. 3.6.5.2

3.6.5.3 Для ланцюгів категорій R3S і R4 повинні бути виконані випробування на схильність сталі до водневого окрихчування. (зменшення запасу в'язкості). Для цього від кожної плавки добираються дві проби:

при виготовленні одного злитка безперервним способом заливання проби добираються від початку і кінця злитка;

при розливанні у злитки — від металу, відповідного двом будь-яким злиткам.

Із кожної проби, із центральної частини прокату, вирізують зразки на розтягування (прокат повинний бути термооброблений за однаковими режимами, бажано однієї садки). Два зразки на розтягування від плавки повинні мати діаметр 20мм (допускається використання зразків діаметром 14мм).

Один із них повинний бути випробуваний у термін, не перевищуючий трьох годин після його виготовлення (для зразків діаметром 14мм – 1,5год). Другий зразок повинний бути підданий випробуванням після витримки протягом 4год при 250°C (для зразку діаметром 14мм - 2год).

Швидкість деформації при випробуваннях (зміна відносного подовження у частках від розрахункової довжини) повинна бути менше $0,0003\text{с}^{-1}$ протягом усіх випробувань до руйнування зразка (що становить приблизно 10хв для зразка діаметром 20мм).

У результаті випробувань визначаються границя міцності, відносне подовження і відносне звуження. Результати випробувань повинні відповідати вимогам табл. 3.6.3 (див. виноску 4 до таблиці).

У випадку, якщо отримане значення $Z/Z' < 0,85$, представлений на випробування метал може бути підданий дегазації, після якої повинні бути виконані наведені вище випробування.

3.6.5.4 Результати механічних випробувань повинні відповідати вимогам табл. 3.6.3.

При незадовільних випробуваннях повинні бути виконані повторні випробування згідно 1.3.2.4. При цьому необхідно враховувати, що допускається проведення повторної термообробки і проведення нових випробувань на металі, відібраному від матеріалу, що був пропонувався до випробувань спочатку.

За позитивних результатів знову проведених випробувань отриманими раніше результатами можна знехтувати.

3.6.5.5 При визнанні виробника сталі для ланцюгів категорій R3, R3S і R4 повинна бути підтверджена стійкість сталі до деформаційного старіння, відпускнуї крихкості і водневого окрихчування згідно зі схваленими Регістром методиками.

3.6.6 Огляд.

3.6.6.1 Відхилення прокату, що допускаються, повинні знаходитися у межах, що зазначені у табл. 3.6.6.1.

3.6.6.2 Сортовий прокат не повинний мати усадкових раковин, тріщин, флокенів (волосінь), складок, закручувань і грату, а також інших внутрішніх і поверхневих дефектів, що перешкоджають його подальшій обробці та використанню.

Поздовжні несучільності глибиною не більше 1% діаметра прокату можуть бути видалені зачищенням із плавним переходом до поверхні.

Таблиця 3.6.6.1

Номінальний діаметр, мм	Допуск на діаметр, мм	Допуск на еліптичність, $(d_{\max} - d_{\min})$, мм
<25	-0 + 1,0	0,6
25—35	-0 + 1,2	0,8
36—50	-0 + 1,6	1,1
51 —80	-0 + 2,0	1,5
81 — 100	-0 + 2,6	1,95
101 — 120	-0 + 3,0	2,25
121 — 160	-0 + 4,0	3,00

3.6.7 Неруйнівний контроль.

Сортовий прокат для ланцюгів категорій R3, R3S і R4 повинен бути підданий 100%-вому ультразвуковому контролю, а також контролю методом магнітопорошкової дефектоскопії або вихрових токів згідно зі схваленими Регістром стандартами.

Обсяг неруйнівного контролю може бути скорочений при підтвердженні стабільності якості виготовлення сортового прокату.

3.6.8 Маркування і документація.

У загальному випадку маркування повинне наноситися відповідно до вимог 1.4.

Обсяг маркування повинний дозволяти ідентифікувати продукцію, що поставляється, і може встановлюватися виготовлювачем, при цьому, як мінімум, у маркуванні повинна бути зазначена приналежність прокату до категорії і плавки.

Прокат діаметром до 40мм включно може поставлятися у зв'язках, і у цьому випадку допускається нанесення маркування на бирки (див. 1.4).

Кожна партія сталі, що поставляється, для ланцюгів категорій 2 і 3 повинна супроводжуватися сертифікатом Регістра або сертифікатом виробника, завіреними представником Регістра. Форми Свідоцтва і Сертифіката виробника повинні бути погоджені.

Сертифікат виробника повинний містити наступний мінімальний обсяг інформації:

номер свідоцтва (сертифікату);

номер замовлення;

будівельний номер судна чи морської споруди;

число і розміри прокату, вага партії;

специфікацію на сталь і категорію ланцюга;

номер плавки;
технологію виготовлення;
хімічний склад;
режим термічної обробки зразків.

Якщо потрібно, додатком до свідоцтва (сертифікату) можуть бути протоколи виконаних випробувань.

3.7 СТАЛЕВІ ПОКОВКИ

3.7.1 Загальні вимоги.

3.7.1.1 Ці вимоги поширюються на сталеві поковки, призначені для суднобудування і суднового машинобудування, для таких виробів, як балери і штирі руля, гребні, колінчасті, розподільні вали, штоки і інші деталі механізмів і пристроїв, які приведені у інших частинах Правил, що мають відповідні посилання на цей підрозділ.

Ці вимоги також можуть бути поширені на матеріал, що використовується для ковальських заготовок і сортовий прокат для виготовлення (шляхом механічної обробки) деталей простої форми.

3.7.1.2 Вимоги цього підрозділу поширюються тільки на сталеві поковки (або прокат, який використовується замість поковок, як зазначено у **3.7.1.1**), призначення яких установлюється виходячи із властивостей, обумовлених при кімнатній температурі.

Додаткові вимоги до поковок, призначених для роботи при зниженій або підвищеній температурі, визначаються у кожному окремому випадку.

3.7.1.3 Як альтернатива виготовлення поковок (або прокату, який використовується замість поковок, як зазначено у **3.7.1.1**) за цими вимогами Регістр може допустити до застосування поковки, виготовлені у відповідності із вимогами національних стандартів або інших окремих специфікацій. У цьому випадку, згідно із **1.3.1.2**, Регістру повинна бути підтверджена еквівалентність альтернативних вимог або їх обґрунтованість для даного виробництва і/або застосування

3.7.1.4 Сталеві поковки (або прокат, який використовується замість поковок, як зазначено у **3.7.1.1**) повинні виготовлятися визнаними у відповідності із **1.3.2** підприємствами. Процес виробництва сталі для поковок повинний бути схвалений Регістром. Розміри верхньої і нижньої частин злитка (катаної заготовки), що видаляються, повинні забезпечити відсутність усадочних раковин і шкідливих сегрегацій у кінцевому продукті.

3.7.1.5 Ступінь пластичної деформації (поковок) повинний бути таким, щоб після термічної обробки забезпечувалися відсутність дефектів, однорідність структури і необхідні механічні властивості.

Ступінь пластичної деформації повинна бути розрахована, виходячи із поперечного перерізу виливка.

Якщо виливок первісно осаджувався, то можна враховувати ступінь пластичної деформації заготовки, досягнутої у процесі проведення такої операції.

Якщо не оговорене і окремо не погоджене інше, то ступінь пластичної деформації повинна відповідати:

для поковок, виготовлених із злитка або із бlyма або заготовки іншої форми із установки безперервного розливання, — 3:1 якщо $L > D$ і 1,5:1 якщо $L \leq D$;

для поковок, виготовлених із прокату, — 4:1 якщо $L > D$ і 2:1 якщо $L \leq D$;

для поковок, виготовлених із осаджених злитків, за ступінь обтиснення приймається пластична деформація, досягнута у процесі операції осадження, якщо довжина після цієї операції не перевищує однієї третини від первісної довжини, або 1,5:1, якщо довжина після операції осадження не перевищує однієї другої від первісної довжини;

для прутків — 6:1,

де L і D — довжина і діаметр, відповідно, поковки чи її частини.

3.7.1.6 Для колінчастих валів, коли потрібно, щоб напрямок волокон був найбільше сприятливим для сприйняття навантажень, технологічний процес пластичної обробки підлягає погодженню із Регістром.

3.7.1.7 Якщо не погоджено інше, газове різання, вогневе зачищення або дугове поверхневе стругання повинні виконуватися до остаточної термічної обробки. Під час виконання цих операцій залежно від хімічного складу сталі і/або товщини може бути потрібний попередній підігрів.

Для деяких деталей або частин заготовок, до яких були застосовані методи вогневої обробки, у наслідку може вимагатися виконання механічної обробки.

3.7.1.8 Якщо при виготовленні кованих деталей складної форми передбачається зварювання двох чи більше поковок, хімічний склад сталі і технологія зварювання повинні бути погоджені із Регістром; при цьому може виникнути необхідність проведення технологічних випробувань зварних з'єднань.

3.7.2 Хімічний склад.

3.7.2.1 Хімічний склад сталі для поковок установлюється для конкретного типу сталі залежно від необхідних механічних і спеціальних властивостей.

Поковки повинні виготовлятися із спокійної сталі.

3.7.2.2 Хімічний склад для кожної плавки визначається виготовлювачем на пробі, яка повинна добиратися у процесі її розливання.

Якщо для виготовлення поковок використовується змішувальний ковш, у який зливаються плавки, хімічний склад визначається по ковшовій пробі.

3.7.2.3 Хімічний склад повинний відповідати табл. 3.7.2.3-1 (для корпусних поковок) і табл. 3.7.2.3-2 (для поковок суднового машинобудування) або погоджений із Регістром специфікації.

3.7.2.4 Якщо не погоджене інше, за розсудом виробника додатково можуть бути додані елементи, які подрібнюють зерно, такі, як алюміній, ніобій або ванадій. Їх вміст указується при наданні результатів хімічного аналізу.

3.7.2.5 Елементи, що розглядаються, як залишкові, не повинні бути присутні у сталі у великій кількості. Їх вміст указується при наданні результатів хімічного аналізу.

Таблиця 3.7.2.3-1¹

Тип сталі	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu ⁴	Загальний вміст залишкових елементів
Вуглецеві, вуглецево-марганцеві	0,23 ^{2,3}	0,45	0,3-1,5	0,035	0,035	0,30 ⁴	0,15 ⁴	0,40 ⁴	0,30	0,85
Легована ⁵	—	0,45	—	0,035	0,035	—	—	—	0,30	—

¹ У таблиці наведені максимальні значення масової частки (%) елементів, за винятком випадку, коли указуються межі вмісту елемента.

² Вміст вуглецю може бути збільшений за умови, що вуглецевий еквівалент ($C_{скв}$) не перевищує 0,41% і обчислюється за формулою:

$$C_{скв} (\%) = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V) / 5 + (Ni + V) / 15.$$

³ Вміст вуглецю у вуглецевій і вуглецево-марганцевій сталі, якщо вони не призначені для конструкцій, що зварюються, може досягати 0,65%,.

⁴ Елемент розглядається як залишковий.

⁵ Вміст C, Mn, Cr, Mo, Ni і загальний вміст залишкових елементів повинні указуватися у специфікації, яка надається на погодження.

Примітка: Поковки валів і балерів руля повинні бути виготовлені із сталі, яка зварюється.

Таблиця 3.7.2.3-2¹

Тип сталі	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu ⁴	Загальний вміст залишкових елементів
Вуглецеві, вуглецево-марганцеві	0,65 ²	0,45	0,3-1,5	0,035	0,035	0,30 ³	0,15 ³	0,40 ³	0,30	0,85
Легована ⁴	0,45	0,45	0,3-1,0	0,035	0,035	Min 0,40 ⁵	Min 0,15 ⁵	Min 0,40 ⁵	0,30	—

¹ У таблиці наведені максимальні значення масової частки (%) елементів, за винятком випадку, коли указуються межі вмісту елемента або указано на його мінімальний вміст.

² Максимальний вміст вуглецю повинний бути зменшений до 0,23, якщо поковка призначена для конструкції, що зварюється. За умови, що вуглецевий еквівалент ($C_{скв}$) не перевищує 0,41% і обчислюється за формулою $C_{скв} (\%) = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V) / 5 + (Ni + V) / 15$, вміст вуглецю може бути вище наведеного рівня.

³ Елемент розглядається як залишковий.

⁴ Якщо легована сталь представляється для застосування у конструкціях, що зварюються, вміст елементів повинний указуватися у специфікації, яка надається на погодження.

⁵ Вміст одного чи більше із указаних елементів повинний відповідати наведеному мінімуму.

Таблиця 3.7.3.1-1 Механічні властивості сталевих поковок, призначених для суднобудування

Тип сталі	Тимчасовий опір R_m , min, МПа	Границя плинності R_{e1} , min, МПа	Відносне подовження A_5 , min, %		Відносне звуження Z , min, %	
			Уздовж	Поперек	Уздовж	Поперек
Вуглецеві, вуглецево- марганцеві	400	200	26	19	50	35
	440	220	24	18	50	35
	480	240	22	16	45	30
	520	260	21	15	45	30
	560	280	20	14	40	27
	600	300	18	13	40	27
Легована	550	350	20	14	50	35
	600	400	18	13	50	35
	650	450	17	12	50	35
Примітка: Отримані при випробуванні значення тимчасового опору не повинні перевищувати установлені більше ніж на : 120МПа якщо $R_m < 600$ МПа; 150МПа якщо $R_m \geq 600$ МПа.						

3.7.3 Механічні властивості.

3.7.3.1 Мінімальні значення границі плинності, відносного подовження і відносного звуження, відповідні різним рівням міцності металу, що вимагаються Регістром, наведені у табл. 3.7.3.1-1 і 3.7.3.1-2.

При використанні сталі із нормованим проміжним мінімальним значенням границі плинності, мінімальні значення інших регламентованих таблицями характеристик, що вимагаються Регістром, можуть бути установлені лінійною інтерполяцією.

Можуть також використовуватися поковки, властивості металу яких установлюються визнаними Регістром стандартами

Таблиця 3.7.3.1-2 Механічні властивості сталевих поковок, призначених для суднового машинобудування¹

Тип сталі	Тимчасовий ² опір R_m , min, МПа	Границя плинності і R_{e1} , min, МПа	Відносне подовження A_5 , min, %		Відносне звуження Z , min, %		Твердість ³ НВ
			Уздовж	Поперек	Уздовж	Поперек	
Вуглецеві, вуглецево- марганцеві	400	200	26	19	50	35	110—150
	440	220	24	18	50	35	125—160
	480	240	22	16	45	30	135—175
	520	260	21	15	45	30	150—185
	560	280	20	14	40	27	160—200
	600	300	18	13	40	27	175—215
	640	320	17	12	40	27	185—230
	680	340	16	12	35	24	200—240
	720	360	15	11	35	24	210—250
	760	380	14	10	35	24	225—265
Легована сталь	600	360	18	14	50	35	175—215
	700	420	16	12	45	30	205—245
	800	480	14	10	40	27	235—275
	900	630	13	9	40	27	260—320
	1000	700	12	8	35	24	290—365
	1100	770	11	7	35	24	320—385

¹ Для поковок гребних валів, за винятком суден із льодовим підсиленнями категорій **Ice1** та **Ice 2**, випробування на ударний згин для усіх сталей повинні виконуватися при температурі мінус 10°C із мінімальною, що вимагається, середньою величиною роботи удару (KV) 27 Дж (поздовжній зразок). Не більше ніж на одному зразку із трьох допускається отримання результату на 30% нижче ніж вимагається.

² Додатково можуть установлюватися наступні обмеження отримані при випробуваннях значення тимчасового опору не повинні перевищувати установлені більше ніж на:

150МПа якщо $R_m < 900$ МПа;

200МПа якщо $R_m \geq 900$ МПа.

³ Значення твердості приводяться для інформації.

3.7.3.2 Регістр може вимагати визначення твердості:

.1 для поковок зубчастих коліс після завершення термічної обробки, але перед механічною обробкою зубців.

Твердість визначається у чотирьох місцях, розташованих на рівній відстані по окружності, де ймовірно будуть розміщатися зубці.

Якщо остаточний діаметр поковки із зубчастою частиною перевищує 2,5м, твердість визначається у вісьмох місцях, обраних згідно указаному вище принципу.

Якщо ширина поковки зубчастого колеса перевищує 1,25м, то твердість визначається також у вісьмох місцях, на кожному із кінців поковки.

.2 для невеликих поковок колінчастих валів і зубчастих коліс, які випробовувалися партіями.

Твердість у цьому випадку визначається для кожної поковки.

Результати визначення твердості поковок повинні надаватися представникові Регістру.

У таблиці 3.7.3.1-2 наводяться, для інформації, відповідні значення твердості по Брінелю.

Визначення твердості може також вимагатися на поковках, які піддаються індукційному гартуванню, азотуванню чи цементації.

Для поковок зубчастих коліс визначення твердості повинне виконуватися після механічної обробки зубців.

Результати випробувань повинні відповідати вимогам схваленої та визнаної Регістром документації (див. **3.7.4.6**).

3.7.3.3 При незадовільних результатах випробувань повинні бути виконані повторні випробування згідно з **1.3.2.4**.

3.7.4 Термічна обробка (включаючи зміцнення і виправлення).

3.7.4.1 Усі поковки для одержання необхідних механічних властивостей і структури, а також для подрібнювання зерна повинні піддаватися термічній обробці. Режим термічної обробки установлює виробник залежно від хімічного складу сталі, призначення і розмірів поковки.

3.7.4.2 За винятком зазначеного у **3.7.5.7** і **3.7.5.8**, усі поковки повинні поставлятися у одному із наступних станів постачання:

.1 вуглецева і вуглецево-марганцева сталь:

повністю відпалена;

нормалізована;

нормалізована і відпущена;

гартована і відпущена;

.2 легована сталь:

гартована і відпущена.

Температура відпуску повинна бути не нижче 550°C.

Якщо поковки не призначені для деталей механізмів із поверхневим зміцненням, може бути допущена більша низька температура відпуску.

3.7.4.3 Поковки із легової сталі можуть поставлятися у нормалізованому і відпущеному стані.

У кожному випадку технічні вимоги до поковок повинні бути погоджені із Регістром та при необхідності підтверджені результатами контрольних випробувань.

3.7.4.4 Термічна обробка повинна виконуватися у належним чином обладнаній для цієї операції печі, обладнаній апаратурою, що реєструє. Піч повинна забезпечувати необхідну якість виконання операції і відповідний рівень контролю за процесом, незалежно від розмірів заготовки.

Методи термообробки поковок великих розмірів, у випадку відсутності необхідного обладнання, розглядаються Регістром по окремій заявці.

3.7.4.5 Якщо за тієї або іншої причини поковка після термічної обробки піддається нагріванню при наступній гарячій обробці, вона повинна бути піддана повторній термічній обробці.

3.7.4.6 Якщо поковка підлягає поверхневому зміцненню, технологія і технічні вимоги до неї повинні бути погоджені із Регістром. В Регістр надаються результати проведення випробувань для перевірки рівномірності та глибини поверхневого шару (підтвердження необхідної твердості і глибини у разі відсутності дефектів і зміни властивостей сталі).

3.7.4.7 Якщо передбачається індукційне гартування або азотування, поковка повинна бути піддана термічній обробці на відповідній стадії і по режиму, що допускає одержання згодом необхідного поверхневого зміцнення.

3.7.4.8 Якщо поковка піддається цементації, то метал також повинний бути підданий термічній обробці (як правило, повному відпалу або нормалізації і відпуску) на відповідній стадії і за режимом, що забезпечує одержання необхідного рівня механічних властивостей і зміцнення.

3.7.4.9 Якщо поковка після остаточної термічної обробки піддається локальному нагріванню або виправленню, вона повинна бути піддана термічній обробці для зняття напружень.

3.7.4.10 За вимогою Регістру повинні бути надані реєстраційні записи режимів термообробки поковок, що дозволяють ідентифікувати режими, піч, садку, час завантаження, температури та час витримки.

3.7.5 Добір проб.

3.7.5.1 Розміри проби повинні бути достатніми для проведення необхідних випробувань і можливих повторних випробувань, а площа поперечного перерізу її повинна бути не менша, ніж площа поперечного перерізу тієї частини поковки, яку проба представляє.

Крім окремо зазначеного у **3.7.6.1.10** і **3.7.6.1.13**, проби повинні відковуватися разом із поковкою. Якщо згідно **3.7.6.1.13** допускається виконання випробувань від партії поковок, добір проб може проводитися від поковки, що представляє партію або від окремо виготовленої проби.

Окремо виготовлена проба повинна мати розміри не менші від поковки, що представляє партію.

3.7.5.2 У загальному випадку із проби виготовляються один зразок для випробування на розтягування і, якщо вимагається, комплект зразків для випробування на ударний згин.

3.7.5.3 Зразки необхідно вирізати таким чином, щоб напрямок їх осей збігався із напрямком основної осі поковки (поздовжні зразки) або у тангенціальному напрямку (поперечні, тангенціальні зразки).

Якщо не оговорене інше, поздовжні зразки вирізаються наступним чином:

.1 для поковок товщиною або діаметром до 50мм осі зразків повинні збігатися із центральною віссю поковки або із центром поперечного перерізу;

.2 для поковок товщиною або діаметром більше 50мм зразки повинні вирізатися із $\frac{1}{4}$ перерізу поковки ($\frac{1}{4}$ діаметра) або на відстані 80мм від термообробленої поверхні, у залежності від того, що менше.

3.7.6 Обсяг випробувань.

3.7.6.1 Поковки пред'являються до випробувань поштучно або партіями.

За винятком окремо зазначеного у **3.7.6.13**, кількість і місця добору проб повинні бути такими:

.1 поковки для суднобудування (балерів і штирів руля тощо), а також основних деталей судового машинобудування (таких, як валопроводи, шатуни тощо):

одна проба від кінця кожної поковки у поздовжньому напрямку, за винятком випадків, коли відповідно до рис. 3.7.6.1.1-1, 3.7.6.1.1-2 і 3.7.6.1.1-3 (під відповідальність виробника) використовуються альтернативні місця і напрямки вирізання проб;

якщо поковка перевищує одночасно масу 4т і довжину 3000мм, від кожного кінця поковки добирається по одній пробі. Зазначені обмеження по довжині та масі відносяться до металу у стані «як відковано», тобто, крім металу проб;

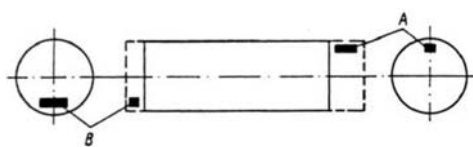


Рис.3.7.6.1.1-1

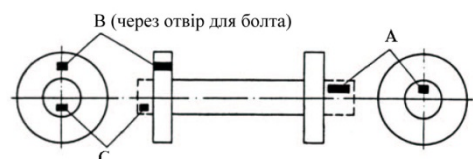


Рис.3.7.6.1.1-2

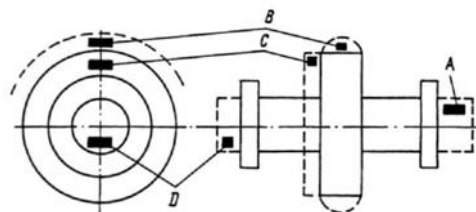


Рис.3.7.6.1.1-3

.2 поковки шестерень:

одна проба у тангенціальному напрямку від поковки, що безпосередньо прилягає до зубчастої частини, відповідно до рис. 3.7.6.1.2 (позиція B), якщо діаметр «D» зубчастої частини після останньої

механічної обробки перевищує 200мм, або, відповідно до рис. 3.7.6.1.2 (позиція C), якщо розміри не дозволяють добрати пробу відповідно до позиції B;

якщо діаметр осі шестерні рівний або менше 200мм, проба повинна добиратися у поздовжньому напрямку відповідно до рис.3.7.6.1.2 (позиція A);

якщо остаточна довжина зубчастої частини перевищує 1250мм, від кожного кінця поковки добирається по одній пробі;

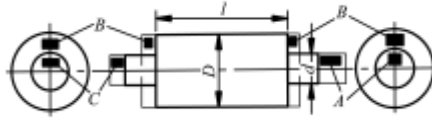


Рис.3.7.6.1.2

.3 поковки малих шестерень:

одна проба у поздовжньому напрямку відповідно до рис. 3.7.6.1.2 (позиція A), якщо діаметр зубчастої частини дорівнює або менше 200мм;

.4 поковки зубчастих коліс:

одна проба у тангенціальному напрямку відповідно до рис. 3.7.6.1.4 (позиція A або B);

.5 заготовки зубчастих коліс, виготовлені розкочуванням:

одна проба від кожної заготовки у тангенціальному напрямку відповідно до рис. 3.7.6.1.5 (позиція A або B);

якщо остаточний діаметр перевищує 2500мм або маса перевищує 3т (у термообробленому стані та крім металу проб) добираються дві проби відповідно до рис. 3.7.6.1.5 (позиції A і B);

Механічні властивості також можуть визначатися і на поздовжніх зрізах.

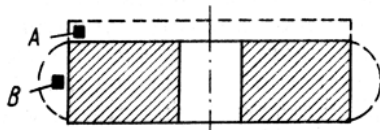


Рис.3.7.6.1.4

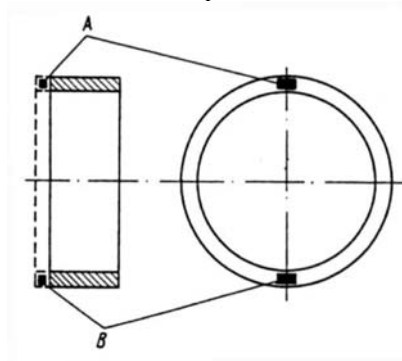


Рис.3.7.6.1.5

.6 поковки муфт, обичайок:

одна проба від кожної поковки у тангенціальному напрямку відповідно до рис. 3.7.6.1.6 (позиція A або B);

якщо остаточна довжина перевищує 1250мм, по одній пробі добирається від кожного кінця (позиції A або B);

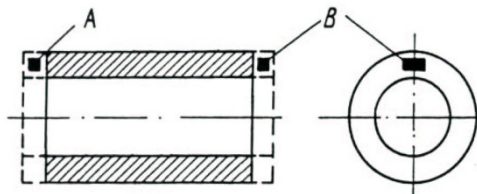


Рис.3.7.6.1.6

.7 поковки щік колінчастих валів:

одна проба від кожної поковки у тангенціальному напрямку ;

.8 суцільноковані колінчасті вали

одна проба у поздовжньому напрямку від кінця поковки із боку з'єднувальної муфти відповідно до рис. 3.7.6.1.8 (позиція A);

якщо маса поковки (у термообробленому стані та крім металу проб) перевищує 3 т, по одній пробі у поздовжньому напрямку від кожного кінця відповідно до рис. 3.7.6.1.8 (позиція A і B);

якщо коліно формується шляхом механічної обробки або газополум'яного різання, додаткова проба добирається у тангенціальному напрямку від кінця, протилежного ведучому валу

(з'єднувальної муфти), відповідно до рис. 3.7.6.1.8 (позиція С);

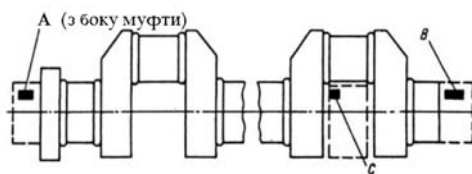


Рис.3.7.6.1.8

.9 поковки колінчастих валів та інші поковки із заданою орієнтацією волокон, що виготовляються по технології, яка потребує схвалення Регістру згідно з 3.7.1.6:

кількість і місця добору проб погоджуються у процесі схвалення відповідної технології та визнання підприємства-виробника;

.10 поковки, які потім діляться на декілька частин, що піддаються термічній обробці у одній садці:

обсяг випробувань може установлюватися як для однієї поковки, із урахуванням загальної довжини та маси первісної поковки;

.11 проби для випробувань:

за винятком пустотілих поковок або поковок, що підлягають цементації, проби для випробувань не повинні добиратися до остаточного завершення усіх установлених режимів термічної обробки;

.12 поковки, що підлягають цементації:

розмір проб повинний забезпечувати можливість проведення випробувань, попередніх після кування та остаточних після цементації.

Для цього повинна добиратися подвоєна кількість проб відповідно 3.7.6.1, за винятком випадків, коли не залежно від маси і розміру поковок, проба від поковки добирається тільки у одній позиції, а також у випадках, коли поковки із прикованою віссю вимагають добору проб у поздовжньому напрямку.

Проби після механічної обробки повинні мати діаметра $D/4$ або 60мм, у залежності від того, що менше (де D – остаточний діаметр зубчастої частини).

Для попередніх випробувань (після кування) проби піддають цементації без карбюризатора і термічній обробці, якій буде піддана поковка. Для остаточних випробувань проби, що залишилися, піддають цементації без карбюризатора і термічній обробці разом з поковками, які вони представляють.

За розсудом виробника поковок або зубчастих коліс проби більшої площі поперечного перерізу можуть бути піддані цементації або цементації без карбюризатора, проте до остаточного гартування і термічної обробки для зняття напружень вони повинні бути оброблені до необхідного діаметра.

Інші методи випробувань поковок, що підлягають цементації, підлягають погодженню із Регістром у складі документації, що представляється.

.13 представлення поковок на випробування:

партіями на випробування можуть представлятися поковки, що пройшли нормалізацію, масою до 1000кг кожна, та поковки після гартування та відпуску, кожна масою до 500кг.

Партія повинна складатися із поковок приблизно однакової конфігурації та розмірів, однієї плавки, однієї садки і загальною масою не більше 6т для нормалізованих і 3т для гартованих і відпущених поковок;

.14 представлення гарячекатаного сортового прокату на випробування:

партіями на випробування також може представлятися гарячекатаний сортовий прокат. Розмір партії визначається, виходячи із наступного:

.14.1 прокат одного злитка або катаної заготовки і однієї садки при термічній обробці прокату;

.14.2 прутки масою не більше 2,5т, одного діаметра і однієї плавки, термооброблені у одній садці;

.15 зразки і методи випробувань повинні відповідати вимогам розд.2.

Якщо не оговорене інше, випробування повинні виконуватися у присутності представника Регістра.

3.7.7 Огляд.

3.7.7.1 Поковки повинні пред'являтися представникові Регістра для візуального контролю,

включаючи, де це необхідно, огляд внутрішньої поверхні та отворів. Якщо не оговорене інше, відповідальність за підтвердження розмірів несе виробник.

Поковки не повинні мати дефектів, що перешкоджають використанню їх за призначенням.

3.7.7.2 Коли це вимагають відповідні частини Правил або схвалена Регістром технічна документація, поковки, у тому числі і ті, що підлягають зварюванню (див. **3.7.1.8**), повинні бути піддані неруйнівному контролю. Результати повинні бути надані представникові Регістра та включені у відповідний документ якості виробника на поковку або партію.

Рівень контролю та критерії оцінки повинні бути погоджені із Регістром.

3.7.7.3 Коли вимагається поверхнєве зміцнення поковок (див. **3.7.4.6**), додаткові проби можуть бути відібрані під час проведення огляду.

На цих пробах визначається відповідність твердості, форми, площі та глибини поверхнєво зміцненого шару вимогам схваленої Регістром документації.

3.7.7.4 Якщо у процесі наступної механічної обробки або випробувань виявляються дефекти, недопустимі Правилами або схваленою Регістром документацією, то поковка бракується, незважаючи на наявні супровідні документи і сертифікати.

3.7.7.5 Поверхнєві дефекти допускається видаляти зачищенням або вирубкуванням і зачищенням у межах допусків на обробку. Радіус пологого зачищення повинний складати приблизно три її глибини. Гострі виступи недопустимі.

Повнота видалення дефектів повинна перевірятися магнітопорошковим або капілярним етодами.

3.7.7.6 Можливість ремонту поковок із застосуванням зварювання, за винятком колінчастих валів, визначається схваленою Регістром документацією на поковку.

Технологія ремонту, місця його застосування, наступна термічна обробка, методика і критерії контролю для кожного випадку вносяться в окремий документ і узгоджуються з Регістром.

3.7.7.7 Виробник поковок повинний зберігати реєстраційні записи про виконаний ремонт і контроль, результати яких фіксуються на кресленні або ескізі поковки.

Відповідна інформація повинна надаватися представникові Регістра за його вимогою.

3.7.8 Ідентифікація і маркування.

3.7.8.1 Виробник поковок повинний мати систему позначення, що дозволяє ідентифікувати поковку, яка знаходиться на стадії пред'явлення Регістру, із плавкою, а на вимогу представника Регістра виробник повинний надати зафіксовані у процесі виготовлення дані процесу виготовлення конкретної поковки (партії), включаючи термообробку та ремонт.

3.7.8.2 Кожна поковка повинна мати чітко нанесені обумовленим способом у обумовленому місці штемпель або клеймо Регістра і, як мінімум, містити наступне:

найменування або позначення підприємства-виробника;

номер або інше маркування, що дозволяють ідентифікувати матеріал, що представляється, і процес його виготовлення;

категорію або марку сталі.

3.7.8.3 При виготовленні невеликих поковок у великій кількості система ідентифікації поковок може бути погоджена із Регістром окремо.

3.7.8.4 Сертифікат виробника, що представляється представникові Регістра, повинний містити наступні відомості:

найменування замовника і номер замовлення;

категорію (марку) сталі, вид поковки;

ідентифікаційний номер;

процес виплавки сталі, номер плавки і хімічний склад по ковшовій пробі;

результати механічних випробувань;

результати неруйнівного контролю, якщо було потрібно;

вид термообробки, включаючи температуру і час витримки.

3.8 СТАЛЕВІ ВИЛИВКИ

3.8.1 Загальні вимоги.

3.8.1.1 Сталеві виливки, які підлягають нагляду Регістру при виготовленні відповідно до вказівок відповідних частин Правил, повинні бути виготовлені і випробувані відповідно до викладених нижче вимог.

3.8.1.2 Ці вимоги поширюються на виливки з вуглецевої і вуглецево-марганцевої сталі, які

застосовуються в суднобудуванні і судновому машинобудуванні, призначення яких установлюється, виходячи із властивостей, що визначаються при кімнатній температурі.

3.8.1.3 Вимоги до виливків, призначених для роботи при зниженій або підвищеній температурі, а також до виливків із легованої сталі зі спеціальними властивостями (корозійна стійкість, жаростійкість, жароміцність тощо) визначаються проектантом виробу відповідно до національних/міжнародних стандартів і підлягають погодженню з Регістром. При цьому в пред'явленій Регістру на погодження документації повинні бути наведені докладні дані про хімічний склад, механічні і спеціальні властивості, термічну обробку, обсяг і методи випробувань виливків.

3.8.1.4 Якщо при виготовленні литих деталей складної форми передбачається зварювання двох або більше виливків, хімічний склад сталі і технологія зварювання повинні бути погоджені з Регістром.

3.8.1.5 Виливки повинні виготовлятися підприємствами, що визнані відповідно до вимог **1.3.1.4**, по схваленій Регістром технології.

Використання у процесі виробництва технологій поверхневого зміцнення також повинне бути погоджене з Регістром.

3.8.2 Хімічний склад.

3.8.2.1 Хімічний склад сталі для виливків установлюється для конкретного типу сталі залежно від необхідних механічних і спеціальних властивостей. Виливки повинні виготовлятися із спокійної сталі.

3.8.2.2 Хімічний склад вуглецевої і вуглецево-марганцевої сталі повинний відповідати вимогам табл. 3.8.2.2 і/або погодженої із Регістром документації (специфікаціям, стандартам, технічним умовам тощо).

3.8.2.3 Якщо не зазначене інше, елементи, що подрібнюють зерно, можуть застосовуватися на розсуд виробника. Вміст цих елементів вказується у аналізі ковшової проби.

3.8.3 Механічні властивості.

3.8.3.1 Механічні властивості виливків повинні відповідати табл. 3.8.3.1 і/чи схваленій Регістром документації.

У табл. 3.8.3.1 наведені мінімальні значення границі плинності, відносного подовження і відносного звуження, установлені залежно від необхідного рівня значень тимчасового опору сталевих виливків.

Таблиця 3.8.2.2. Хімічний склад вуглецевої і вуглецево-марганцевої сталі

Тип сталі	Тип конструкції	C, max %	Si, max %	Mn, max %	S, max %	P, max %	Залишкові елементи, max %				Загальне число залишкових елементів, max %
							Cu	Cr	Ni	Mo	
Вуглецеві, вуглецево-марганцеві	Не зварні	0,40	0,60	0,50-1,60	0,040	0,040	0,30	0,30	0,40	0,15	0,80
	Зварні	0,23	0,60	1,60	0,040	0,040	0,30	0,30	0,40	0,15	0,80

Таблиця 3.8.3.1 Механічні властивості виливків

Тимчасовий опір R_m , МПа min	Границя плинності R_{eH} або $R_{p0,2}$, МПа	Відносне подовження A_5 , %	Відносне звуження Z , %
400	200	25	40
440	220	22	30
480	240	20	27
520	260	18	25
560	300	15	20
600	320	13	20

Примітки:

1. Допускається мінімальне значення границі плинності 250МПа.

2. Для проміжних значень тимчасового опору мінімальні значення границі плинності, відносного подовження і відносного звуження установлюються із використанням лінійної інтерполяції.

3.8.3.2 При незадовільних результатах випробувань на розтягування повинні бути виконані повторні випробування згідно з **3.8.6.4**.

3.8.4 Термічна обробка.

3.8.4.1 Виливки повинні піддаватися термічній обробці для одержання необхідних механічних властивостей і структури. Режим термічної обробки встановлює виробник залежно від хімічного складу, призначення і форми виливка у разі дотримання таких умов:

температура відпуску повинна бути не нижче 500°C;

термічна обробка для зняття напружень деталей, для яких сталість розмірів і відсутність внутрішніх напружень мають велике значення (наприклад, колінчасті вали, фундаментні рами тощо), повинна проводитися при температурі не нижче 550°C, після чого виливки повинні охолоджуватися з піччю до температури 300°C або нижче;

якщо після термічної обробки виливок піддається нагріванню або правці може виникнути необхідність проведення термічної обробки для зняття напружень.

3.8.4.2 Як правило, виливки поставляються в наступних станах:

цілком відпаленими,

після нормалізації,

після нормалізації і відпуску,

після гартування і відпуску.

Усі необхідні дані по процесу термообробки, включаючи режими і відповідні показання приладів, повинні представлятися представнику Регістра на його вимогу.

3.8.4.3 У випадку, якщо виливок після проведення остаточної термообробки піддається місцевому нагріванню чи операціям, що створюють додаткові напруження, може бути виставлена вимога щодо проведення термообробки для зняття залишкових напружень.

3.8.5 Добір проб.

3.8.5.1 Проби можуть бути добрані безпосередньо від виливка або прилиті до нього. Товщина проб повинна бути не менше 30мм.

Допускається застосування окремо відлитих проб, при цьому розміри проби повинні відповідати розмірам виливків.

3.8.5.2 Якщо від виливка передбачається добір двох або більше проб, місця проб повинні розташовуватися на максимально можливій відстані одне від одного.

3.8.5.3 Проби повинні піддаватися термічній обробці разом із виливками, які вони представляють.

3.8.5.4 Розмір проб повинний забезпечувати виконання випробувань, у тому числі повторних, якщо це буде потрібно. Усі проби повинні бути ідентифіковані.

3.8.6 Обсяг випробувань.

3.8.6.1 Від кожного виливка повинні бути відібрані не менше однієї проби. Якщо для одного виливка використовується метал декількох плавок (без перемішування), то кількість проб прирівнюється до числа ковшів, при цьому повинна виконуватися умова **3.8.5.2**.

Якщо маса виливка у очищеному стані більша 10т або виливок має складну форму, повинно бути відібрано не менше двох проб.

3.8.6.2 Допускається випробування виливків партіями. Партія може складатися з виливків однієї плавки, приблизно одних розмірів і форми, термічно оброблених в одній садці і загальною масою, що рівна чи менше 1000кг.

Таку партію може представляти один із виливків, який розглядають як пробу, чи окремо відлита проба, розміри якої повинні відповідати виливкам партії.

3.8.6.3 Якщо не обумовлене інше, із кожної проби повинний бути виготовлений, як мінімум, зразок на розтягування.

Виготовлення зразків і випробування повинні виконуватися відповідно до вимог розд. 2. Якщо не обумовлене інше, випробування повинні проводитися у присутності представника Регістра.

3.8.6.4 У випадку незадовільних випробувань на розтягування, випробування повторюються на двох додаткових зразках, переважно вирізаних із тієї ж проби. Якщо вирізка додаткових зразків з використовуваної раніше проби неможлива, то допускається виготовлення цих зразків з іншої проби або відливка.

У випадку задовільних результатів випробувань на двох додаткових зразках, виливок і партія, якщо виливок її представляє, приймаються.

Якщо хоча б на одному зразку із двох додаткових результат незадовільний, представлений виливок бракується. Проте, інші напівфабрикати партії можуть бути прийняті Регістром за умови, що позитивні результати випробувань будуть отримані на двох інших виливках від цієї ж партії. Якщо на одному із двох додатково добраних виливків будуть отримані незадовільні результати, бракується вся партія.

За розсудом виробника забраковані партія чи виливок можуть бути представлені до випробувань повторно на тих же умовах після проведення повторної термічної обробки.

3.8.6.5 Якщо у інших частинах Правил є відповідні вказівки, виливки підлягають додатковим випробуванням, таким, наприклад, як випробування тиском.

Якщо після завершення усіх випробувань при машинній обробці виливків або у результаті будь-яких конструкційних випробувань, виявляється дефект, що перешкоджає застосуванню виливка за призначенням, то виливок бракується, незалежно від наявності відповідних сертифікатів.

3.8.7 Огляд.

3.8.7.1 Виливки повинні пред'являтися до огляду і контрольних випробувань очищеними, з видаленими ливниками, прибутками, рубчиками тощо.

Виливки не повинні мати дефектів, що негативно впливають на застосування їх за призначенням.

Якщо не обумовлене інше, відповідальність за виконання вимог по розмірах виливків лежить на виробникові виливків.

3.8.7.2 За наявності відповідних вимог у інших частинах Правил або за вказівкою представника Регістру виливки повинні піддаватися неруйнівному контролю.

Методика контролю і допустимі норми дефектів повинні відповідати вимогам погодженої Регістром технічної документації.

3.8.7.3 Поверхневі дефекти, розташовані у границях припусків на обробку, можуть бути видалені механічною обробкою.

3.8.7.4 Допускається виправлення дефектів зварюванням відповідно до **2.6.3** частини XIV «Зварювання».

3.8.7.5 Розміри, кількість дефектів, що допускаються без виправлення чи з виправленнями, ustanovlyuється виробником і погоджуються із замовником

Технологія виконання ремонту і наступного контролю, включаючи, якщо необхідно, зварювання, підлягає погодженню із Регістром. Усі роботи повинні виконуватися кваліфікованим персоналом.

Ремонт зварюванням повинний виконуватися із використанням визнаних Регістром зварювальних матеріалів, що забезпечують властивості наплавленого металу не нижче властивостей металу виливка.

Після проведення ремонту зварюванням виливки повинні бути піддані термообробці для зняття залишкових напружень при температурі не нижче 550°C. Вид і режим термообробки залежить від характеру та обсягів виконаних ремонтних робіт, а також від матеріалу і розмірів виливків. Відмова від виконання зазначеної вище термообробки після зварювання, як правило, прийнятна для малих обсягів ремонту.

3.8.7.6 Після завершення ремонту виливків зварюванням повинний бути здійснений магнітопорошковий чи капілярний контроль. Додатковий ультразвуковий контроль чи радіографічний контроль може вимагатися у залежності від природи і розмірів виявлених поверхневих дефектів.

Критерії здійснюваного контролю також підлягають погодженню із Регістром.

3.8.7.7 Усі ремонтні роботи і їх результати повинні бути задокументовані і доступні для представників Регістра.

3.8.8 Маркування і документи.

3.8.8.1 Виробник виливків повинний мати систему позначення, що дозволяє ідентифікувати виливок, що знаходиться на стадії пред'явлення Регістру, із плавкою, а на вимогу представника Регістра виробник повинний надати зафіксовані у процесі виготовлення дані процесу виготовлення конкретного виливка (партії), включаючи термообробку та ремонт.

3.8.8.2 Кожний виливок повинний мати чітко нанесені обумовленим способом у обумовленому місці штемпель або тавро Регістра і, як мінімум, містити наступне:

найменування або позначення підприємства-виробника;

номер або інше маркування, що дозволяють ідентифікувати матеріал, що представляється, і процес його виготовлення;

категорію або марку сталі.

3.8.8.3 При виготовленні невеликих виливків у великій кількості система ідентифікації виливків може бути погоджена із Регістром окремо.

3.8.8.4 Сертифікат виробника, який представляється представникові Регістра, повинний містити наступні відомості:

- найменування замовника і номер замовлення;
- категорію (марку) сталі, вид виливка;
- ідентифікаційний номер;
- процес виплавки сталі, номер плавки і хімічний склад по ковшовій пробі;
- результати механічних випробувань;
- результати неруйнівного контролю, якщо було потрібно;
- вид термообробки, включаючи температуру і час витримки.

3.9 ВИЛИВКИ З ЧАВУНУ З КУЛЯСТИМ ГРАФІТОМ

3.9.1 Загальні вимоги.

3.9.1.1 Виливки з чавуну з кулястим графітом, які підлягають нагляду Регістру у процесі виготовлення відповідно до вказівок відповідних частин Правил, повинні бути виготовлені і випробувані відповідно до викладених нижче вимог.

При виконанні зазначеного у **3.1.2**, виливки можуть виготовлятися за національними стандартами або специфікаціями підприємств.

3.9.1.2 Ці вимоги поширюються на виливки з чавуну з кулястим графітом, призначені для суднобудування і судового машинобудування, призначення яких установлюється виходячи з властивостей, визначених при кімнатній температурі.

3.9.1.3 Вимоги до виливків, призначених для роботи при зниженій або підвищеній температурі, підлягають погодженню у складі документації, що представляється. При цьому Регістру повинні бути надані докладні дані про хімічний склад, механічні і спеціальні властивості, термічну обробку, обсяг і методи випробувань.

3.9.1.4 При сталому виробництві однорідних виливків можуть бути допущені інші методи та обсяг випробувань за умови підтвердження стабільності технологічних процесів і якості виливків.

3.9.1.5 Для відокремлення прибутку і зачищення виливків можуть використовуватися необхідні механічні методи обробки металу.

Методи, що термічно впливають на якість виливка, недопустимі, за винятком їх застосування як попередніх перед механічною обробкою.

3.9.1.6 У завершеному виді виливки не повинні мати дефектів, що негативно впливають на їх застосування, і повинні цілком відповідати схваленій документації на постачання.

3.9.2 Хімічний склад.

3.9.2.1 Хімічний склад установлюється виробником залежно від необхідних механічних властивостей виливків.

Якщо не обумовлене інше, повинний указуватися хімічний склад ковшової проби.

3.9.3 Механічні властивості.

3.9.3.1 Механічні властивості виливків повинні задовольняти вимоги табл. 3.9.3.1.

При випробуванні матеріалу виливків на розтягування визначаються тимчасовий опір і відносне подовження.

Необхідний мінімальний тимчасовий опір під дією розтягування встановлюється погодженою технічною документацією на виливок, але у будь-якому випадку він повинний відповідати мінімальним границям, згідно табл. 3.9.3.1.

Повинні виконуватися також додаткові вимоги відповідних частин Правил.

При незадовільних результатах механічних випробувань повинні бути проведені повторні випробування.

3.9.3.2 Якщо вимагається проведення випробувань на ударний згин, норми і тип зразка повинні бути погоджені із Регістром.

3.9.3.3 Кількість кулястого графіту у мікроструктурі виливків повинна становити не менше ніж 90%. Наявність графіту пластинчастої форми не допускається.

3.9.4 Термічна обробка.

3.9.4.1 Виливки поставляють у литому або термічно обробленому стані.

Необхідність термічної обробки та її режим установлює виробник залежно від хімічного складу,

призначення і форми виливка. До механічної обробки повинна проводитися термічна обробка для зняття напружень, якій може передувати термічна обробка для поліпшення структури.

Виливки особливої якості з тимчасовим опором 350 і 400 МПа і відповідною необхідною величиною роботи удару повинні піддаватися феритизуючій термічній обробці.

Таблиця 3.9.3.1. Механічні властивості і структура чавуну із кулястим графітом

Тимчасовий опір ¹ <i>R_m</i> , МПа min		Умовна границя плинності <i>R_{p0,2}</i> , МПа, min	Відносне подовження <i>A₅</i> , %, min	Твердість НВ	Робота удару		Структура ⁴
					Температура випробувань, °C	<i>KV</i> ² , Дж, min	
Нормальна якість	370	230	17	120...180	—	—	Ферит
	400	250	15	140...200	—	—	Ферит
	500	320	7	170...240	—	—	Ферит/перліт
	600	370	3	190...270	—	—	Ферит/перліт
	700	420	2	230...300	—	—	Перліт
	800	480	2	250...350	—	—	Перліт або струк- тура відпуску
Особлива якість	350	220	22 ³	110...170	+20	17(14)	Ферит
	450	250	18 ³	140...200	+20	14(11)	Ферит

¹ Для проміжних значень тимчасового опору мінімальні значення відносного подовження і границі плинності можуть бути встановлені лінійною інтерполяцією.

² Наведена середня величина роботи удару при виконанні випробувань на трьох зразках з V-подібним надрізом. Допускається зниження величини роботи удару на одному із трьох зразків порівнянно із наведеною, але не нижче ніж вказано в дужках.

³ Під час проведення випробувань на розтягування на зразках із прилитих проб граничні значення відносного подовження можуть бути знижені на 2% від наведених.

⁴ Дані до відома

3.9.4.2 Якщо потрібне місцеве поверхневе зміцнення, метод і технічні вимоги повинні бути надані Регістру на розгляд.

3.9.5 Добір проб.

3.9.5.1 Проби можуть бути прилиті до виливка або відлиті окремо. Окремо відлиті проби повинні мати розміри відповідно до рис. 3.9.5.1-1, 3.9.5.1-2 і 3.9.5.1-3; при цьому довжина проби l вибирається залежно від типу машини для випробування на розтягування.

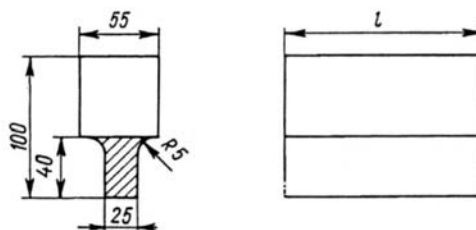


Рис. 3.9.5.1-1 Стандартний зразок і альтернативні зразки розмірами:

Розміри, мм			
Стандартний зразок*	Альтернативні зразки**		
25	12	50	75
55	40	90	125
40	30	60	65
100	80	150	165

* - розміри стандартного зразка, зазначені на рис.3.9.5

** - розміри, альтернативні відповідним розмірам стандартного зразка.

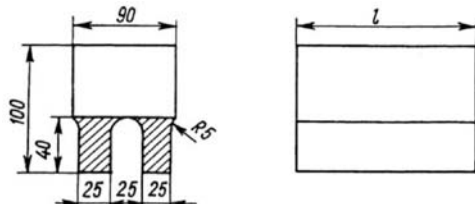


Рис.3.9.5.1-2 Стандартний зразок

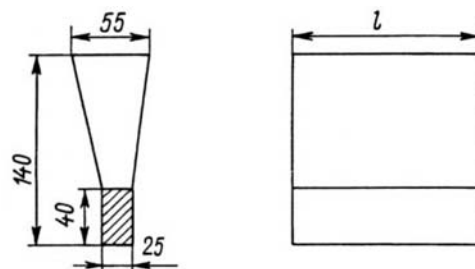


Рис.3.9.5.1-3 Стандартний зразок і альтернативні зразки розмірами:

Розміри, мм			
Стандартний зразок*	Альтернативні зразки**		
25	12	50	75
55	40	90	125
40	30	50	65
140	135	150	175

*- розміри стандартного зразка, зазначені на рис. 3.9.5.1-3.

** - розміри, альтернативні відповідним розмірам стандартного зразка.

Проби можуть мати інші розміри або добиратися безпосередньо від одного із виливків партії.

Товщина ливарної форми для стандартного зразка повинна бути не менше 40мм, а для альтернативних зразків, відповідно, не менше 40, 60 і 80мм.

Окремо відлиті проби повинні відливатися у форми, виготовлені із матеріалу, аналогічного матеріалу форм для виливків, і витягатися із форм при температурі металу проби не вище 500°C.

3.9.5.2 У разі постачання виливків у термічно обробленому стані проби повинні піддаватися термічній обробці разом із виливками даної партії.

3.9.5.3 Як проби для металографічного дослідження можуть застосовуватися частини зразка для випробування на розтягування або окремо відлита проба за умови добору проб у кінці розливу ковша.

3.9.6 Обсяг випробувань.

3.9.6.1 Від кожного виливка повинно бути добрано не менше однієї проби.

Якщо для одного виливка використовується метал з кількох ковшів, по одній пробі повинно бути добрано від кожного ковша.

3.9.6.2 Виливки, маса яких в очищеному стані 1т і менше, можуть випробовуватися партіями.

Партія повинна складатися з виливків приблизно однакової форми і розмірів, відлитих із металу одного ковша. По одній окремо відлитій пробі повинно бути добрано для кожних 2т очищених виливків однієї партії.

3.9.6.3 З кожної проби повинний бути виготовлений, як мінімум, один зразок для випробування на розтягування згідно з 2.2.2.3 і, якщо це потрібно, комплект зразків для випробування на ударний згин із V-подібним надрізом згідно з 2.2.3.1.

3.9.6.4 Якщо виливки підлягають випробуванню на щільність тиском, у технічній документації повинний бути зазначений робочий і пробний тиск.

3.9.7 Огляд.

3.9.7.1 Виливки повинні пред'являтися до огляду і контрольних випробувань очищеними, з видаленими ливниками, прибутками тощо.

Виливки не повинні мати дефектів, що негативно впливають на застосування їх за призначенням. Виправлення дефектів зварюванням, як правило, не допускається. Поверхневі дефекти за погодженням із Регістром можуть бути видалені зачищенням. У разі сумнівів у відсутності внутрішніх дефектів виливки можуть бути піддані неруйнівному контролю.

Колінчасті вали повинні підлягати магнітопорошковому контролю і металографічному

дослідженню.

3.9.8 Маркування і документи.

3.9.8.1 Маркування, ідентифікація та документи, що видаються, виливків з чавуну з кулястим графітом повинні відповідати вимогам **3.8.8**.

3.10 ВИЛИВКИ ІЗ СІРОГО ЧАВУНУ

3.10.1 Загальні вимоги.

3.10.1.1 Виливки із сірого чавуну, які підлягають нагляду Регістру при виготовленні згідно із указівками відповідних частин Правил, повинні бути виготовлені і випробувані відповідно до викладених нижче вимог.

3.10.1.2 Ці вимоги поширюються на виливки з сірого чавуну, призначені для суднобудування і суднового машинобудування.

3.10.1.3 У ході постійного виробництва однорідних виливків можуть бути допущені інші методи та обсяг випробувань, при цьому Регістру мають бути надані дані, що підтверджують стабільність існуючої на підприємстві технології і якості виливків.

3.10.1.4 При виконанні викладеного у **3.1.2**, виливки можуть виготовлятися за національними стандартами і специфікаціями підприємств.

3.10.1.5 Виливки, які підлягають нагляду Регістру і виготовляються серійно повинні виготовлятися на підприємствах, визнаних Регістром, як зазначено у **1.3.1.4**.

3.10.2 Хімічний склад.

3.10.2.1 Хімічний склад встановлюється виробником залежно від необхідних механічних властивостей виливків.

Якщо не обумовлене інше, повинний вказуватися хімічний склад ковшової проби.

3.10.3 Механічні властивості.

3.10.3.1 Під час випробування матеріалу виливків на розтягування (відповідно до **2.2.2.4**) визначається тимчасовий опір.

Необхідний мінімальний тимчасовий опір встановлюється технічною документацією на виливок, але в будь-якому випадку повинний бути не менше ніж 200МПа; при цьому повинні виконуватися додаткові вимоги відповідних частин Правил.

При незадовільних результатах механічних випробувань повторні випробування виконуються відповідно із вимогами **1.3.4.2**.

3.10.4 Термічна обробка.

3.10.4.1 Виливки поставляються в литому або термічно обробленому стані.

Необхідність термічної обробки і її режим встановлює виробник залежно від хімічного складу, призначення і форми виливка.

До механічної обробки повинна проводитися термічна обробка для зняття напружень, якій може передувати термічна обробка для поліпшення структури.

3.10.5 Добір проб.

3.10.5.1 Якщо інше не погоджене між виробником та споживачем окремо, відлиті проби повинні бути у формі стрижнів діаметром D рівним 30мм відповідної довжини.

Метал цих проб повинний належати до тієї ж плавки і заливатися у форми, виготовлені із матеріалу, аналогічного матеріалу форм для виливків, які представляються.

Виливки повинні витягатися із форм при температурі металу проби не вище 500°C.

Коли дві або більше проби одночасно заливаються в одну форму, діаметр стрижнів D повинний бути не менше 50мм і вони повинні розташовуватися відносно один одного відповідно до зазначеного на рис. 3.10.5.1 (розміри наведені у мм).

Проби можуть мати інші розміри, бути прилиті або добиратися безпосередньо від виливків.

Прилиті проби звичайно можуть бути використані, коли товщина стінки виливка перевищує 20мм по товщині, і його маса перевищує 200кг. При цьому тип і місце розміщення проби повинні забезпечувати приблизно рівні з основним виливком умови охолодження і підлягають погодженню виготівника із замовником.

3.10.5.2 При постачанні виливків у термічно обробленому стані проби повинні піддаватися термічній обробці разом із виливками даної партії.

3.10.5.3 З кожної проби повинний бути виготовлений зразок для випробування на розтягування.

3.10.6 Обсяг випробувань.

3.10.6.1 Від кожного виливка повинно бути відібрано не менше однієї проби.

Якщо для одного виливка використовується метал із кількох ковшів, то по одній пробі повинно бути добрано від кожного ковша.

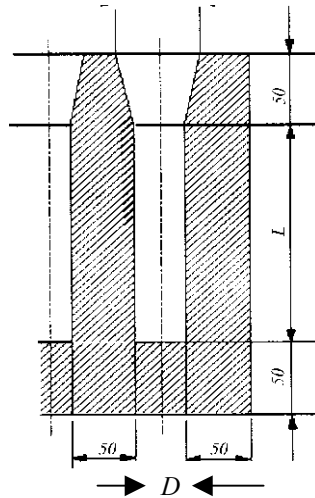


Рис.3.10.5.1

3.10.6.2 Партія повинна складатися з виливків приблизно однакової форми і розмірів, відлитих із металу одного ковша. Розмір партії за масою не повинний звичайно перевищувати 2т очищених виливків; окремі виливки, за масою рівні або що перевищують 2т, також складають одну партію.

При безупинному розливанні чавуну однієї і тієї ж марки та у великих кількостях, маса партії може бути обмежена металом, розлитим протягом двох годин.

Об'єм партії і кількість проб, що добираються, підлягають погодженню із Регістром.

3.10.6.3 Якщо виливки повинні піддаватися випробуванню на щільність тиском, у технічній документації повинний бути зазначений робочий і пробний тиск.

3.10.7 Огляд.

3.10.7.1 Виливки повинні пред'являтися до огляду і контрольних випробувань очищеними, з видаленими ливниками, прибутками тощо.

Виливки не повинні мати дефектів, що негативно впливають на застосування їх за призначенням. Виправлення дефектів зварюванням, як правило, не допускається. Поверхневі дефекти за погодженням із Регістром можуть бути видалені місцевим зачищенням. У разі сумнівів у відсутності внутрішніх дефектів виливки повинні бути піддані нерунівному контролю.

3.10.8 Маркування і документи.

3.10.8.1 Маркування, ідентифікація та документи, що видаються, виливків із сірого чавуну повинні відповідати вимогам **3.8.8**.

3.11 КОВКИЙ ЧАВУН

3.11.1 Загальні вимоги.

Ковкий чавун може застосовуватися для виготовлення виробів суднобудування і суднового машинобудування, що підлягають нагляду Регістру та працюють при температурі не вище 300°C і робочому тиску не більше 2МПа.

3.11.2 Виливки із ковкого чавуну, повинні виготовлятися згідно національними і міжнародними стандартами або специфікаціями підприємств. При серійному типі виробництва виливок підприємства-виробники мають бути визнані Регістром відповідно до **1.1.4** та **1.3.1.4**.

3.11.3 Хімічний склад і механічні властивості.

Хімічний склад, механічні властивості і обсяг випробувань виливків із ковкого чавуну, повинні задовольняти вимогам погодженою із Регістром документацією.

3.11.4 Маркування і документи.

Маркування, ідентифікація та документи, що видаються, виливків із ковкого чавуну повинні відповідати вимогам **3.8.8**.

3.12 СТАЛІ ВИЛИВКИ ДЛЯ ГРЕБНИХ ГВИНТІВ

3.12.1 Загальні вимоги.

3.12.1.1 Вимоги даного підрозділу поширюються на сталеві виливки суцільнолитих гребних гвинтів, лопатей і маточин при їх виготовленні. За наявності відповідних вказівок в погодженій з Регістром документації ці вимоги можуть також застосовуватися при ремонті гребних гвинтів, пошкоджених у процесі експлуатації.

Застосування сталі, що відрізняється за хімічним складом, механічними властивостями або термічною обробкою, допускається за стандартами, специфікаціями або іншими технічними вимогами, використання яких погоджене з Регістром.

3.12.1.2 Виливки гребних гвинтів повинні виготовлятися визнаними Регістром відповідно до **1.1.4** і **1.3.1.4** виробництвами. До заявки на матеріал повинні прикладатися специфікації на матеріал, опис технологічного процесу, ремонту і контролю.

3.12.1.3 Випробування при визнанні виробництва проводяться відповідно до **1.3.5** за погодженою із Регістром програмою огляду і випробувань. Метою випробувань є підтвердження відповідності якості матеріалу виливків, цим вимогам.

3.12.1.4 Ливарне виробництво повинне мати належним чином обладнану лабораторію, укомплектовану досвідченим кваліфікованим персоналом. Лабораторія повинна мати все необхідне для проведення неруйнівного контролю. Якщо лабораторія не має у своєму розпорядженні перелічені можливості для проведення випробувань і контролю, Регістрові представляються дані про незалежну лабораторію. Лабораторія повинна бути визнана компетентним національним органом і/або Регістром.

3.12.2 Хімічний склад.

Хімічний склад сталі для гребних гвинтів повинний відповідати вимогам табл. 3.12.2.

Сплави в таблиці підрозділяються на чотири основні групи.

Таблиця 3.12.2. Хімічний склад сталі для виливків гвинтів ¹

Клас і тип сталі	C, %, max	Mn, %, max	Cr, %	Mo, %, max	Ni, %
Мартенситний (12Cr1Ni)	0,15	2,0	11,5–17,0	0,5	Max 2,0
Мартенситний (13Cr4Ni)	0,06	2,0	11,5–17,0	1,0	3,5–5,0
Мартенситний (16Cr5Ni)	0,06	2,0	15,0–17,5	1,5	3,5–6,0
Аустенітний (19Cr11Ni)	0,12	1,6	16,0–21,0	4,0	8,0–13,0

¹ Не зазначений у таблиці мінімальний вміст елементів повинний відповідати вимогам визнаних національних або міжнародних стандартів.

3.12.3 Механічні властивості і термічна обробка.

3.12.3.1 Механічні властивості сталі при випробуванні зразків, виготовлених із прилитих до маточини або лопатей проб, повинні відповідати вимогам табл. 3.12.3.1.

3.12.3.2 Рівень механічних властивостей металу окремо відлитих проб підлягає схваленню Регістром.

3.12.3.3 Термічна обробка.

Виливки зі сталі мартенситного класу повинні піддаватися аустенізації і відпуску. Сталі аустенітного класу повинні піддаватися термічній обробці на твердий розчин.

Таблиця 3.12.3.1. Механічні властивості сталевих виливків для гребних гвинтів

Клас і тип сталі	Умовна границя плинності $R_{p0,2}$, МПа, max	Тимчасовий опір розриву R_m , МПа, max	Відносне подовження, A_5 , %, max	Відносне звуження Z , %, max	Випробування на ударний згин, ¹ Дж (KV), max
Мартенситний (12Cr1Ni)	440	590	15	30	20
Мартенситний (13Cr4Ni)	550	750	15	35	30
Мартенситний (16Cr5Ni)	540	760	15	35	30

Аустенітний (19Cr5Ni)	180 ($R_{p1.0} = 205$)	440	30	40	—

Закінчення табл. 3.12.3.1

¹ Випробування на ударний згин не потрібне для суден з льодовими підсиленнями **Ice1**, **Ice2** і **Ice3**; для усіх інших суден з льодовими підсиленнями і криголамів сталеві виливки повинні випробуватися на ударний згин при мінус 10°C.

3.12.4 Добір проб.

3.12.4.1 Проби можуть добиратися безпосередньо від виливка або бути прилиті до нього. По можливості, зразки для випробувань добираються від проби, приливої в районі, обмеженому $0,5R$ і $0,6R$ (де R – радіус гвинта).

Використання окремо відлитих проб для виготовлення зразків повинне бути вказане в погодженій документації.

3.12.4.2 Окремо відлиті проби повинні бути однієї плавки з металом, що представляється, і проходити термообробку у одній із них садці.

При первісному огляді виробництва відповідно до **3.12.1.2** випробування можуть проводитися як на металі окремо відлитих проб, так і на металі прилитих проб або безпосередньо добрених із тіла виливка.

3.12.4.3 Проби не повинні добиратися від виливка до проведення остаточної термічної обробки. Проби виготовляються у відповідності із визнаними Регістром стандартами.

3.12.4.4 При доборі проб не повинні застосовуватися термічні способи.

3.12.5 Обсяг випробувань.

3.12.5.1 Від кожної представленої плавки повинний бути добраний, як мінімум, один зразок на розтягування (див. табл. 2.2.2.3) і комплект зразків для випробувань на ударний згин (див. **2.2.3**). При випробуваннях на розтягування визначаються тимчасовий опір розривові, умовна границя плинності, відносне подовження і відносне звуження.

Випробування проводяться відповідно із вимогами **2.2**.

3.12.5.2 Як правило, зразки для випробувань повинні вирізатися із прилитих проб. Якщо виливки приблизно одного розміру, менше 1 метра в діаметрі, з металу однієї плавки і термооброблювались в одній садці, то один комплект зразків для кожних 5 виливків може добиратися від окремо відлитих проб відповідних розмірів.

3.12.6 Зони контролю (ремонтні зони).

3.12.6.1 З метою визначення критеріїв оцінки дефектів гребних гвинтів поверхня лопатей розділяється на три зони: *A*, *B* і *C* (див. рис.4.2.6.2.1 і рис.4.2.6.3).

Визначення ремонтних зон – див. **4.2.6.2** і **4.2.6.3**.

3.12.6.2 Визначення кута відкидки – див. **4.2.6.1** (примітка) і рис.4.2.6.1.

3.12.7 Огляд.

3.12.7.1 Виливки сталевих гребних гвинтів повинні піддаватися візуальному контролю на усіх стадіях їх виготовлення. Особливо ретельному, 100%-му візуальному контролю виливки повинні піддаватися у остаточному вигляді (контроль здійснює представник Регістру). Поверхня не повинна мати дефектів, що можуть призвести до пошкоджень гвинтів при їх експлуатації.

Представник Регістру може вимагати проведення необхідного дослідження сумнівних ділянок поверхні, включаючи травлення металу, особливо перед проведенням ремонту зварюванням.

3.12.7.2 Розміри, допуски на розміри і геометрія виливків повинні відповідати вимогам схвалених Регістром креслень і документації на замовлення. Зазначені документи і результати обмірювань і оглядів, оформлені у вигляді звіту або акта, пред'являються представникові Регістру під час проведення випробувань. Відповідальність за виконання вимірів з необхідною точністю, їх відповідність вимогам креслення і/або замовлення лежить на виробнику. Представник Регістру може вимагати виконання перевірочних вимірів.

Відповідно до вимог схваленої Регістром документації всі гвинти повинні піддаватися статичному балансуванню. Динамічне балансування потрібне для гребних гвинтів, що працюють із частотою обертання більше 500об/хв.

3.12.8 Неруйнівний контроль.

3.12.8.1 Усі виливки гребних гвинтів повинні піддаватися неруйнівному контролю. Виробник повинний мати у своєму розпорядженні відповідну систему реєстрації всіх результатів неруйнівного контролю для кожного виливка.

Представник Регістру повинний бути ознайомлений із цією системою і результатами виконаного

контролю. Виробник зобов'язаний документально підтвердити факт виконання і позитивність результатів неруйнівних методів контролю.

3.12.8.2 Капілярний контроль.

Капілярна дефектоскопія повинна проводитися у відповідності зі стандартами або специфікацією, схваленою Регістром. При цьому рекомендуються до застосування наступні визначення.

Індикаторний слід – присутність помітного просочування барвної речовини з несучильностей у матеріалі, що виявляється, принаймні, через 10хв після застосування капілярного дефектоскопічного матеріалу.

Лінійний індикаторний слід – слід, поздовжні розміри якого, принаймні, у три рази перевершують поперечні (див. рис. 4.2.7.3.1(2)).

Круглий індикаторний слід – слід круглої або овальної форми, лінійні розміри якого менше ніж у три рази перевищують поперечні (див. рис. 4.2.7.3.1(1)).

Рядний індикаторний слід – три і більше індикаторних сліди в одній лінії, відділені один від одного відстанню в 2мм і менше (край від краю) (див. рис. 4.2.7.3.1(3)).

Поріг чутливості – розкриття несучильності типу одиничної тріщини визначеної довжини, що виявляється з заданою імовірністю по заданим геометричному або оптичному параметрах індикаторного сліду. Індикаторний слід, кожний з розмірів якого більше 1,5мм, може розглядатися як одиничний індикаторний слід, що враховується.

Одинична контрольована площа – площадка поверхні, рівна 100см², яка може мати форму квадрата або прямокутника із стороною не більше 250мм. При оцінюванні якості поверхні капілярним методом дефектоскопії уся контрольована поверхня умовно поділяється на одиничні контрольовані площадки розмірами по 100см². Поділ повинний бути здійснений несприятливим чином стосовно індикаторних слідів, тобто форму і розміри кожної площадки необхідно вибирати так, щоб умістити максимальну кількість дефектів без розподілу по сусідніх одиничних площадках.

Виявлені на кожній із таких ділянок індикаторні сліди із урахуванням їх форми, розмірів і кількості повинні відповідати вимогам табл. 3.12.8.2.

Таблиця 3.12.8.2. Допустима кількість і розмір індикаторних слідів у залежності від зони контролю

Зона контролю	Загальна кількість індикаторних слідів, тах	Тип індикаторного сліду	Кількість індикаторних слідів кожного типу, тах	Розмір індикаторних слідів, мм, тах
А	7	круглий	5	4
		лінійний	2	3
		рядний	2	3
В	14	круглий	10	6
		лінійний	4	6
		рядний	4	6
С	20	круглий	14	8
		лінійний	6	6
		рядний	6	6

Примітки: 1. Одиничні круглі індикаторні сліди розміром менше 2мм у зоні А і розміром менше 3мм в інших зонах можуть не враховуватися.

2. За відсутності лінійних і рядних слідів загальна кількість індикаторних круглих слідів може бути збільшена до загальної припустимої кількості слідів усіх типів. Загальна кількість круглих індикаторних слідів може бути також збільшена за рахунок відсутності частини лінійних або рядних індикаторних слідів при збереженні загальної допустимої кількості індикаторних слідів

3.12.8.3 Контроль радіографічний і ультразвуковий.

Якщо є підозри про наявність у виливках внутрішніх дефектів, на вимогу представника Регістру повинні бути здійснені додаткові перевірки радіографічним і/або ультразвуковим методами контролю. Критерії оцінки і прийому повинні бути погоджені між виробником, споживачем і

Регістром на основі стандартів, застосування яких погоджене з Регістром.

3.12.9 Виправлення дефектів.

3.12.9.1 Несуцільності поверхні, які негативно впливають на експлуатаційні властивості гвинтів, як правило, підлягають виправленню із застосуванням механічних способів, наприклад, шліфуванням, зачищенням і фрезеруванням.

Виправлення дефектів зварюванням допускається тільки у випадках, визнаних необхідними і погоджених із представником Регістру.

Виправлення дефектів повинне здійснюватися після пред'явлення представникові Регістру документації з повним описом передбачуваних робіт. Повинні вказуватися відповідні ремонтні зони, розміри і розташування дефектів, методи їх виправлення і контролю.

Після фрезерування або зачищення ті дефекти, що не підлягають зварюванню, повинні бути зашліфовані. Шліфування повинне бути виконане таким чином, щоб контур зашліфованого місця був максимально гладким з метою попередження концентрації напружень і/або кавітації.

Вибирання металу під зварювання виконується належним чином і необхідної під зварювання форми і розмірів. Зварювання ділянок площею менше 5см² необхідно уникати.

3.12.9.2 Виправлення дефектів у зоні А.

У зоні А зварювання дефектів не допускається. Шліфування в зоні А можуть виконуватися до того ступеню, що забезпечує збереження товщини лопаті відповідно до схваленого Регістром креслення.

Можливість виправлення дефектів способами, тут не передбаченими, повинна бути погодженою у складі документації, яка надається.

3.12.9.3 Виправлення дефектів у зоні В.

Дефекти, глибина яких не перевищує $t/40$ (де t – мінімальна місцева товщина) або 2мм (у залежності від того, що більше), можуть бути виправлені шліфуванням.

Дефекти, глибина яких перевищує глибину дефектів, що підлягають шліфуванню, можуть бути виправлені зварюванням.

3.12.9.4 Виправлення дефектів у зоні С.

Як правило, у зоні С зварювання дефектів допускається.

3.12.9.5 Ремонтне зварювання.

3.12.9.5.1 Технологія зварювання і зварювальні матеріали, що застосовуються для виправлення дефектів, повинні бути визнані Регістром відповідно до вимог частини XIV «Зварювання».

Перед початком проведення робіт з виправлення дефектів зварюванням повинна бути надана докладна специфікація технології зварювання, що містить дані про позиції зварювання, параметри зварювального процесу, зварювальні матеріали, попередній підігрів, наступну термообробку і контроль виконаних зварювальних робіт. Зварювання повинне виконуватися в контрольованих умовах, що виключають несприятливі погодні впливи.

Виправлення дефектів повинне виконуватися зварниками належної кваліфікації, допущеними Регістром для проведення подібних робіт.

Шлак, підрізи та інші недосконалості форми шва повинні виправлятися перед нанесенням наступного валика.

Сталі мартенситного класу після ремонту зварюванням підлягають відпалюванню в печі.

Способи зняття місцевих залишкових напружень при мінімальних виправленнях мають бути погоджені у складі документації на виконання ремонтних робіт.

Після виконання термообробки відремонтовані поверхні повинні бути відфрезеровані і зашліфовані. В усіх випадках якість виконання ремонту повинна контролюватися неруйнівними методами.

Виробник повинний підтримувати систему реєстрації дефектів, ґрунтуючись на якій для кожного з виливків можна визначити обсяг виконаного ремонту, вид і режими термообробки.

Вся інформація про виливок, що підлягає нагляду Регістру, пред'являється представникові Регістру.

Схвалення технології зварювання необхідно виконувати на підставі зварювання проб, що відповідають рис. 3.12.8.5.1, товщиною, рівною або більше 30мм. Після зварювання проби підлягають капілярному контролю.

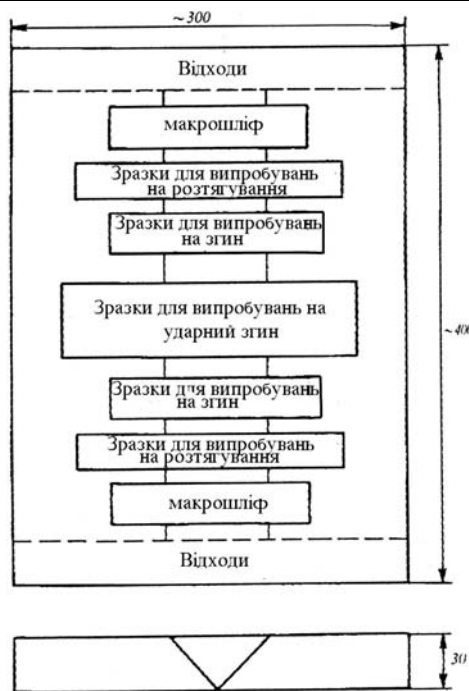


Рис. 3.12.8.5.1

Схвалення зварювальної технології виконується відповідно до вимог розд. 6 частини XIV «Зварювання» за схваленою Регістром програмою, у яку, як мінімум, повинні бути включені наступні випробування.

Макроаналіз лінії сплавлення і зони термічного впливу.

Виконується на двох макрошліфах. Тріщини, пори, шлакові вкраплення та інші недосконалості шва величиною більше 3мм не допускаються.

Випробування на розтягування для визначення властивостей наплавленого металу.

Виконуються на двох поперечних зразках товщиною, рівною товщині проби, шириною 30мм і довжиною робочої частини, рівною ширині зварювального шва плюс по 6мм на кожную сторону (див. 4.2.3.2.2 частини XIV «Зварювання»). Механічні властивості повинні задовольняти вимогам до основного металу.

У протоколі випробувань повинне фіксуватися місце руйнування: наплавлений метал, зона термічного впливу або основний метал.

Випробування на згин.

Виконуються на двох поперечних зразках, виготовлених відповідно до вимог 2.2.5.1. Операція виконується на оправці, рівній чотирьом товщинам, крім аустенітних сталей, для яких діаметр оправки повинний дорівнювати трьом товщинам. Після випробувань на поверхні зразка не повинно бути розривів і тріщин довжиною більше 2мм.

Випробування на ударний згин.

Випробування, як правило, не потрібні, за винятком випадків, коли цим випробуванням піддавався основний метал. Якщо потрібно, випробування на ударний згин виконуються на зразках, виготовлених відповідно до 2.2.3 і рис. 2.2.3.1-2.

Випробування повинні проводитися на одній партії зразків з надрізом по центру шва і на іншій партії зразків з надрізом, що приблизно збігається з лінією сплавлення. Температура і результати випробувань повинні задовольняти вимогам для основного металу.

Визначення твердості за Віккерсом (HV5).

Виконується на макрошліфах, як зазначено на рис. 6.3.1.10 частини XIV «Зварювання». Як мінімум, робиться по три виміри на металі шва, зоні термічного впливу, по обидва боки шва і на основному металі з обох боків. Виміри вказуються в протоколі випробувань.

3.12.10 Ідентифікація і маркування.

3.12.10.1 Ідентифікація.

При виготовленні гребних гвинтів на підприємстві повинна застосовуватися система контролю, яка дозволяє зробити перевірку виготовлення вилівка на будь-якій стадії, починаючи з виплавки металу.

На вимогу представника Регістру йому повинно бути надане підтвердження наявності такої системи на підприємстві.

3.12.10.2 Маркування.

Перед пред'явленням представникові Регістру виливка в остаточному вигляді, він повинний бути відповідним чином замаркованим. Крім зазначеного в **1.4**, маркування повинне містити наступні дані:

- номер плавки або інші позначення, що дозволяють простежити всі стадії виготовлення;
- номер сертифіката Регістру;
- кут відкидки лопаті (для гвинтів з великою відкидкою);
- символ льодового класу, якщо це застосовується;
- дату приймання виливка.

Клеймо Регістру ставиться після остаточного огляду і приймання виливка представником Регістру.

3.12.10.3 Сертифікат якості виробника.

Представникові Регістру одночасно із пред'явленням виливка у остаточному вигляді або завчасно повинний бути представлений сертифікат якості на виливок. Сертифікат повинний бути засвідчений службою якості підприємства і завірений особою, уповноваженою на те підприємством. Сертифікат якості повинний містити наступні дані:

- найменування підприємства і номер замовлення;
- номер проекту судна, якщо він відомий;
- опис виливка з указуванням номера креслення;
- діаметр гвинта, кількість лопатей, крок, напрямок обертання;
- остаточну масу;
- марку, тип сплаву, номер плавки і хімічний склад;
- ідентифікаційний номер;
- режим термообробки;
- результати механічних випробувань;
- результат неруйнівного контролю (задовільний або незадовільний), якщо він застосовувався.

3.12.10.4 Сертифікат Регістру.

Кожен виливок або партія невеликих виливків повинні супроводжуватися сертифікатом Регістру. Сертифікат Регістру, крім спеціального номера, реквізитів представництва або підрозділу Регістру, місця і дати видачі, повинний, як мінімум, містити наступні дані:

- найменування підприємства і номер замовлення;
- номер проекту судна, якщо він відомий;
- номер сертифіката якості підприємства-виробника виливка;
- остаточну масу;
- ідентифікаційний номер і номер плавки;
- номер креслення.

Обов'язковим додатком до сертифіката Регістру повинні бути сертифікати якості підприємства-виробника. Протоколи випробувань, завірених представником Регістру, також можуть входити до складу додатка до сертифіката Регістру, якщо вони вимагаються покупцем.

3.13 СТАЛЬ ВИСОКОЇ МІЦНОСТІ ДЛЯ ЗВАРНИХ КОНСТРУКЦІЙ

3.13.1 Загальні вимоги.

Ці вимоги поширюються на підлягаючу нагляду Регістром при виготовленні гарячекатаної зварюваної листової і широкоштабової сталі високої міцності, призначеної для використання на морських судах і ПБУ/МСП.

Залежно від гарантованого мінімуму границі плинності сталь підрозділяється на вісім рівнів міцності: 420, 460, 500, 550, 620, 690, 890 і 960МПа; для кожного рівня міцності залежно від температури випробувань на ударний згин встановлено чотири категорії: A, D, E, F. На сталі з рівнем міцності 890 і 960МПа категорія F не поширюється.

Вимоги до прокату завтовшки 15мм і менше, призначеному для роботи при розрахункових температурах нижче -30°C , наводяться в **3.5.2.6**. Сталь високої міцності повинна виготовлятися визнаними згідно **1.3.1.4** підприємствами.

Треба звертати увагу на те, що для конструкцій, які піддаються навантаженням, що викликають втому, реальна втомлена міцність зварного з'єднання сталі високої міцності не може перевищувати встановлену для зварного з'єднання сталі нормальної міцності.

Перед тим як піддавати прокат, виготовлений методом термомеханічної обробки, подальшому нагріву для виконання формувальних робіт або для зняття напруги, або виконання зварювання при високій погонній енергії, потрібно виконати дослідження можливості зниження механічних властивостей сталі в майбутньому.

3.13.2 Процес виготовлення сталі.

Вакуумна дегазація сталі повинна застосовуватися у випадках:

виробництва сталі з поліпшеними властивостями по товщині;

виробництва сталі категорій PУ690, PУ890, PУ960.

Сталь мають бути повністю розкисленою і оброблена елементами, що подрібнюють зерно. Індекс аустенітного зерна має бути рівний або перевищувати 6 відповідно до ДСТУ ISO 643 або відповідного стандарту ISO або іншим погодженим Регістром національним або міжнародним стандартам.

Сталь повинна містити елементи, що зв'язують азот. Вміст таких елементів регламентується схваленою Регістром специфікацією підприємства-виробника сталі. Також див. табл. 3.13.3.1.

3.13.3 Хімічний склад.

3.13.3.1 Хімічний склад сталі повинний визначатися виробником з кожної плавки або ковша у відповідним чином обладнаній лабораторії компетентним персоналом. Хімічний склад сталі повинний відповідати вимогам схваленої Регістром специфікації і граничним значенням, наведеним у табл. 3.13.3.1.

Таблиця 3.13.3.1 Хімічний склад сталі високої міцності

Стан постачання ¹	N/NR		TM		QT	
Категорія сталі	A420	E420	A420	E420	A420	E420
	D420	E460	D420	F420	D420	F420
	A460		A460	E460	A460	E460
	D460		D460	F460	D460	F460
			A500	E500	A500	E500
			D500	F500	D500	F500
			A550	E550	A550	E550
			D550	F550	D550	F550
			A620	E620	A620	E620
			D620	F620	D620	F620
			A690	E690	A690	E690
			D690	F690	D690	F690
			A890	D890	A890	D890
				E890	A960	E890
						D960
						E960
	Вміст елементів, % ²					
C _{max}	0,20	0,18	0,16	0,14	0,18	
Mn	1,0 – 1,7				1,70	
Si _{max}	0,60				0,80	
P _{max} ³	0,030	0,025	0,025	0,020	0,025	0,020
S _{max} ³	0,025	0,020	0,025	0,010	0,015	0,010
Al _{total} min ⁴	0,02				0,18	
Nb _{max} ⁵	0,05				0,06	
V _{max} ⁵	0,20		0,12		0,12	
Ti _{max} ⁵	0,05				0,05	
Ni _{max} ⁶	0,80		2,00		2,00	
Cu _{max}	0,55				0,50	
Cr _{max} ⁵	0,30		0,50		1,50	
Mo _{max} ⁵	0,10		0,50		0,70	
N _{max}	0,025				0,015	
Oxygen ppm _{max} ⁷	--		--	50	--	30

Закінчення табл. 3.13.3.1

<i>Примітки:</i> ¹ Див. пункт 3.13.4 для визначення стану постачання.
² Хімічний склад повинен визначатися з ковшової проби і повинен задовольняти вимогам схваленій Регістром специфікації.
³ Для сталевих профілю вміст фосфору і сірки може перевищувати приведені в таблиці значення але не більше ніж на 0,0005%.
⁴ У разі нейтралізації азоту тільки алюмінієм, мінімальне відношення змісту цих елементів має бути не менше 2.
⁵ Максимально допустима сума вмісту Nb+V+Ti < 0.26% і Mo+Cg < 0.65% може не враховуватися при постачанні сталі в стані загартування з відпуском.
⁶ Верхнє значення вмісту нікелю може бути допущено після погодження з Регістром.
⁷ Вимога до максимально допустимого вмісту кисню застосовується тільки для сталей категорій D890, E890, D960 і E960.

3.13.3.2 Вміст легуючих елементів, а також залишкових елементів повинні відповідати специфікації виробника. Відхилення змісту цих елементів не повинне перевищувати 0,005%.

3.13.3.3 За результатами хімічного аналізу ковшової проби, повинен обчислюватися вуглецевий еквівалент. Регламентовані значення вуглецевого еквіваленту представлені в таблиці 3.13.3.3.

Таблиця 3.13.3.3 Максимально допустимі значення C_{eq} , CET і P_{cm} для сталі високої міцності

Категорія сталі і стан постачання	Вуглецевий еквівалент (%)						
	C_{eq}						CET
	Листовий прокат			Фасонний прокат	Сотовий прокат	Трубний прокат	P_{cm}
	t≤50 мм	50<t≤100 мм	100<t≤250 мм	t≤50 мм	t≤250 або d≤250 мм	t≤65 мм	Все
420N/NR	0,46	0,48	0,52	0,47	0,53	0,47	--
420TM	0,43	0,45	0,47	0,44	--	--	--
420QT	0,45	0,47	0,49	--	--	0,46	--
460N/NR	0,50	0,52	0,54	0,51	0,55	0,51	0,25
460TM	0,45	0,47	0,48	0,46	--	--	0,30
460QT	0,47	0,48	0,50	--	--	0,48	0,32
500TM	0,46	0,48	0,50	--	--	--	0,32
500QT	0,48	0,50	0,54	--	--	0,50	0,34
550TM	0,48	0,50	0,54	--	--	-	0,34
550QT	0,56	0,60	0,64	--	--	0,56	0,36
620TM	0,50	0,52	--	--	--	--	0,34
620QT	0,56	0,60	0,64	--	--	0,58	0,38
690TM	0,56	--	--	--	--	--	0,36
90QT	0,64	0,66	0,70	--	--	0,68	0,40
890TM	0,60	--	--	--	--	--	0,38
890QT	0,68	0,75	--	--	--	--	0,40
960QT	0,75	--	--	--	--	--	0,40

Формули розрахунку приведені нижче:

для усіх категорій сталі високої міцності:

$$C_{eq} = C + M_n/6 + (C_r + M_o + V)/5 + (N_i + C_u)/15 \quad (\%) \quad (3.13.3.3-1)$$

для сталей рівня міцності 460МПа і більше виробник може застосувати формулу розрахунку для знаходження CET замість C_{eq} на власний розсуд.

Формула приведена нижче:

$$CET = C + (M_n + M_o)10 + (C_r + C_u)20 + N_i/40 \quad (3.13.3.3-2)$$

Примітка: CET включений в стандарт EN 1011-2, який використовується як один з параметрів для визначення температури попереднього нагріву, який потрібний для запобігання холодного розтріскування;

для сталей TM і QT, отримане значення вмісту вуглецевого еквіваленту, яких перевищує 0,12%, повинне визначатися значення P_{cm} відповідно до формули:

$$P_{cm} = C + S_i/30 + M_n/20 + C_u/20 + N_i/60 + C_r/20 + M_o/15 + V/10 + 5B \quad (\%) \quad (3.13.3.3-3)$$

3.13.4 Стан постачання.

Сталь повинна постачатися в стані, який відповідає схваленій Регістром документації виробника.

Механічні властивості		Границя плинності R_{еН}¹ min (МПа)			Тимчасовий опір R_m (МПа)		Відносне подовження (%) L_o= 5,65√S_o³		Середня робота удару min, (Дж)		
		Товщина (мм) ²			Товщина (мм) ²						
Категорія і стан постачання		3<t≤ 50	50<t≤ 100	100<t ≤ 250	3<t≤ 100	100<t≤ 250	T	L⁴	Температура (°C)	T	L
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
420N/NR 420TM 420QT	A D E F	420	390	365	520-680	470-650	19	21	0 -20 -40 -60	28	42
460N/NR 460TM 460QT	A D E F	460	430	390	540-720	500-710	17	19	0 -20 -40 -60	31	46
500TM 500QT	A D E F	500	480	440	590-770	540-720	17	19	0 -20 -40 -60	33	50

Закінчення табл. 3.13.7-1

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
550TM 550QT	A D E F	550	530	490	640- 820	590- 770	16	18	0 -20 -40 -60	37	55
620TM 620QT	A D E F	620	580	560	700- 890	650- 830	15	17	0 -20 -40 -60	41	62
690TM 690QT	A D E F	690	650	630	770- 940	710- 900	14	16	0 -20 -40 -60	46	69
890TM 890QT	A D E	890	830	--	940- 1100	--	11	13	0 -20 -40	46	69
960TM	A D E	960	--	--	980- 1150	--	10	12	0 -20 -40	46	69

Примітки: ¹ Для випробування на розтягування верхня межа плинності (**ReH**), або у разі, коли **ReH** не може бути визначений, має бути визначена межа пропорційності (**Rp_{0,2}**). В цьому випадку вважається, що матеріал відповідає вимозі, якщо отримане значення відповідає або перевищує задане мінімальне значення межі плинності.

² Для листового і профільного прокату, який використовується в таких елементах, як стояки ПБУ і подібних, де вимагається постійна міцність незалежно від товщини елемента, зменшення відповідних вимог при збільшенні товщини прокату не допускається.

³ Для плоских зразків завтовшки 25мм і завдовжки 200мм відносно подовження повинне відповідати вимозі мінімального значення, вказаного в таблиці. 3.13.7-2.

⁴ У разі, якщо подовжня ось зразка на розтягування паралельна остаточному напрямку плющення, результат випробування повинен відповідати вимозі до подовження для подовжного (L) напрямку.

Таблиця 3.13.7-2 Максимально допустимі значення відносного подовження плоских зразків на розтягування¹

Рівень міцності сталі, МПа	Товщина прокату (мм)						
	≤10	>10≤15	>15≤20	>20≤25	>25≤40	>40≤50	>50≤70
420	11	13	14	15	16	17	18
460	11	12	13	14	15	16	17
500	10	11	12	13	14	15	16
550	10	11	12	13	14	15	16
620	9	11	12	12	13	14	15
690	9 ²	10 ²	11 ²	11	12	13	14

Примітки: ¹ Вказані значення пред'являються до поперечних зразків. Зразки сталі РУ890 і РУ960 і зразки, вимоги до яких не регламентовані справжньою таблицею, мають бути пропорційними і мати довжину ділянки $L_0 = 5.65\sqrt{S_0}$, що розривається.

² Для випробування сталі категорії 690 товщиною менше 20мм замість плоского зразка для розтягування дозволяється використовувати круглий зразок згідно вимогам глави 2.1. Значення мінімального необхідного відносного подовження при випробуванні зразка в поперечному напрямку складає 14%.

3.13.8 Добір проб і випробування.

Зразки для випробування і процедура випробувань повинні відповідати вимогам 2.2 і 3.1.

3.13.8.1 Випробування на розтягування.

Осі зразків для випробування на розтягування повинні бути спрямовані перпендикулярно до напрямку останньої прокатки, крім широкоштабового прокату і широкоштабової сталі шириною 600мм і менше, профільного і сортового прокату, для яких орієнтація зразка встановлюється за погодженням із Регістром. Як правило, плоскі зразки для випробування на розтягування повинні бути виготовлені таким чином, щоб хоча б з однієї

сторони збереглася прокатана поверхня.

Якщо випробування на розтягування виконуються на циліндричних зразках, їх осі повинні розташовуватися на відстані $1/4$ товщини від поверхні або якнайближче до такого положення.

Повторні випробування, при незадовільних результатах випробувань, повинні виконуватися відповідно вимог **1.3.4.2**.

3.13.8.2 Випробування на ударний згин.

3.13.8.2.1 Якщо інше не погоджене Регістром, випробування на ударний згин листової сталі та широкоштабового прокату і широкоштабової сталі шириною більше 600мм проводяться на зразках відповідно до табл. 2.2.3.1-2, поздовжня вісь яких спрямована перпендикулярно до напрямку прокатки (поперечний зразок). Для прокату з іншою формою перерізу випробування на ударний згин виконуються на поздовжніх зразках.

3.13.8.2.2 У разі потреби відбору проб і виготовлення зразків від поверхні прокату, проба відбирається так, щоб ближня до поверхні грань знаходилася від неї не більше ніж на 2мм. При випробуванні прокату завтовшки більше 50мм обов'язковий відбір зразків від чверті і половини товщини.

3.13.8.2.3 Випробування на ударний згин прокату завтовшки менше 6мм не проводяться.

3.13.9 Обсяг випробувань.

Випробуванням на розтягування й ударний згин піддається кожен лист (розкат) після термічної обробки.

Для прокату, що пройшов гартування і відпуск у прохідних безперервних печах, обсяг випробувань, включаючи кількість зразків і напрямок їх вирізання, встановлюється схваленою Регістром специфікацією.

Із кожної проби для випробувань на розтягування виготовляється як мінімум один зразок, а для випробувань на ударний згин – три.

На вимогу Регістру повинні бути виконані випробування на розтягування на зразках, поздовжня вісь яких перпендикулярна до поверхні листа, із визначенням відносного звуження площі поперечного перерізу.

3.13.10 Огляд.

Прокат повинний задовольняти усім вимогам **3.2.7** із урахуванням зазначеного нижче.

У разі виправлення поверхневих дефектів зачищенням товщина прокату в місці зачищення не повинна виходити за допустимі межі відхилень.

Коли це вимагається Правилами, прокат повинний піддаватися ультразвуковому контролю відповідно до схвалених Регістром стандартів.

3.13.11 Маркування і документація.

Ідентифікація, маркування та документи, які видаються - у відповідності із **3.2.9**.

3.14 ЗЕТ-СТАЛЬ

3.14.1 Загальні вказівки

Ці вимоги поширюються на сталь нормальної, підвищеної (див. **3.2** і **3.5**) і високої міцності (див. **3.13**), товщиною, що рівна чи більше 15мм.

Застосування цих вимог можливо і для прокату товщиною менше 15мм.

Зет-сталь рекомендується до застосування для зварних конструкцій, які сприймають значні напруження, перпендикулярні до поверхні прокату.

Ці вимоги визначають два рівні зетвластивостей для сталі. Вводяться два відповідних позначення: Z25 і Z35.

Прокат повинний виготовлятися визнаними Регістром підприємствами (див. **1.3.1.4**). Виробник повинний показати, що технологічний процес виробництва забезпечує одержання гарантованих пластичних властивостей у напрямку товщини прокату.

При відповідних гарантіях виготовлювача допускається постачання сталі із визначенням відносного звуження (Z_2), на проєкті товщиною, зазначеною у схваленій Регістром документації.

Передбачена обробка кальцієм, вакуумування, продувка аргоном, контроль сегрегації сірки, тощо.

3.14.2 Хімічний склад.

3.14.2.1 Зет-сталь повинна бути цілком розкислена й оброблена подрібнюючими зерно елементами. Вміст елементів повинний відповідати визнаним Регістром міжнародним чи національним стандартам.

Вміст сірки (ковшова проба) у зет-сталі не повинний перевищувати 0,008%.

3.14.3 Механічні властивості.

3.14.3.1 Механічні властивості сталі, якщо не застережене інше, повинні відповідати вимогам **3.2, 3.5 і 3.13.**

Для відповідного рівня зет-властивостей середня величина відносного звуження Z_Z площі поперечного перерізу, отримана при розтягуванні трьох зразків, поздовжня вісь яких перпендикулярна до поверхні прокату, повинна відповідати табл. 3.14.3-1. У табл. 3.14.3-1 для кожного рівня зет-властивостей, приводиться величина відносного звуження, до якої допускається звуження на одному із трьох зразків.

Необхідність виконання повторних випробувань на додатковому комплекті із трьох зразків, що вирізаний із того ж прокату (див. **2.2.2.5**), і визнання результатів випробувань, у тому числі повторних, задовільними вказується у табл. 3.14.3-2.

Таблиця 3.14.3-1

Рівень зет-властивостей	Z25, %	Z35, %
Мінімальна середня величина відносного звуження	25	35
Мінімально допустима величина відносного звуження на одному зразку	15	25

У табл. 3.14.3-2 наведені граничні, що зараховуються Правилами, випадки:

випадок позитивних випробувань на трьох зразках;

три випадки, при яких дозволяється проведення повторних випробувань;

випадок повторних випробувань шести зразків (три виконаних плюс три додаткових).

Результати повторних випробувань вважаються задовільними і прокат/партія допускаються до постачання, якщо:

середня величина відносного звуження Z_z , отримана у результаті випробувань шести зразків, вище необхідної мінімальної середньої величини (див. табл. 3.14.3-2);

Таблиця 3.14.3-2

Випробування			Повторні випробування
Мінімальна необхідна величина відносного звуження	Задовільний результат	Незадовільний результат. Вимагаються повторні випробування	Задовільний результат
Мінімально допустима величина відносного звуження на одному зразку			
O — окремий результат на одному зразку; Δ — середня величина результатів випробувань.			

результати нижче згаданої необхідної величини отримані не більше, ніж на двох зразках із шести.

У випадку незадовільних результатів повторних випробувань представлений прокат/партія бракується. Допускаються (на тих же умовах) додаткові випробування кожного прокату (крім уже випробуваного) із забракованої партії.

3.14.4 Добір проб і обсяг випробувань.

Обсяг випробувань, залежить від виду прокату і вмісту сірки (ковшова проба).

Обсяг випробувань визначається відповідно до вимог табл. 3.14.4.

Проби від представленого до випробувань напівфабрикату добираються від одного кінця, як зазначено у **2.2.2.5.**

3.14.5 Огляд.

Крім виконання вимог **3.2.7**, увесь прокат повинний піддаватися ультразвуковому контролю на кінцевій стадії виготовлення. Неруйнівний контроль ультразвуковим методом повинний здійснюватися відповідно до вимог стандарту ДСТУ EN 10160 або відповідного стандарту EN, (рівень S2/E1), ASTM A578 (рівень C, із частотою 4МГц) або згідно з визнаними Регістром національними стандартами.

3.14.6 Маркування і документи.

Ідентифікація, маркування та документи, які видаються-у відповідності із **3.2.8**. Крім зазначеного, до позначення сталі, відповідно, повинне бути додане: Z25 чи Z35 (наприклад: DH36Z25).

Таблиця 3.14.4

Вид прокату	Вміст сірки, %	
	S > 0,005	S ≤ 0,005
Лист	Кожний лист	Один лист від партії максимальним обсягом 50т (листи в партії однієї товщини, однієї плавки, одного режиму обробки)
Штабова сталь товщиною $t \leq 25\text{мм}$	Партія максимальним обсягом 10т (напівфабрикати однієї товщини, однієї плавки, одного режиму обробки)	Партія максимальним обсягом 50т (напівфабрикати однієї товщини, однієї плавки, одного режиму обробки)
Штабова сталь товщиною $t > 25\text{мм}$	Партія максимальним обсягом 20т (напівфабрикати однієї товщини, однієї плавки, одного режиму обробки)	Партія максимальним обсягом 50т (напівфабрикати однієї товщини, однієї плавки, одного режиму обробки)

3.15 СТАЛЕВІ КАНАТИ**3.15.1 Загальні вимоги.**

3.15.1.1 Ці вимоги поширюються на канати, які підлягають нагляду Регістру, призначені для вантажопідіймальних, рятувальних та інших судових пристроїв.

3.15.1.2 Канати повинні бути виготовлені і випробувані відповідно до схваленої Регістром технічної документації на визнаних Регістром підприємствах згідно **1.3.1.4**.

3.15.2 Виготовлення.

3.15.2.1 Для виготовлення канатів повинний застосовуватися дріт круглого перерізу з покриттям для захисту від корозії і тимчасовим опором розриву 1180МПа.

3.15.2.2 Органічні осердя канатів повинні бути принаймні із маніли, сизалі, прядива або синтетичного волокна. Канати з розрахунковим діаметром більше 12мм повинні мати потрібне осердя.

3.15.2.3 Дроти готового каната повинні бути покриті мастилом.

Органічні осердя повинні бути просочені або змащені антикорозійними і протигнільними речовинами, що не розчиняються у морській воді і не містять кислот і лугів. За фізико-хімічними властивостями мастило для канатів і просочення органічних осердь повинні бути сумісними.

3.15.3 Добір проб.

Для проведення випробувань від кожного каната довжиною 2000м і менше добирається один контрольний відрізок, а від канатів довжиною більше 2000м – по одному контрольному відрізку з обох кінців.

Довжина контрольних відрізків каната повинна забезпечувати можливість проведення всіх потрібних випробувань.

3.15.4 Обсяг випробувань.

3.15.4.1 Кожен канат під час виготовлення піддається таким випробуванням:

канат у цілому – на розрив;

окремі дроти з каната – на розтягування (із визначенням тимчасового опору), згин, скручування, міцність зчеплення покриття зі сталеву основою.

Кількість випробовуваних дротів може братися за стандартами, але не менше ніж 10% загальної кількості дротів кожної групи за діаметром.

3.15.4.2 Випробування повинні проводитися за погодженими стандартами.

Випробування на розрив каната у цілому повинне проводитися на розривній машині з відстанню між затискачами не менше ніж 50 діаметрів каната.

Якщо під час випробування розрив каната відбудеться на відстані менше ніж 50мм від затискача, випробування повинне бути повторене.

3.15.4.3 Результати випробувань повинні задовольняти вимогам стандартів.

3.15.4.4 В умовах сталого виробництва за відсутності випробувального обладнання необхідної потужності для проведення випробувань на розрив каната у цілому допускається визначати розривне зусилля за результатами випробування на розтягування F , кН, усіх дротів із каната за такою формулою

$$F = c \sum_{i=1}^i \left(\left(\sum_{m=1}^m F_m \right) n/z \right),$$

де c – коефіцієнт використання міцності дротів у канаті, що береться за стандартами або обчислюється як відношення необхідних за стандартом розривного зусилля каната в цілому до сумарного розривного зусилля всіх дротів у канаті;

i – кількість груп дротів однакового діаметра;

m – кількість випробуваних на розтягування дротів кожної групи за діаметром, що відповідають вимогам погоджених із Регістром стандартів;

F_m – найбільше навантаження, що передує руйнуванню зразка при випробуванні одного дроту на розтягування, кН;

n – кількість дротів у кожній групі за діаметром;

z – кількість випробуваних на розтягування дротів кожної групи за діаметром.

Залежно від призначення кількість випробуваних на розтягування дротів із каната може бути зменшена, але не більше ніж до 25% загальної кількості дротів у канаті.

3.15.5 Огляд.

3.15.5.1 Відповідність конструкції, діаметра та інших параметрів каната стандартам повинна бути підтверджена зовнішнім оглядом і вимірами.

3.15.5.2 При видаленні перев'язок або місць заварювання з кінця каната, який не розкручується, звиви і дріт у звивах не повинні розкручуватися або можуть розкручуватися таким чином, щоб їх можна було легко повернути в початкове положення.

3.15.5.3 Замір діаметра каната повинний проводитися на не натягнутому канаті перпендикулярно до його осі між двома протилежними звивами в двох положеннях.

Діаметр каната не повинний перевищувати розрахунковий більше ніж на 6%.

3.15.5.4 На поверхні каната недопустимі перекручування і заламування звивів, западання, перехрещування, корозія та обриви дротів у звивах, що перешкоджають використанню каната за призначенням.

3.15.6 Маркування і документи.

Ідентифікація, маркування та документи, які видаються, — у відповідності до вимог 1.4.

3.16 КОРОЗІЙНОСТІЙКА (НЕРЖАВІЮЧА) СТАЛЬ**3.16.1** Загальні вимоги.

3.16.1.1 Ці вимоги розповсюджуються на корозійностійку (нержавіючу) сталь, яка підлягає нагляду Регістру під час її виготовлення згідно з вимогами інших частин Правил.

У підрозділ включені вимоги до листового і сортового прокату, поковок і труб з корозійностійкої сталі мартенситного (М), мартенситно-феритного (MF), феритного (F), аустенітно-мартенситного (AM), аустенітного (А) і аустенітно-феритного (AF) класів. Умовна класифікація корозійностійкої сталі в залежності від хімічного складу і структури наведені в табл. 3.16.1.1.

Позначення сталі базуються на позначеннях, прийнятих міжнародними стандартами.

Позначення національних марок сталі наводяться у відповідності до державних стандартів.

Корозійностійкі сталі, застосовувані як альтернативні засоби захисту (захисні покриття) від корозії для вантажних танків нафтоналивних суден, зазначених в 1.2.5.3 частини II «Корпус», повинні задовольняти вимоги резолюції MSC.289(87) з MSC.1/Circ.1478.

3.16.1.2 Корозійностійка сталь повинна виготовлятися під наглядом Регістру визнаними у відповідності до 1.3.1.2 підприємствами.

Матеріал, який задовольняє вимогам Регістру, повинний постачатися із сертифікатами Регістру.

Інспектору Регістру, який здійснює нагляд на підприємстві, що не має плавильного виробництва, повинні надаватися сертифікати підприємства-виробника злитків або заготовок із вказівкою виробника, марки сталі, номера плавки, хімічного складу і документації, у відповідності із вимогами якої злитки/заготовки були виготовлені.

Підприємство, яке виготовляє злитки/заготовки, повинне бути визнане Регістром.

3.16.1.3 Застосування нержавіючої сталі, яка не відповідає цим вимогам за хімічним складом, механічними властивостями і/або станом постачання, може бути допущено після детального вивчення властивостей сталі в умовах, для роботи в яких сталь призначається.

3.16.1.4 Випробування на стійкість до міжкристалітної, виразкової, щільової і піттингової корозії, а також металографічні дослідження, визначення α -фази тощо виконуються за методиками визнаних Регістром стандартів.

Таблиця 3.16.1.1. Умовна класифікація корозійностійкої сталі у залежності від хімічного складу і структури

Класифікація сталі	Позначення сталі	Марка сталі		Температурний інтервал застосування, °C
		AISI/UNS	національна	
M-1	X20Cr13	410	20X13	-20 ... +450
		420	30X13	
	X7CrNiNb16 4	—	07X16H4B	-60 ... +350
MF-2	X15CrNi17	431	14X17H2	-20 ... +350
F-3	X8CrTi17	430Ti	08X17T	0 ... +600
AM-4	X8CrNiTi17 6	—	08X17H6T	-60 ... +250
A-5	X10CrNiTi18 10	321, 347	08X18H10T	-165 ... +600
			12X18H10T	
	X2CrNi19 11	304L, 304LN	—	-165 ... +600
A-6	X10CrNiMo17 13 2	316L, 316LN	03X17H14M3	-165 ... +600
	X2CrNiMo18 13 3	317L, 317LN	—	-165 ... +600
	X10CrNiMoTi17 13 3	—	10X17H13M3T	-165 ... +600
A-7	X2CrNiMoCu20 18 6	S31254	—	-165 ... +600
	X2CrNiMoCu21 23 4 2	N08904	—	-165 ... +600
AF-8	X2CrNiMo22 5 3	S31803	03X22H6M2	-40 ... +250
	X3CrNiMo25 6 3	S31260	—	-40 ... +250
	X4CrNiVo25 5 3	S32550	—	-40 ... +250
	X2CrNiMo25 7 4	S32750	—	-40 ... +250
	X3CrNiMo25 7 3	S32760	—	-40 ... +250
	X10CrNiTi22 6	—	08X22H6T	-40 ... +250
	X10CrNiMo21 6 2	—	08X21H6M2T	-40 ... +250

3.16.1.5 Хімічний склад і механічні властивості.

Хімічний склад і механічні властивості напівфабрикатів із корозійностійкої сталі, а також стійкість сталі до впливу навколишнього середовища повинні задовольняти вимоги цієї частини, а також вимоги національних і міжнародних стандартів або іншої спеціальної документації, визнаної Регістром.

Хімічний склад корозійностійкої сталі, який визначається для кожної плавки, повинний відповідати вимогам табл. 3.16.1.5-1 та 3.16.1.5-2. При необхідності проби для визначення хімічного складу можуть добиратися безпосередньо від напівфабрикату (листа, поковки тощо).

Вимоги до механічних властивостей напівфабрикатів у залежності від їх виду наводяться у таблицях 3.16.2.2-1, 3.16.3.2-1, 3.16.3.2-2 і 3.16.4.2.

3.16.1.6 Стани постачання.

Усі напівфабрикати повинні постачатися у термічно обробленому стані.

Режим термічної обробки встановлюється відповідно до визнаних Регістром стандартів або іншої нормативно-технічної документації.

За відсутності у стандартах режиму термічної обробки режим встановлює підприємство-виробник. Листова і штабова сталь товщиною, рівною або менше 4мм, може постачатися у напівгартованому або гартованому стані.

Вид або режим термічної обробки вказуються у сертифікаті на напівфабрикат.

3.16.1.7 Добір проб.

Проби для випробувань добираються із тіла напівфабрикату.

Для поковок допускаються окремо викувані проби, виготовлені із металу тієї ж плавки і з тим же ступенем деформації, що і представлений до випробувань напівфабрикат.

У цьому випадку розміри проб за товщиною і діаметром можуть відрізнятись від максимальних розмірів самої поковки не більше ніж на 25%.

Проби для виготовлення зразків необхідно вирізати після закінчення усіх видів термічної обробки. Окремо викувані проби повинні пройти усі технологічні нагрівання і термічну обробку в одній садці із представленою до випробувань поковкою. Розміри проб повинні забезпечувати виконання необхідних і можливих повторних випробувань.

Якщо немає інших вказівок, проби для випробувань добираються наступним чином:

прокат – відповідно до 3.2.5. Проби на ударний згин вирізають таким чином, щоб поздовжня вісь зразків була перпендикулярна останній прокатці.

Для профільної та сортової сталі допускаються поздовжні зразки. Для напівфабрикату розміром (діаметр, сторона квадрата, діаметр вписаного кола) до 40мм вісь зразка повинна співпадати із віссю напівфабрикату;

Таблиця 3.16.1.5-1. Хімічний склад корозійностійкої сталі

Клас і марка сталі	Вміст елементів, %									
	C, не більше	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	N	Інші
Мартенситний										
410	0,12	1,0	1,0	0,045	0,03	12,0–14,0	–	–	–	–
420	0,17	1,0	1,0	0,045	0,03	12,0–14,0	–	–	–	–
Мартенситно-феритний										
431	0,23	1,0	1,0	0,045	0,03	16,0–18,0	1,5–2,5	–	–	–
Феритний										
431Ti	0,1	1,0	1,0	0,045	0,03	16,0–18,0	–	–	–	TixC
Аустенітна										
304L	0,03	1,0	2,0	0,045	0,03	17,0–20,0	8,0–13,0	–	0,10	–
304LN	0,03	1,0	2,0	0,045	0,03	17,0–20,0	8,0–12,0	–	0,10–0,22	–
316L	0,03	1,0	2,0	0,045	0,03	16,0–18,5	10,0–15,0	2,0–3,0	0,10	–
316LN	0,03	1,0	2,0	0,045	0,03	16,0–18,5	10,0–14,5	2,0–3,0	0,10–0,22	–
317L	0,03	1,0	2,0	0,045	0,03	18,0–20,0	11,0–15,0	3,0–4,0	0,10	–
317LN	0,03	1,0	2,0	0,045	0,03	18,0–20,0	12,5–15,0	3,0–4,0	0,10–0,22	–
321	0,08	1,0	2,0	0,045	0,03	17,0–19,0	9,0–12,0	–	0,10	Ti≥5xC≤0,70
347	0,08	1,0	2,0	0,045	0,03	17,0–19,0	9,0–13,0	–	0,10	Nb≥10xC≤1,0
UNS S31254	0,02	0,8	1,0	0,03	0,01	19,5–20,5	17,5–18,5	6,0–6,5	0,18–0,22	Cu 0,50–1,0
UNS N08904	0,02	1,0	2,0	0,04	0,025	19,0–23,0	23,0–28,0	4,0–5,0	0,15	Cu 1,00–2,0
Аустенітно-феритна (Duplex)										
UNS S31260	0,03	0,75	1,0	0,03	0,03	24,0–26,0	5,5–7,5	2,5–3,5	0,10–0,30	Cu 0,2–0,8 W 0,1–0,5
UNS S31803	0,03	1,0	2,0	0,03	0,02	21,0–23,0	4,5–6,5	2,5–3,5	0,08–0,20	–
UNS S32550	0,04	1,0	1,5	0,04	0,03	24,0–27,0	4,5–6,5	2,0–4,0 ¹	0,10–0,25	Cu 1,5–2,5
UNS S32750	0,03	0,8	1,2	0,035	0,02	24,0–26,0	6,0–8,0	3,0–5,0	0,24–0,32	Cu 0,50, не більше
UNS S32760	0,03 ²	1,0	1,0	0,03	0,01	24,0–26,0	6,0–8,0	3,0–4,0	0,20–0,30	Cu 0,50–1,0 W 0,50–1,0

¹ Для труб вміст Мо приймається рівним 2,90–3,90.

² Для труб вміст C ≤ 0,05.

поковки – відповідно до **3.7.5.1**, при цьому добір виконується зі сторони прибуткової частини злитка.

Допускається виконувати добір проб на відстані 1/3 радіуса або 1/6 діагоналі від зовнішньої поверхні поковки або з центра поковки;

труби – відповідно до **3.4.5** і **3.4.6**.

Проби для випробувань на стійкість проти міжкристалітної корозії добираються аналогічно пробам для випробувань на розтягування.

У будь-якому випадку схеми добору проб і вирізання зразків повинні вказуватися на ескізі.

3.16.1.8 Обсяг випробувань.

3.16.1.8.1 Види випробувань, яким може бути піддана корозійностійка сталь, наведені у табл.3.16.1.8.1. Випробування, яким повинна піддаватися сталь при постачанні під наглядом Регістру, відмічені знаком «+».

Як правило, напівфабрикати із корозійностійкої сталі представляються до випробувань партіями або поштучно.

Партія повинна складатися з напівфабрикатів однієї марки сталі, однієї плавки, однакового стану поставки, однієї форми (виду) і розмірів, а також виготовлених за єдиним технологічним процесом.

Поковки однієї партії повинні виготовлятися за єдиним ескізом і термічно оброблюватися в одному садженні.

Труби, які входять в одну партію, повинні мати однакову товщину стінки.

Листова сталь і поковки, призначені для застосування при мінусових температурах, представляються до випробувань поштучно.

Розміри партій, кількість і порядок добору проб для листової, рулонної і сортової сталі наведені в **3.16.2.3**, для поковок – в **3.16.3.3**, а для труб – в **3.16.4.3**.

3.16.1.8.2 Випробування з метою визнання підприємства виробником корозійностійкої сталі у відповідності до **3.16.1.2** повинні виконуватися за погодженою із Регістром програмою і у загальному випадку повинні включати в себе:

хімічний аналіз;

визначення механічних властивостей (R_m , $R_{p0.2}$, A_5 , Z) при 20 °C і розрахунковій температурі;

визначення або підтвердження критичної температури крихкості (крім сталі аустенітного класу);

металографічні дослідження і макроконтроль з метою виявлення усадкових раковин, пузирів, неметалічних включень, розмірів зерен;

випробування на стійкість проти міжкристалітної (виразкової, щільової, піттингової) корозії;

визначення кількості α -фази (для сталей аустенітного класу);

технологічні випробування (роздавання, сплюснення, загин тощо) і оцінка пластичності при холодному штампуванні.

3.16.1.8.3 Методи випробувань, типи і розміри зразків повинні відповідати вимогам розд. 2 цієї частини або визнаним Регістром національним і міжнародним стандартам.

Повторні випробування з метою перевірки їх механічних властивостей виконуються відповідно до **1.3.5.3**.

При повторних випробуваннях визначаються ті характеристики, по яким були отримані незадовільні результати.

При незадовільних результатах випробувань на стійкість проти міжкристалітної корозії та повторних випробувань механічних властивостей хоча б одного зразка заготовки піддаються повторній термообробці і підлягають випробуванням як нові.

Допускається не більше трьох повних термообробок.

3.16.1.9 Маркування і документи.

Ідентифікація, маркування та документи, які видаються, — у відповідності до вимог **1.4**.

Кожний напівфабрикат із корозійностійкої сталі повинний мати тавро Регістра.

3.16.2 Прокат.

3.16.2.1 Ці вимоги розповсюджуються на листову, штабову і профільну корозійностійку сталь товщиною до 50мм, а також на гарячекатану і ковану сталь круглого, квадратного та прямокутного перерізів діаметром або товщиною до 200мм.

Таблиця 3.16.1.5-2. Хімічний склад корозійностійкої сталі (національні сталі)

Клас і марка сталі	Вміст елементів, %								
	C	Si, не більше	Mn, не більше	Cr	Ni	Ti	Mo	S, не більше	P, не більше
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мартенситна									
20X13	0,16–0,25	0,8	0,8	12,0–14,0	–	–	–	0,025	0,030
30X13	0,26–0,35	0,8	0,8	12,0–14,0	–	–	–	0,025	0,030
07X16H4Б	0,05–0,10	0,6	0,2–0,5	14,0–16,5	3,5–4,5	Nb 0,2–0,4	–	0,020	0,025
Мартенситно-феритна									
14X17H2	0,11–0,17	0,8	0,8	16,0–18,0	1,5–2,5	–	–	0,025	0,030
Феритна									
08X17T	не більше 0,08	0,8	0,8	16,0–18,0	–	5xC–0,8	–	0,025	0,030
Аустенітно-мартенситна									
08X17H6T	не більше 0,08	0,8	0,8	16,5–18,0	5,5–6,5	0,15–0,35	–	0,020	0,035
Аустенітна									
08X18H10T	не більше 0,08	0,8	2,0	17,0–19,0	9,0–11,0	5C–0,7	–	0,020	0,035
12X18H10T	не більше 0,12	0,8	2,0	17,0–19,0	9,0–11,0	5C–0,8	–	0,020	0,035
10X17H13M3T	не більше 0,10	0,8	2,0	16,0–18,0	12,0–14,0	5C–0,7	3,0–4,0	0,020	0,035
03X17H14M3	не більше 0,03	не більше 0,4	1,0–2,0	16,8–18,3	13,5–15,0	–	2,2–2,8	0,020	0,030
Аустенітно-феритна									
08X22H6T	не більше 0,08	0,8	0,8	21,0–23,0	5,3–6,3	5C–0,65	–	0,025	0,035
08X21H6M2T	не більше 0,08	0,8	0,8	20,0–22,0	5,5–6,5	0,20–0,40	1,8–2,5	0,025	0,035
03X22H6M2	не більше 0,03	не більше 0,4	1,0–2,0	21,0–23,0	5,5–6,5	–	1,8–2,5	0,020	0,035

Таблиця 3.16.1.8.1. Види випробувань напівфабрикатів із корозійностійкої сталі

Характеристики, що визначаються	Класифікація сталей							
	M-1	MF-2	F-3	AM-4	A-5	A-6	A-7	AF-8
Механічні властивості при 20°C:								
тимчасовий опір, R_m	+	+	+	+	+	+	+	+
границя плинності, $R_{p0.2}$	+	+	+	+	+	+	+	+
відносне подовження, A_5	+	+	+	+	+	+	+	+
відносне звуження, Z	+	+	+	+	+	+	+	+
Те саме при температурі експлуатації	¹	¹	¹	¹	¹	¹	¹	¹
Ударна в'язкість при +20°C, KCV^{+20°	+	+	+	+	–	–	–	+
Ударна в'язкість при мінусовій температурі, KCV	¹	¹	–	¹	¹	¹	¹	¹
Робота удару при мінусовій температурі, KV	–	–	–	–	¹	¹	¹	+
Стійкість до міжкристалітної корозії	²	+	+	+	+	+	+	+
Контроль макроструктури	+	+	+	+	+	+	+	+
Контроль α -фази	–	–	–	–	¹	¹	¹	–
Контроль величини зерна	–	–	+	¹	¹	¹	¹	¹
Технологічні випробування	¹	¹	¹	¹	¹	¹	¹	¹
Неруйнівний контроль	+	+	+	+	+	+	+	+
Контроль вмісту неметалевих включень	¹	¹	¹	¹	¹	¹	¹	¹
Визначення або підтвердження критичної температури крихкості	¹	¹	¹	¹	–	–	–	–

Закінчення табл.3.16.1.8.1¹ При указанні в погодженій документації.² Тільки для сталі марки 07X16H4Б**3.16.1.9 Маркування і документи.**

Ідентифікація, маркування та документи, які видаються, — у відповідності до вимог 1.4.

Кожний напівфабрикат із корозійностійкої сталі повинний мати тавро Регістра.

3.16.2 Прокат.

3.16.2.1 Ці вимоги розповсюджуються на листову, штабову і профільну корозійностійку сталь товщиною до 50мм, а також на гарячекатану і ковану сталь круглого, квадратного та прямокутного перерізів діаметром або товщиною до 200мм.

3.16.2.2 Механічні властивості сталі при 20°C повинні бути не гірші наведених у табл. 3.16.2.2.

Таблиця 3.16.2.2 Механічні властивості прокату із корозійностійкої сталі

Категорія сталі	Тимчасовий опір R_m , МПа, min	Границя плинності $R_{p0,2}$, МПа, min	Відносне подовження A_5 , %, min
М-1	650	440	16
	850	735	13
MF-2	690	540	12
F-3	440	—	18
A-5	440	175	45
	490	195	35
A-6	440	185	40
	510	200	35
A-7	650	300	35
AF-8	580	340	20
	650	450	25
	760	550	15

При визначенні механічних властивостей сортового прокату на поперечних зразках допускається зниження норм відповідно до вказівок національних і міжнародних стандартів.

3.16.2.3 Обсяг випробувань.

Кількість проб і розмір партії для прокату визначається наступним чином:

для листової сталі та широкоштабового прокату і широкоштабової сталі (≥ 600 мм) товщиною більше 20мм від кожного розкату довжиною більше 10м і масою більше 5т проби для випробувань добираються із обох кінців. У інших випадках проба добирається із одного кінця розкату;

для листової сталі та широкоштабового прокату і широкоштабової сталі (≥ 600 мм) товщиною менше 20мм від одного листа від партії, що складається не більше ніж із 20 листів, проби для випробувань добираються із одного кінця;

для рулонної сталі від кожного рулону проби для випробувань добираються із обох кінців;

для сортової та профільної сталі від одного напівфабрикату від партії, що складається не більше ніж із 50шт. масою, яка не перевищує 5т, проби для випробувань добираються із одного кінця.

В одну партію можуть бути об'єднані листи, які відрізняються за товщиною не більше ніж на 5мм.

Як правило, із кожної проби листової, сортової сталі та широкоштабового прокату і широкоштабової сталі виготовляють:

для випробувань на розтягування — по одному зразку;

для визначення ударної в'язкості — по два зразки;

для визначення схильності до міжкристалічної корозії аустенітних сталей — один комплект зразків (не менше двох штук), аустенітно-феритних і аустенітно-мартенситних — два комплекти зразків (не менше чотирьох штук), один із яких контрольний;

для контролю макроструктури — не менше одного темплету.

3.16.2.4 Огляд.

Контролю поверхні, розмірів піддають всі листи і прутки партії. Прокат не повинний мати дефектів, які перешкоджають його застосуванню за призначенням. Відсутність недопустимих дефектів повинна гарантуватися виробником та може бути підтверджена неруйнівним контролем.

Неруйнівний контроль проводиться за національними стандартами.

Поверхневі дефекти, обумовлені способом виготовлення, допускаються, якщо їх глибина не виходить за межі допустимих відхилень порівняно із номінальною товщиною.

Допускається заварювання дефектних місць у випадках, коли глибина вибирань, що утворилися після видалення дефектів, не перевищує 20% від номінальної товщини заготовки, а сумарна площа вибирань – 2% від загальної площі заготовки.

У випадку збігу проєкцій місць заварювань за товщиною на обох боках заготовки допустимі глибини вибирань не повинні сумарно перевищувати за величиною глибини, допустиму для вибирання з одного боку даної заготовки.

Заварювання, контроль місць ремонту і термічна обробка (за необхідності) повинні проводитися за технологічною документацією підприємства-виробника, погодженою із інспектором Регістру, з наступним позначенням розміщення відремонтованих місць у додатку до сертифіката.

3.16.3 Поковки.

3.16.3.1 Ці вимоги розповсюджуються на напівфабрикати, які виготовляються куванням і гарячим штампуванням.

3.16.3.2 Механічні властивості поковок і штамповок, до яких пред'являються вимоги щодо стійкості до міжкристалітної корозії, повинні бути не гірші наведених у табл. 3.16.3.2-1.

Поковки і штамповки, до яких не пред'являються вимоги щодо стійкості до міжкристалітної корозії, за своїми механічними властивостями повинні задовольняти вимоги табл. 3.16.3.2-2.

У наведених таблицях механічні властивості, визначені на поздовжніх зразках, наведені для напівфабрикатів, діаметр (товщина) яких не перевищує 300мм.

Для поковок більших розмірів норми механічних властивостей встановлюються виробником відповідно до діючих стандартів і підлягають погодженню з Регістром.

Таблиця 3.16.3.2-1. Механічні властивості поковок і штамповок із корозійностійкої сталі, до яких пред'являються вимоги щодо стійкості до міжкристалітної корозії

Категорія сталі	Тимчасовий опір R_m , МПа, min	Границя плинності $R_{p0,2}$, МПа, min	Відносне подовження A_5 , %, min
M-1	880	690	12
MF-2	690	540	12
AM-4	730	540	12
A-5	490	190	38
A-6	510	210	38
AF-8	590	340	17

Таблиця 3.16.3.2-2. Механічні властивості поковок і штамповок із корозійностійкої сталі, до яких не пред'являються вимоги щодо стійкості до міжкристалітної корозії

Категорія сталі	Тимчасовий опір R_m , МПа, min	Границя плинності $R_{p0,2}$, МПа, min	Відносне подовження A_5 , %, min
M-1	650	440	13
MF-2	690	540	12
AM-4	730	630	10
	880	730	12

При визначенні механічних властивостей поковок на поперечних, радіальних або тангенціальних зразках допускається зниження норм механічних властивостей або відповідно до вказівок національних і міжнародних стандартів, або на величини, наведені у табл.3.16.3.2-3.

Таблиця 3.16.3.2-3. Норми допустимого зниження механічних характеристик при випробуванні на поперечних, радіальних і тангенціальних зразках, %

Показники механічних властивостей	Види зразків			
	Поперечні	Радіальні	Тангенціальні для заготовок діаметром (товщиною), мм	
			до 300	більше 300
Границя плинності $R_{p0,2}$, МПа	10	10	5,0	5,0
Тимчасовий опір R_m , МПа	10	10	5,0	5,0
Відносне подовження A_5 , %	50	35	25	30
Відносне звуження Z , %	50	40	25	30
Ударна в'язкість KCU , Дж/см ²	50	40	25	30

Закінчення табл. 3.16.3.2-3

Примітки: 1. Для поковок типу «кілець» діаметром більше 1000мм, які виготовляються розкатуванням, норми механічних властивостей, отримані при випробуванні тангенціальних зразків, встановлюються за нормами для поздовжніх зразків.

2. Ударна в'язкість у будь-якому випадку повинна бути не нижче 30Дж/см², а відносне подовження – не нижче 9%.

3.16.3.3 Обсяг випробувань.

Кількість проб і розмір партії для поковок і штамповок із корозійностійкої сталі визначається наступним чином:

для поковок і штамповок масою, рівною або менше 20кг, – від одного напівфабрикату партії, що складається не більше ніж із 30шт. Проби добираються від одного кінця напівфабрикату;

для поковок і штамповок масою від 20 до 1000кг – від одного напівфабрикату від партії, що складається не більше ніж із 10шт. Проби добираються від одного кінця напівфабрикату;

для поковок і штамповок масою більше 1000кг – від кожної поковки. При довжині 3м і більше – від двох кінців кожної поковки.

За погодженням із Регістром допускається об'єднувати у партію поковки, виготовлені за різними кресленнями, але близькі за формою і якщо вони відрізняються перерізом не більше ніж на 25%.

Як правило, із кожної проби виготовляють:

для випробувань на розтягування – по одному зразку,

для визначення ударної в'язкості – по два зразки;

для випробувань на стійкість проти міжкристалітної корозії (МКК) – 4 зразки, два з яких контрольні,

для контролю макроструктури – не менше одного зразка.

3.16.3.4 Огляд.

Контролю поверхні і розмірів піддають всі поковки і штамповки партії. Відсутність недопустимих дефектів повинна гарантуватися виробником та може бути підтверджена неруйнівними методами контролю, якщо це обумовлено в документації на замовлення.

Можливість заварювання дефектів розглядається Регістром у кожному конкретному випадку і допускається, як правило, тільки в малому обсязі та у місцях, що не сприймають значних напружень. Технологія ремонту і методика контролю підлягають погодженню із Регістром.

Після закінчення ремонту заварюванням його місця і результати контролю повинні фіксуватися на кресленні або ескізі поковки і додаватися до сертифіката.

3.16.4 Труби.

3.16.4.1 Ці вимоги розповсюджуються на гаряче- і холоднодеформовані труби з корозійностійкої сталі.

3.16.4.2 Механічні властивості труб повинні бути не гірші вказаних у табл. 3.16.4.2.

Таблиця 3.16.4.2. Механічні властивості труб

Категорія сталі	Тимчасовий опір R_m , МПа, min	Границя плинності $R_{p0,2}$, МПа, min	Відносне подовження A_5 , %, min
A-5	490	175	30
	549	186	35
A-6	490	185	30
	529	216	30
AF-8	580	200	20
	690	450	25
	760	550	15
	800	550	25

3.16.4.3 Обсяг випробувань.

Величина партії труб визначається наступним:

при зовнішньому діаметрі труб 76мм і менше – 300шт.,

при зовнішньому діаметрі труб більше 76мм – 200шт.

Проби добираються з одного кінця не менше ніж від двох труб від партії.

Якщо інше не обумовлене Регістром або стандартами, то від кожної проби добираються зразки для випробувань:

на розтягування – 1 зразок;

на сплюснення або розтягування кілець – 1 зразок;

на роздавання – 1 зразок;

для випробувань на стійкість проти міжкристалітної корозії труб зі сталі аустенітного класу виготовляють один комплект зразків (не менше двох штук); для випробувань труб аустенітно-феритного класу – два комплекти зразків (не менше чотирьох штук), один із яких контрольний;

контролю гідравлічним тиском і ультразвуковому контролю піддають кожну трубу.

3.16.4.4 Огляд.

Усі труби повинні піддаватися зовнішньому і внутрішньому контролю поверхні. Відсутність недопустимих дефектів повинна гарантуватися виробником і повинна бути підтверджена неруйнівними методами контролю.

3.17 ПЛАКОВАНА СТАЛЬ

3.17.1 Загальні вимоги.

3.17.1.1 Ці вимоги поширюються на сталеві листи із низьколегованого металу, плаковані із однієї або із двох сторін тонким шаром нержавіючої сталі, що підлягають нагляду Регістру під час їх виготовлення, які призначені для танків, посудин і цистерн, що підлягають технічному нагляду Регістру, а також для льодових поясів криголамів, суден арктичного плавання, плавучих бурових установок і морських стаціонарних платформ.

3.17.1.2 Плакована сталь повинна виготовлятися згідно національним і міжнародним стандартам або специфікаціями підприємства. Представнику Регістру, який здійснює технічний нагляд на підприємстві-виробнику плакованих листів, яке не має плавильного виробництва усіх складових двошарової сталі, повинні представлятися сертифікати виробника заготовок, які відповідають вимогам цієї частини Правил.

3.17.1.3 Як основний шар двошарової сталі повинний застосовуватися суднобудівний прокат із границею плинності від 235МПа до 690МПа категорій від В до F у відповідності із вимогами **3.2**, **3.5**, **3.13** і **3.14**.

Вибір сталі повинний здійснюватися у відповідності із призначенням конструкції (див. **1.2** частини II «Корпус» цих Правил і **1.5** частини II «Корпус» Правил класифікації, побудови і обладнання ПБУ/МСП, виходячи із розрахункової температури експлуатації матеріалу T_p , відповідальності елементу конструкції (спеціальні чи основні), товщини основного шару, вимог до Z-властивостей та умов навантаження.

У випадках, не регламентованих табл. 1.5.1.2 частини II «Корпус» Правил класифікації, побудови і обладнання ПБУ/МСП, вибір категорії сталі для основного шару повинний задовольняти вимоги **3.17.4.1.9** і **3.17.4.1.11**, **3.2** і **3.5** цієї частини Правил, а також вимоги **3.2** частини XII «Матеріали» Правил класифікації, побудови і обладнання ПБУ/МСП. Основний метал повинний мати товщину більше 10мм.

Як плакувальний шар повинні застосовуватися аустенітні або аустенітно-феритні корозійностійкі (нержавіючі) сталі (А і АF класів), хімічний склад і властивості яких повинні відповідати вимогам **3.16**.

Використання інших сортів корозійностійких матеріалів як плакувального шару, повинне бути погоджене із Регістром. Номінальна товщина плакувального шару повинна бути не менше 2мм.

Вибір сталі плакувального шару здійснюється із урахуванням конкретних умов експлуатації.

3.17.1.4 Плакування листів може здійснюватися методом гарячої прокатки (пакетний метод), зварюванням вибухом, наплавленням чи комбінацією цих способів.

3.17.2 Хімічний склад і механічні властивості.

3.17.2.1 Хімічний склад і механічні властивості основного матеріалу повинні відповідати вимогам **3.2**, **3.5**, **3.13** і **3.14**.

У відповідності із вимогами зазначених підрозділів, якщо не застережене інше, здійснюється добір проб і випробування металу основного шару.

3.17.2.2 Хімічний склад і механічні властивості плакувального шару повинні відповідати вимогам **3.16**.

3.17.2.3 Застосовування плакованої сталі для конкретних умов експлуатації повинно погоджуватися у кожному конкретному випадку.

3.17.3 Стан постачання.

3.17.3.1 Плаковані корозійностійкими сталями листи повинні постачатися у стані прокатки, для забезпечення властивостей металу основного шару може проводитися термообробка. При цьому корозійна стійкість плакувального шару після термообробки повинна відповідати вимогам **3.16**.

Вид і режими термообробки повинні задовольняти вимоги стандартів і бути погоджені із Регістром у процесі первісного огляду підприємства.

3.17.4 Обсяг випробувань.

3.17.4.1 Обсяг випробувань при первісному огляді визначається програмою, яка повинна бути погоджена із Регістром.

Додатково, можуть проводитися наступні випробування:

випробування на розтягування зразка із плакованого листа натурної товщини;

випробування на згин зразків із плакуванням;

випробування на зріз плакувального шару;

випробування плакувального шару на стійкість проти міжкристалітної корозії (МКК);

випробування по визначенню зет-властивостей основного шару;

випробування по визначенню холодостійкості основного шару.

3.17.4.1.1 Міцність плакованих листів натурної товщини при розтягуванні.

Випробування на розтягування зразків із плакованого листа натурної товщини проводиться для визначення границі міцності і границі плинності плакованої сталі. При сумарній товщині менше 20мм при випробуванні на розтягування плакований лист повинний відповідати наступним вимогам:

$$R \geq (R_o \cdot t_o + R_n \cdot t_n) / t, \quad (3.17.4.1.1)$$

де R — номінальне значення тимчасового опору або границі плинності плакованого листа, МПа;

R_o , R_n — номінальне значення тимчасового опору R_m або границі плинності $R_{0.2}$ (σ_m , $\sigma_{0.2}$) для металу основного шару (о) і плакувального шару (п), МПа;

t_o , t_n — номінальна товщина, мм, основного шару (о) і плакувального шару (п), відповідно;

t — номінальна товщина, мм, плакованого листа.

3.17.4.1.2 Визначення опору розшаруванню.

Випробування на згин зразків із плакуванням проводиться для якісної оцінки міцності зчеплення основного шару і плакувального шару. Критерієм якості є відсутність розшарування при згині.

Для випробування на згин добираються по три зразки із двох кінців кожного листа.

Один зразок для згину плакують із розтягнутої сторони, другий зразок для згину плакують на стиснутій стороні. Третій зразок випробовується на боковий згин. Плакування при цьому повинне бути розташоване вертикально.

Методика виготовлення зразків і проведення випробувань повинна відповідати документації виробника, національним чи міжнародним стандартам.

3.17.4.1.3 Випробування на зріз плакувального шару.

Для випробування на зріз добираються по два зразки із двох кінців кожного листа. Вісь зразка повинна бути поперечна відносно напрямку прокатки.

Випробування необхідно проводити згідно вимог відповідного національного стандарту, ASTM 264 чи DIN 50162.

Величина опору зрізу плакувального шару повинна бути не менше 140Н/мм².

3.17.4.1.4 Випробування плакувального шару на стійкість проти міжкристалітної корозії (МКК).

Плакувальний шар не повинний бути схильний до МКК.

Випробування по визначенню корозійної стійкості плакованої сталі проводяться згідно національному або міжнародному стандарту.

У будь-якому випадку методика випробувань повинна бути попередньо погоджена із Регістром.

Стійкість проти МКК перевіряється на кожній плавці металу, яка використовується для плакування.

3.17.4.1.5 Зет-властивості.

Зет-властивості визначаються у плакованій сталі із основним шаром товщиною від 20мм до 100мм із границею плинності до 690МПа включно.

Перед виготовленням зразків для визначення зет-властивостей плакувальний шар видаляється цілком.

Критерієм зет-властивостей є значення величини відносного звуження поперечного перерізу при випробуванні на осьове розтягування до руйнування циліндричного зразка, вирізаного так, що його

поздовжня вісь перпендикулярна площині листа, а середина зразка є серединою товщини металу основного шару.

Примітка: При виборі типорозміру зразка враховують два головні фактори:

діаметр робочої частини d ;

коефіцієнт кратності l/d або відношення довжини робочої частини l до діаметру робочої частини d .

Мінімальне значення $d_{\min} = 4\text{ мм}$.

Мінімальне значення $l_{\min} = 1,5d$.

Використання $d_{\min}$ і $l_{\min}$ дозволяє виготовляти монолітний зразок діаметром $d = 4\text{ мм}$ без приварних частин для захвату, при товщині металу від 18 до 27 мм.

Монолітний зразок діаметром $d = 6\text{ мм}$ можна застосовувати для металу товщиною від 27 мм до 45 мм, а діаметром $d = 10\text{ мм}$ - для металу товщиною більше 45 мм.

Для конструкцій спеціального призначення плавучих бурових установок і морських стаціонарних платформ середня величина відносного звуження Z_Z трьох зразків, добраних від кожного листа у напрямку товщини основного шару плакованого листа, повинна становити не менше 35%, причому один результат випробування може бути нижче 35%, але не нижче 25%.

Для основних конструкцій плавучих бурових установок і морських стаціонарних платформ середня величина відносного звуження Z_Z трьох випробуваних зразків повинна становити не менше 25%, причому один результат випробування може бути нижче 25%, але не нижче 15%.

Зет-сталь для основного шару плакованої сталі повинна відповідати вимогам 3.14 до сталі категорій Z35 і Z25. Методика визначення опору шаруватому руйнуванню плакованої сталі повинна бути погоджена Регістром.

Якщо при визначенні Z_Z не досягає запропонованого мінімального значення або якщо окремий результат випробування знаходиться нижче запропонованого, то повинні проводитися додаткові випробування на трьох нових зразках. Середнє значення по результатах шести випробувань повинне бути не нижче запропонованого. Жодне окреме значення із трьох нових результатів не повинне бути нижче запропонованого для нього мінімального значення.

3.17.4.1.6 Холодостійкість основного шару визначається випробуваннями по визначенню наступних параметрів:

.1 температури в'язко-крихкого переходу $T_{\text{КБ}}$;

.2 температури нульової пластичності NTD.

Визначення цих температур повинне проводитися у відповідності із розд.2 частини XII «Матеріали» Правил класифікації, побудови і обладнання ПБУ/МСП.

3.17.4.1.7 Випробування по визначенню температури $T_{\text{КБ}}$.

Температура $T_{\text{КБ}}$ є температурою в'язко-крихкого переходу і характеризується 70% волокнистою складовою у зламі зразка натурної товщини.

Виконані випробування визначення температури $T_{\text{КБ}}$ дозволяють оцінити температуру гальмування крихкої тріщини $T_{\text{кр}}$ у металі натурної (від 14 до 100 мм) товщини за умов:

$$T_{\text{кр}} \geq 0,9T_{\text{КБ}} - 10^\circ\text{C}.$$

Виготовлення зразків для визначення $T_{\text{КБ}}$ плакованої сталі здійснюють із металу основного шару натурної товщини після видалення плакування і частини основного шару товщиною не більше 0,5 мм на стороні плакування.

Методика проведення випробування повинна бути погоджена із Регістром.

Проби для виготовлення зразків для визначення $T_{\text{КБ}}$ повинні добиратися із місць, максимально наближених до місця добору проб для визначення механічних властивостей металу основного шару.

Товщина зразків повинна відповідати товщині основного шару після видалення плакування, розміри зразків вибирають із умов їх оптимального співвідношення із товщиною:

висота зразка $W = 3\delta \pm 3\text{ мм}$;

довжина $L = 4W + \delta = 13\delta \pm 10\text{ мм}$;

глибина надрізу

$\alpha = \frac{1}{3} W = \delta \pm 1\text{ мм}$;

відстань між опорами при трьохточковому вигині

$l = 4 W = 12\delta \pm 10\text{ мм}$;

радіус надрізу:

$R = 3^{+0,5}\text{ мм}$ при товщині металу до 32 мм включно,

$R = 3^{+2}\text{ мм}$ при товщині металу більше 32 мм;

ширина надрізу при його виконанні газовим різанням є технологічною величиною.

Отримане значення температури T_{KB} повинне бути підтверджене випробуванням трьох зразків. Якщо у двох, із трьох, випадках у зламах міститься $70 \pm 5\%$ волокнистої складової, то ця температура приймається за T_{KB} .

3.17.4.1.8 Випробування вантажем, що падає, для визначення температури нульової пластичності NDT.

Температурою NDT є температура, за якої відбувається руйнування стандартних зразків із крихким надрізаним наплавленням, які випробовуються на згин вантажем, що падає.

Прогин зразків при випробуваннях повинний обмежуватися стопором і відповідати стандарту ASTM E208.

Виготовлення зразків для визначення NDT плакованої сталі виконують із металу основного шару. Поверхня зразка, що розтягується для визначення NDT, повинна збігатися із протилежною плакуванню поверхнею основного шару і залишатися у початковому стані.

Технологія виготовлення зразків, типи зразків, обладнання, оснастка, засоби вимірювань і умови коректності отриманих значень NDT повинні відповідати вимогам 2.3 частини XII «Матеріали» Правил класифікації, побудови і обладнання ПБУ/МСП. Методика випробувань вантажем, що падає для визначення NDT, повинна бути погоджена із Регістром.

3.17.4.1.9 Вимоги до металу основного шару плакованої сталі по температурам T_{KB} і NDT.

Для спеціальних елементів конструкцій льодового поясу, що піддаються безпосередньому впливу динамічних льодових чи сейсмічних навантажень, матеріал яких повинний гарантовано гальмувати крихку тріщину при розрахунковій температурі експлуатації T_p , необхідно дотримувати умови:

по температурі T_{KB} :

$T_{KB} \leq 1,1T_p + 10^\circ\text{C}$ – при товщині металу від 14 до 100мм;

по температурі NDT:

$NDT \leq T_p$ – для товщини $t \leq 15\text{мм}$;

$NDT \leq T_p - 10^\circ\text{C}$ – для $15 < t \leq 20\text{мм}$;

$NDT \leq T_p - 20^\circ\text{C}$ – для $20 < t \leq 30\text{мм}$;

$NDT \leq T_p - 25^\circ\text{C}$ – для $30 < t \leq 40\text{мм}$.

3.17.4.1.10 Для спеціальних елементів конструкцій льодового поясу, які не підпадають під вимоги 3.17.4.1.9, і основних елементів, що знаходяться під впливом циклічних льодових, вітрохвильових і сейсмічних навантажень, тільки по температурі NDT повинні дотримуватися умови:

$NDT \leq T_p$ – для товщини $t \leq 15\text{мм}$;

$NDT \leq T_p - 10^\circ\text{C}$ – для $15 < t \leq 20\text{мм}$.

3.17.4.1.11 Сталі із вимогами властивостей по тріщиностійкості.

Плакована сталь для конструкцій, що працюють при низьких кліматичних температурах до -50°C може випробуватися для визначення характеристики тріщиностійкості CTOD, що представляє собою критичне значення розкриття тріщини, виражене у міліметрах і зв'язане із певним видом поширення тріщини при статичному навантаженні.

Випробування по визначенню CTOD виконується на зразках, вирізаних із металу основного шару після видалення плакувального шару і частини основного шару товщиною не більше 0,5мм.

Випробування по визначенню CTOD виконується за погодженою із Регістром методикою у відповідності вимогам 2.2 частини XII «Матеріали» Правил класифікації, побудови і обладнання ПБУ/МСП чи міжнародних стандартів, наприклад BS7448, частина 2.

Вимоги до значень CTOD для металу основного шару плакованої сталі для спеціальних і основних конструкцій повинні бути не нижче наведених у табл. 3.17.4.1.11-1 і 3.17.4.1.11-2.

Таблиця 3.17.4.1.11-1 Значення CTOD для металу основного шару плакованої сталі у залежності від товщини і рівня міцності сталі для елементів основних конструкцій

Товщина, мм, не більше	Рівень міцності (необхідне мінімальне значення границі плинності, МПа)									
	*	315	355	390	420	460	500	550	620	690
20	0,08	0,08	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15	0,15	0,20
30	0,08	0,10	0,15	0,15	0,15	0,20	0,20	0,20	0,25	0,25
40	0,15	0,15	0,20	0,20	0,20	0,25	0,25	0,30	0,35	0,35
50	0,20	0,20	0,20	0,25	0,25	0,30	0,30	0,35	0,40	0,45

* Сталь нормального рівня міцності

Таблиця 3.17.4.1.11-2 Значення CTOD для металу основного шару плакованої сталі у залежності від товщини і рівня міцності сталі для елементів основних конструкцій, а також для металу ЗТВ основного шару елементів спеціальних конструкцій

Товщина, мм, не більше	Рівень міцності(необхідне мінімальне значення границі плинності, МПа)									
	*	315	355	390	420	460	500	550	620	690
20	0,08	0,08	0,08	0,08	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15
30	0,08	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15	0,20	0,20
40	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15	0,15	0,20	0,20	0,20	0,25
50	0,10	0,15	0,15	0,20	0,20	0,20	0,20	0,25	0,25	0,30
* Сталь нормального рівня міцності										

3.17.4.1.12 Додаткові випробування зварних з'єднань для конструкцій льодового поясу.

3.17.4.1.12.1 Вимоги поширюються на зварні з'єднання елементів льодового поясу спеціальних і основних конструкцій плавучих бурових установок і морських стаціонарних платформ, виготовлених із плакованої сталі і призначених для роботи при низьких температурах і впливу динамічних льодових чи сейсмічних навантажень.

3.17.4.1.12.2 Зварні з'єднання плакованої сталі повинні виконуватися і контролюватися у відповідності із загальними вимогами підрозд. 1.3 частини XIV «Зварювання» цих Правил, а також розд.1 та підрозд. 2.1 - 2.5, 2.6.1.4, 2.9.3 частини XIII «Зварювання» Правил класифікації, побудови і обладнання ПБУ/МСП.

Конструкції льодових поясів із плакованих сталей повинні зварюватися допущеними Регістром зварювальними матеріалами, виготовленими на визнаних Регістром підприємствах.

Зварювальні матеріали для основного шару повинні відповідати вимогам 4.1, 4.2, 4.5, 4.6, а для плакувального шару — вимогам 4.8 частини XIV «Зварювання» цих Правил.

3.17.4.1.12.3 Зварні з'єднання плакованої сталі, відповідні 3.17.4.1.12.1 і 3.17.4.1.12.2, додатково можуть піддаватися випробування для визначення параметру тріщиностійкості CTOD і стійкості проти МКК.

3.17.4.1.12.4 Проби для виготовлення зразків для випробування на CTOD відбирають із зварних стикових з'єднань плакованої сталі. Для цього після зварювання проводиться видалення плакувального шару включаючи і наплавлений на зварний шов.

Для визначення тріщиностійкості зони термічного впливу (ЗТВ) рекомендується застосовувати зварювання із спеціальним обробленням кромки (К-чи V-подібним), що дозволяє розташувати фронт тріщини у потрібному шарі ЗТВ.

Технологічний процес зварювання повинний бути схвалений Регістром.

Випробування по визначенню CTOD підготовлених таким чином зразків виконується у відповідності вимогам 2.2 частини XII «Матеріали» Правил класифікації, побудови і обладнання ПБУ/МСП.

3.17.4.1.12.5 Вимоги до значень CTOD металу ЗТВ елементів спеціальних конструкцій у залежності від товщини рівня міцності металу основного шару плакованої сталі повинні бути не нижче наведених у табл. 3.17.4.1.10-2.

Примітка: Випробування зварних з'єднань плакованої сталі по визначенню параметру тріщиностійкості CTOD у обсязі вимог 3.17.4.1.12.3, 3.17.4.1.12.4 і 3.17.4.1.12.5 можуть не проводитися, а при сертифікації можуть бути враховані результати, отримані на зварних з'єднаннях металу основного шару.

3.17.4.1.12.6 Зразки для перевірки стійкості зварних з'єднань плакованої сталі проти МКК вирізаються із плакованого шару зварних стикових з'єднань таким чином, щоб ЗТВ плакування знаходилася у середній частині зразка у вигляді пластини розміром 2x25x80мм.

Прискорені випробування цих зразків на стійкість до МКК проводяться так, як вимагається у 3.17.4.1.4 для металу плакування, а потім їх згинають на кут, відповідний вимогам національного чи міжнародного стандарту.

Наявність тріщин на розтягнутій стороні вигину свідчить про схильність до МКК.

Відсутність тріщин свідчить про стійкість до МКК.

3.17.4.1.12.7 Стійкість проти МКК зварних з'єднань перевіряється для кожного способу зварювання кожної партії плакованих листів, що мають плакування із однієї партії і виготовлених однаковим способом.

3.17.4.1.12.8 Методика випробування зварних з'єднань на стійкість проти МКК повинна бути попередньо погоджена із Регістром.

3.17.4.2 Обсяг випробувань у процесі виготовлення сталі на визнаному Регістром підприємстві визначається схваленою Регістром документацією із урахуванням додаткових вимог контракту, якщо такі є.

3.17.4.2.1 Обсяг випробувань для металу основного шару із сталі нормальної і підвищеної міцності повинний відповідати вимогам **3.2**, із сталі категорії F підвищеної міцності — вимогам **3.5**, із сталі високої міцності — вимогам **3.13**, із сталі із гарантованими властивостями по товщині — вимогам **3.14**.

3.17.4.2.2 Крім зазначеного може виникнути необхідність виконання випробувань у наступному обсязі:

визначення опору розшаруванню при згині трьох зразків. Один зразок згинається плакуванням із розтягнутої сторони. Другий — плакуванням із сторони стиску при згині. Третій зразок випробовують на боковий згин при вертикальному розташуванні плакування;

визначення опору на зріз плакувального шару;

визначення опору плакувального шару міжкристалітній корозії у відповідності із **3.17.4.1.4**;

усі листи піддають ультразвуковому контролю безперервності зони зчеплення шарів і безперервності основного шару по усій поверхні листа.

Показники безперервності і технологія УЗК повинні відповідати вимогам документації виробника, національних чи міжнародних стандартів.

Обсяг випробувань погоджується із Регістром до початку здійснення технічного нагляду на підприємстві.

3.17.5 Огляд

3.17.5.1 Контролю поверхні піддаються усі листи. Відсутність недопустимих дефектів повинна гарантуватися виробником.

Якість поверхні листів після перевірки підприємством-виробником повинна бути проконтрольована інспектором Регістра.

3.17.5.2 Стан поверхні плакувального шару повинний відповідати вимогам **3.16.2.4**.

На поверхні плакування не повинно бути гарту, кольорів мінливості і таких дефектів, які можуть впливати на хімічну стійкість і оброблюваність плакованих листів.

Поверхневі дефекти, обумовлені способом виготовлення, допускаються, якщо їх глибина не виходить за межі мінусових відхилень товщини шару, що плакує, зазначених у табл. 3.17.5.7.

3.17.5.3 Поверхневі дефекти плакувального шару, що знаходяться у межах допуску на його товщину, повинні бути зашліфовані так, щоб дотримувався плавний перехід від виправленої ділянки до поверхні решти металу.

Плакування, що залишилося, повинне бути товщиною не менше номінальної із урахуванням допуску на нижній розмір, за табл. 3.17.5.7.

3.17.5.4 Поверхневі дефекти, після шліфування яких товщина плакування стала менша ніж допускається, усуваються наплавленням за умови, що загальна площа усіх заварених дефектів не перевищує 5% площі плакування.

Усі листи повинні піддаватися ультразвуковому контролю.

3.17.5.5 Якщо після шліфування дефектів товщина плакування, що залишилася, стає менша, ніж половина гарантованої номінальної товщини, необхідно видалити плакування, що залишилося до основного шару, дотримуючи плавні переходи місця видалення, а потім відновити наплавленням увесь шар, що плакує.

3.17.5.6 Якість зчеплення шарів визначається за допомогою ультразвукового контролю, що повинне бути зазначене у документації виробника.

Порушення суцільності, які перевершують розміри, зазначені у технічних умовах, специфікації або відповідному стандарті повинні бути відремонтовані або вилучені. Процедура ремонту наплавленням повинна бути погоджена із Регістром із дотриманням наступних умов.

3.17.5.6.1 Наплавлення повинне виконуватися кваліфікованими зварниками, схваленими Регістром матеріалами і способами.

3.17.5.6.2 Усі наплавлення не повинні мати тріщин, непроварів, підрізів, шлаків та інших дефектів, які можуть знижувати якість плакування.

Якщо процес зварювання зв'язаний із оплавленням основного матеріалу, то на нього повинно наплаватися не менше двох шарів плакувального металу.

3.17.5.6.3 Після зварювання усунутий дефект необхідно зашліфувати урівень із поверхнею плакування.

Остаточню відремонтовані листи повинні бути пред'явлені представнику Регістра.

Якість усунення дефектів необхідно підтвердити неруйнівним способом контролю.

3.17.5.6.4 Для кожного виправлення наплавленням виробник повинний надати інспектору звіт, у якому повинні бути зазначені розміри і місце дефектів, технологія ремонту наплавленням, вид проведеної при необхідності термообробки і результати перевірки якості усунення дефектів.

3.17.5.6.1 Наплавлення повинне виконуватися кваліфікованими зварниками, схваленими Регістром матеріалами і способами.

3.17.5.6.2 Усі наплавлення не повинні мати тріщин, непроварів, підрізів, шлаків та інших дефектів, які можуть знижувати якість плакування.

Якщо процес зварювання зв'язаний із оплавленням основного матеріалу, то на нього повинно наплавлятися не менше двох шарів плакувального металу.

3.17.5.6.3 Після зварювання усунутий дефект необхідно зашліфувати урівень із поверхнею плакування.

Остаточню відремонтовані листи повинні бути пред'явлені представнику Регістра.

Якість усунення дефектів необхідно підтвердити неруйнівним способом контролю.

3.17.5.6.4 Для кожного виправлення наплавленням виробник повинний надати інспектору звіт, у якому повинні бути зазначені розміри і місце дефектів, технологія ремонту наплавленням, вид проведеної при необхідності термообробки і результати перевірки якості усунення дефектів.

3.17.5.6.5 Виправлення дефектів поверхні основного шару зварюванням не допускається.

3.17.5.7 Граничні відхилення товщини плакування, якщо у замовленні не установлені більше жорсткі допуски, повинні відповідати зазначеним у табл. 3.17.5.7.

Виміри товщини плакування необхідно виконувати на відстані не менше 10мм від кромки листа.

Таблиця 3.17.5.7 Граничні відхилення товщини плакувального шару

Номинальна товщина, мм	Допустимі відхилення, мм
$\geq 2,0 < 3,0$	$\pm 0,20$
$\geq 3,0 < 3,5$	$\pm 0,30$
$\geq 3,5 < 4,0$	$\pm 0,35$
$\geq 4,0 < 5,0$	$\pm 0,40$
$\geq 5,0$	$\pm 0,45$

3.17.6 Маркування виконується згідно вимог 1.4.

3.18 КОРОЗІЙНОСТІЙКА (НЕРЖАВІЮЧА) СТАЛЬ НОРМАЛЬНОЇ І ПІДВИЩЕНОЇ МІЦНОСТІ ДЛЯ ВАНТАЖНИХ ТАНКІВ НАФТОНАЛИВНИХ СУДЕН

3.18.1 Область застосування.

3.18.1.1 Ці вимоги застосовуються до корозійностійкої сталі нормальної і підвищеної міцності для використання в якості альтернативних заходів захисту від корозії для вантажних танків нафтоналивних суден у відповідності з правилом II-1/3-11 СОЛАС-74 з поправками (резолюція MSC.289 (87) «Стандарт якості альтернативних заходів захисту від корозії для вантажних танків нафтоналивних суден, що перевозять сиру нафту»).

3.18.1.2 Ці вимоги в основному поширюються на корозійностійку сталь наступних видів і товщини:

сталевий листовий і широкоштабовий прокат;

всі марки товщиною до 50мм;

фасонний і сортовий прокат;

всі марки товщиною до 50мм.

3.18.1.3 В межах цих вимог під корозійностійкою сталлю нормальної і підвищеної міцності розуміються види сталі, корозійна стійкість яких була випробувана в умовах, характерних для верхньої і нижньої частин внутрішнього вантажного танка нафтоналивного судна, і схвалена як така, що відповідає вимогам резолюції MSC.289(87) наряду з іншими вимогами до суднобудівної корпусної сталі, конструкційної міцності і технології побудова.

Зазначені тут види сталі не розглядаються як призначені для використання в інших корозійностійких конструкціях судна, крім зазначених в правилі II-1/3-11 СОЛАС-74 з поправками (резолюція MSC.289 (87)).

3.18.1.4 Оскільки характеристики розглянутої в цьому підрозділі корозійностійкої сталі аналогічні характеристикам корпусної суднобудівної сталі, зазначеної в **3.2**, то при її використанні в корпусних конструкціях застосовуються основні вимоги **3.2** із змінами, передбаченими вимогами цього підрозділу.

3.18.1.5 Характеристики зварюваності корозійностійкої сталі аналогічні характеристикам зварюваності, зазначеним в **3.2**, тому по відношенню до них також застосовуються вимоги розд. 4 і 6 частини XIV «Зварювання».

3.18.2 Схвалення матеріалів.

3.18.2.1 Всі матеріали повинні виготовлятися підприємствами, визнаними Регістром (що мають Свідоцтво про визнання виробника згідно **1.3**).

3.18.2.2 В доповнення до випробувань, які проводяться для одержання Свідоцтва про визнання виробника, як зазначено в **2.1**, потрібно проведення випробувань на корозійну стійкість згідно з **3.18.17**.

В Свідоцтво про визнання виробника можливе проставлення спеціальної позначки про застосування матеріалу в одній із зазначених нижче зон вантажного танка нафтоналивного судна:

- .1** нижня поверхня розрахункової палуби і навколишні конструкції;
- .2** верхня поверхня настилу другого дна і навколишні конструкції;
- .3** розрахункова палуба і настил другого дна.

3.18.2.3 Виробник сталі несе відповідальність за забезпечення ефективного керування виробничим процесом у відповідності з технологічними інструкціями погодженими з Регістром.

У випадку змін в керуванні виробничим процесом або невідповідності якості продукції технічній специфікації виробник повинний скласти акт з поясненням причин, а у випадку невідповідності продукції технічній специфікації - прийняти заходи до запобігання повторного виникнення такої ситуації. Заповнений акт повинний бути представлений інспектору Регістра разом з додатковою інформацією по запиту інспектора Регістра. Кожний виріб повинний випробовуватися у відповідності з вимогами інспектора Регістра.

Періодичність проведення випробувань даної продукції в подальшому обумовлюється Регістром з урахуванням розробки і виконання виробником відповідних заходів.

3.18.3 Спосіб виготовлення.

3.18.3.1 Способи виготовлення, розкислення і прокатки повинні задовольняти вимогам **3.2**.

3.18.4 Хімічний склад.

3.18.4.1 Хімічний склад повинний визначатися за результатами аналізу проб, добраних від кожного ковша кожної плавки кваліфікованим персоналом виробника в спеціально обладнаній лабораторії у відповідності з вимогами **3.2**.

3.18.4.2 Виробник повинний визначити вміст всіх хімічних елементів, що впливають на корозійну стійкість. При перевірці прокату необхідно особливо ретельно перевіряти вміст хімічних елементів, що добавляються с метою забезпечення корозійної стійкості. Підтвердження якості виробу виконується на підставі аналізу ковшової проби сталі.

3.18.4.3 Результати контролю хімічного складу, що надається виробником, приймаються за умови проведення періодичних вибірових перевірок.

3.18.4.4 Значення вуглецевого еквівалента повинне відповідати вимогам **3.2**.

3.18.5 Стан постачання.

3.18.5.1 Всі матеріали повинні поставлятися в одному із станів постачання згідно з **3.2**.

3.18.6 Механічні властивості.

3.18.6.1 Випробування на розтягання і випробування на ударний вигин на зразках з V-образним надрізом повинні проводитися згідно з **3.2**.

3.18.7 Відсутність дефектів.

3.18.7.1 В сталі, наскільки можливо, повинні бути відсутні ліквіації і неметалічні включення.

Готовий виріб повинний мати якісну поверхню при цьому повинні бути відсутні внутрішні дефекти і дефекти поверхні, перешкоджаючі використанню матеріалу за призначенням.

3.18.7.2 Необхідно використовувати критерії приймання обробки поверхні і способи усунення дефектів згідно з **3.2**.

3.18.8 Допуски.

3.18.8.1 Якщо не зазначено інше, допуски по товщині повинні відповідати значенням, указаним в **3.2**.

3.18.9 Ідентифікація матеріалів.

3.18.9.1 Виробник сталі повинний мати систему позначення злитків, слябів і готових виробів, що дозволяє ідентифікувати матеріал з плавкою.

3.18.9.2 Інспектору Регістра, якщо необхідно, повинні надаватися всі засоби для ідентифікації матеріалу.

3.18 Випробування і огляд.**3.18.10.1 Засоби огляду.**

3.18.10.1.1 Виробник повинний надати інспектору Регістра всі засоби і доступ до відповідних ділянок виробництва для забезпечення перевірки дотримання схваленого виробничого процесу, добору проб для випробувань, присутності на випробуваннях у відповідності з вимогами Правил і для перевірки точності випробного обладнання.

3.18.10.2 Методи випробувань.

3.18.10.2.1 Передбачені випробування і контроль повинні проводитися на виробництві перед відправленням виробу. Зразки для випробувань і методи випробувань повинні задовольняти вимогам розд. 2. Якщо не зазначено інше, добір, таврування і маркування зразків повинні проводитися інспектором Регістра, при цьому випробування зразків повинні проводитися в його присутності.

3.18.10.3 Випробування на розтягання в напрямку товщини прокату.

3.18.10.3.1 Якщо замовлення листів і штаб товщиною 15мм і більше провадиться з урахуванням вимог до властивостей по товщині, повинні проводитися випробування на розтягання в напрямку товщини прокату у відповідності з 2.2.2.7.

3.18.10.4 Контроль ультразвуковим методом.

3.18.10.4.1 Якщо замовлення листів і штаб провадиться з урахуванням здійснення контролю ультразвуковим методом, такий контроль повинний здійснюватися у відповідності з погодженими із Регістром стандартами.

3.18.10.5 Контроль поверхні і розмірів.

3.18.10.5.1 Контроль поверхні і розмірів повинний здійснюватися виробником сталі. Приймання продукції інспектором Регістра не звільняє виробника сталі від відповідальності за виконання своїх обов'язків.

3.18.11 Матеріал для випробувань.

3.18.11.1 Добір проб і виготовлення зразків для випробувань повинні відповідати 3.2.

3.18.12 Зразки для випробувань.

3.18.12.1 Зразки для механічних випробувань.

3.18.12.1.1 Розміри, орієнтація і місце розташування зразків для випробувань на розтягання і зразків з V-образним надрізом для випробувань на ударний вигин повинні визначатися згідно з розд. 2 і підрозд. 3.2.

3.18.13 Обсяг випробувань.

3.18.13.1 Обсяг випробувань і відповідна кількість зразків для випробувань на розтягання і зразків з V-образним надрізом для випробувань на ударний вигин повинні відповідати розд. 2 і підрозд. 3.2.

3.18.14 Порядок проведення повторних випробувань.

3.18.14.1 Порядок проведення повторних випробувань зазначений в 1.3.2.

3.18.15 Маркування.

3.18.15.1 Кожний готовий виріб повинний мати чітке маркування, як мінімум, в одному місці, з вказівкою клейма Регістра і наступної інформації:

- .1 уніфікованого позначення категорії сталі (наприклад, A36);
- .2 в доповнення до уніфікованого позначення категорії сталі - позначення корозійної стійкості на сталевих листах, що відповідають вимогам Правил. Приклад позначення: A36 RCB;
- .3 позначення корозійностійкої сталі у відповідності з областю застосування: нижня поверхня розрахункової палуби і навіколишні конструкції - RCU; верхня поверхня настилу другого дна і навіколишні конструкції - RCB; розрахункова палуба і настил другого дна - RCW;
- .4 якщо сталь, поставляється після термомеханічної обробки, - індексу «ТМ», який повинний додаватися після уніфікованого позначення категорії і перед позначенням корозійної стійкості (наприклад, E36 TM RCU Z35);
- .5 повного або скороченого найменування виробника сталі;
- .6 номера плавки або іншого номера для ідентифікації виробу;
- .7 за вимогою споживача - номера замовлення або інших ідентифікаційних знаків.

3.18.15.2 Зазначена вище інформація, за винятком найменування або торгової марки виробника, якщо вони нанесені на готовому виробі, повинна бути обведена кружком, виконаним фарбою, або виділена іншим способом.

3.18.15.3 При наявності легких видів прокату в в'язці виробник може наносити маркування тільки на верхній виріб в кожній в'язці або прикріплювати ярлик із міцного матеріалу на кожну в'язку.

3.18.15.4 Якщо якість будь-яких видів прокату з маркуванням Регістра не підтверджується при проведенні випробувань, маркування повинне бути вилучене виробником.

3.18.16 Документація.

3.18.16.1 Свідоцтва /сертифікати Регістра і сертифікати якості виробника підлягають ретельній перевірці перед застосуванням матеріалу.

3.18.16.2 Назва і необхідна кількість екземплярів документів вказується Регістром.

3.18.16.3 Документи повинні бути представлені в твердій копії (на папері) або в електронному виді.

3.18.16.4 Можливе окреме надання додаткової документації для кожної категорії сталі.

3.18.16.5 На доповнення до опису матеріалу, розмірів та іншої інформації в супровідних документах на матеріал (свідоцтво Регістра і/або сертифікат якості виробника) повинно бути зазначено, як мінімум, наступне:

- .1 номер замовлення і заводський номер судна (за наявності), для якого призначається матеріал;
- .2 номер плавки і виробу, включаючи, якщо необхідно, номер зразка для випробувань;
- .3 найменування виробника сталі;
- .4 позначення категорії сталі і торгову марку виробника;
- .5 результати аналізу ковшової проби (для хімічних елементів, зазначених в 3.2);
- .6 при схваленні сталі згідно з 3.4.2 - масову частку кожного хімічного елемента, який додається для підвищення корозійної стійкості;
- .7 стан постачання, відмінний від стану гарячекатаної сталі, тобто, нормалізований стан або стан після контрольованої прокатки або термомеханічної обробки;
- .8 результати механічних випробувань.

3.18.16.6 Перед підписанням сертифікатів якості виробника Регістром і/або оформленням ним відповідного Свідоцтва, виробник повинний представити інспектору Регістра письмову заяву про те, що матеріал виготовлений у відповідності з заявленим і затвердженим виробничим процесом, випробування проведені в присутності інспектора Регістра і їхні результати визнані позитивними.

В сертифікаті якості виробника повинна бути зазначена назва класифікаційного товариства. Сертифікат випробувань або акт відвантаження може містити наступну заяву, яка оформляється у вигляді штампі або друкованого тексту з вказівкою найменування виробника прокату і підпису уповноваженої офіційної особи:

«Дійсним засвідчуємо, що даний матеріал виготовлений у відповідності з схваленим виробничим процесом і успішно пройшов випробування у відповідності з правилами Регістра».

3.18.16.7 У випадку видачі електронного сертифіката Регістр повинний погодити порядок такої видачі з виробником прокату, щоб забезпечити підписання видаваного сертифіката інспектором Регістра.

3.18.17 Додаткова процедура схвалення корозійностійкої сталі.

3.18.17.1 Область застосування.

3.18.17.1.1 Визнання Регістром (одержання виробником Свідоцтва про визнання виробника) і схвалення корозійностійкої сталі здійснюються згідно з 1.3 з урахуванням додаткових вимог до випробуванням на корозійну стійкість, зазначених в цьому підрозділі.

3.18.17.1.2 Випробування на корозійну стійкість і критерії оцінки повинні відповідати Додатку до Доповнення Стандарту якості альтернативних заходів захисту від корозії вантажних танків нафтоналивних суден, що перевозять сиру нафту (резолюція MSC.289(87)).

3.18.17.2 Подача заявки на схвалення.

3.18.17.2.1 Виробник повинний представити Регістру заявку на одержання Свідоцтва про визнання виробника, яка повинна містити наступну інформацію:

- .1 програму випробувань на корозійну стійкість і докладні дані у відношенні обладнання і умов випробувань;
- .2 технічні дані по критеріях оцінки результатів випробувань на корозійну стійкість;
- .3 технічну інформацію про те, як зміна вмісту кожного хімічного елемента, який додається для підвищення корозійної стійкості, поліпшує корозійну стійкість матеріалу;

.4 категорію, торговельні найменування і максимальну товщину корозійностійкої сталі, яка підлягає схваленню. Позначення корозійностійкої сталі див. в табл. 3.18.17.2.1;

.5 способи зварювання, що зазначаються в торговельних найменуваннях видаткових зварювальних матеріалів, які підлягають схваленню.

Таблиця 3.18.17.2.1. Позначення корозійностійкої сталі

Тип сталі	Місце застосування сталі	Корозійна стійкість
Сталевий прокат для конструкцій корпусу	Розрахункова палуба, внутрішній простір танків	RCU
	Настил другого дна	RCB
	Розрахункова палуба і настил другого дна	RCW

3.18.17.3 Схвалення програми випробувань.

3.18.17.3.1 Представлена виробником програма випробувань підлягає розгляду і схваленню Регістром.

Вказуються випробування, які повинні проводитися в присутності інспектора Регістра.

3.18.17.3.2 Методика добору проб і виготовлення зразків для випробувань повинна відповідати наступним вимогам.

3.18.17.3.2.1 Кількість зразків повинна відповідати вимогам Додатку до Доповнення Стандарту якості альтернативних заходів захисту від корозії вантажних танків нафтоналивних суден, що перевозять сиру нафту (резолюція MSC.289(87)).

3.18.17.3.2.2 Обрана кількість плавок і зразків повинна бути достатньою для підтвердження ефектів взаємодії і/або діапазону регулювання (верхній граничний рівень, нижній граничний рівень) вмісту хімічних елементів, які додаються для підвищення характеристик корозійної стійкості матеріалу. За погодженням сторін такі дані можуть підтверджуватися надаваною виробником інформацією.

3.18.17.3.2.3 При розгляді програми випробувань у відповідності з 3.2.2 може виникнути необхідність проведення додаткових випробувань.

3.18.17.3.3 На доповнення до 3.2 проведення додаткових випробувань можливе в наступних випадках:

.1 коли Регістр вважає, що при діапазоні регулювання, заданому на підставі теоретичного аналізу, виконуваного для кожного елемента, походючи із існуючих даних, кількість випробувань на корозійну стійкість згідно вимогам Додатку до Доповнення Стандарту якості альтернативних заходів захисту від корозії вантажних танків нафтоналивних суден, що перевозять сиру нафту (резолюція MSC.289(87)) є недостатньою для підтвердження дійсності такого діапазону регулювання хімічного складу;

.2 коли Регістр вважає, що дані результатів випробувань на корозійну стійкість, проведених для установлення діапазону регулювання хімічного складу, мають неприпустиму область розкиду;

.3 коли Регістр вважає, що результати випробувань на корозійну стійкість, проведених для установлення діапазону регулювання хімічного складу, недостатньо достовірні або недостатньо точні;

.4 якщо інспектор Регістра не був присутній при випробуваннях на корозійну стійкість, проведених для установлення діапазону регулювання хімічного складу, і Регістр вважає необхідним провести додаткові випробування для підтвердження вірогідності результатів попередніх випробувань;

.5 коли Регістр вважає необхідним провести додаткові випробування по іншим причинам, відмінним від зазначених в 3.18.17.3.3.1 ÷ 3.18.17.3.3.4.

3.18.17.3.4 Значення хімічного складу корозійностійкої сталі повинні перебувати в діапазоні, заданому для сталевих прокатів, застосовуваного для конструкцій корпусу.

Як правило, вміст хімічних елементів, які додаються для підвищення характеристик корозійної стійкості матеріалу, не повинний перевищувати 1%.

3.18.17.4 Проведення випробувань для схвалення.

3.18.17.4.1 Виробник повинний провести випробування для схвалення корозійностійкої сталі і одержання Свідоцтва про визнання виробника згідно схваленої програми випробувань.

3.18.17.5 Присутність інспектора Регістра при проведенні випробувань.

3.18.17.5.1 Добір проб для виготовлення зразків для випробувань для схвалення і проведення таких випробувань, як правило, провадиться в присутності інспектора Регістра (див. також 3.1).

3.18.17.6 Результати випробувань.

3.18.17.6.1 Після проведення випробувань для схвалення корозійностійкої сталі і одержання Свідоцтва про визнання виробника виробник сталі повинний скласти звіт і представити його Регістру.

3.18.17.6.2 Якщо на підставі даних, представлених згідно цього підрозділу, результати випробувань для схвалення корозійностійкої сталі і одержання Свідоцтва про визнання виробника визнаються позитивними, Регістр схвалює таку корозійностійку сталь і оформляє Свідоцтво про визнання виробника.

3.18.17.6.3 В Свідоцтві про визнання виробника вказується найменування виробника, термін дії Свідоцтва про визнання виробника, категорія і товщина схваленої сталі, а також схвалені способи зварювання і зварювальні матеріали.

3.18.17.7 Критерії оцінки результатів випробувань зварних з'єднань на корозійну стійкість.

3.18.17.7.1 Результати оцінюються Регістром за критеріями приймання, зазначеними в Додатку до Доповнення Стандарту якості альтернативних заходів захисту від корозії вантажних танків нафтоналивних суден, що перевозять сиру нафту (резолюція MSC.289(87)).

3.19 ЗАСТОСУВАННЯ ЛИСТОВОЇ СТАЛІ КАТЕГОРІЇ МІЦНОСТІ YP47**3.19.1 Область застосування.****3.19.1.1 Загальні положення.**

3.19.1.1.1 Ці вимоги поширюються на надтовсту листову сталь згідно **3.19.1.2.1**, застосовувану для побудови контейнеровозів.

3.19.1.1.2 Цей підрозділ містить основну інформацію по застосуванню листової сталі категорії міцності YP47 в поздовжніх елементах корпусних конструкцій в районі верхньої палуби контейнеровоза (таких як поздовжні комінгси люків, ребра жорсткості і прилягаючі поздовжні в'язі). Цей підрозділ містить визначення листової сталі категорії міцності YP47, а також вимоги до випробувань, оглядів, застосуванню зварювальних матеріалів і схваленню процедури зварювання.

Застосування листової сталі категорії YP47 для виготовлення інших корпусних конструкцій повинне бути погоджено із Регістром.

3.19.1.1.3 Якщо в підрозділі не указане інше, до листової сталі категорії міцності YP47 треба застосовувати вимоги **3.2**. У випадку необхідного застосування, що регламентується цим підрозділом, вимагається застосування сталі категорії міцності YP47, її схильність до крихких руйнувань повинна відповідати вимогам **3.19.2.3.3.2** цього підрозділу.

3.19.1.1.4 Під листовими сталями категорії міцності YP47 розуміються сталі з установленою границею плинності не менше 460Н/мм.

Область застосування установлюється згідно з **3.19.1.2** і **3.19.1.3**.

3.19.1.2 Товщина.

3.19.1.2.1 Цей підрозділ містить вимоги для листової сталі товщиною від 50мм до 100мм, включно.

3.19.1.2.2 Вимоги до листової сталі категорії міцності YP47, що має товщину поза зазначеного діапазону повинне бути погоджено із Регістром.

3.19.1.3 Застосування.

3.19.1.3.1 При використанні листової сталі категорії міцності YP47 для виготовлення поздовжніх елементів корпусних конструкцій в районі верхньої палуби (таких як поздовжні комінгси люків, верх комінгса і прилягаючі поздовжні в'язі) категорія міцності листової сталі YP47 приймається рівнозначною категорії міцності EH47, зазначеної нижче.

3.19.2 Загальні положення.**3.19.2.1 Корпусні конструкції.**

3.19.2.1.1 Коефіцієнт використання механічних властивостей сталі високої міцності K .

Коефіцієнт використання механічних властивостей сталі високої міцності K , використовуваний для оцінки міцності поздовжніх елементів корпусу дорівнює 0,62. Значення коефіцієнта використання механічних властивостей сталі високої міцності K для сталей категорії міцності YP36 і YP40 наведені в табл. 1.1.4.3 частини II «Корпус», див. значення η .

3.19.2.1.2 Оцінка утомної міцності.

Оцінка утомної міцності поздовжніх елементів корпусу виконується за методикою, схваленою Регістром.

3.19.2.1.3 Деталі корпусних конструкцій.

Повинна бути звернута особлива увага на деталі корпусних конструкцій, для виготовлення яких використовується листова сталь категорії міцності YP47, такі як з'єднання суднового обладнання з корпусом. З'єднання повинні бути виконані у відповідності з документацією, схваленою Регістром.

3.19.2.2 Технічні вимоги до матеріалу.

3.19.2.2.1 Технічні вимоги до листової сталі категорії міцності YP47 зазначені в табл. 3.19.2.2.1-1 і 3.19.2.2.1-2.

Випробування повинні проводитися у відповідності з вимогами 3.2.

3.19.2.3 Випробування при схваленні виробництва.

3.19.2.3.1 Загальні положення.

Зразки, які підлягають випробуванням при схваленні, методи випробувань і критерії оцінки, не зазначені в цьому підрозділі, повинні відповідати 1.3.

3.19.2.3.2 Область схвалення.

Для проведення випробувань по схваленню виробництва (одержання Свідоцтва про визнання виробника) виробник повинний представити один зразок максимальної товщини для кожного зазначеного в документації хімічного складу сталі.

3.19.2.3.3 Випробування основного металу.

3.19.2.3.3.1 Випробування на ударний вигин (KV).

В загальному випадку випробування на ударний вигин (KV) повинні проводитися згідно 2.2.3. Якщо не зазначене інше, проби повинні добиратися від листа, відповідного верхній частині злитка.

Таблиця 3.19.2.2.1-1. Стан постачання, категорія і механічні властивості листової сталі категорії міцності YP47

Стан постачання	Категорія	Механічні властивості			Випробування на ударний вигин			
		Границя плинності, МПа, min	Гимчасовий опір R_m , МПа, min	Відносне подовження A_5 , %, min	Температура випробувань, °C	Середнє значення роботи удару, Дж		
						$50 < t \leq 70$	$70 < t \leq 85$	$85 < t \leq 100$
TMCP ¹	EH47	460	570/720	17	-40	53	64	75

¹ При указані в погодженій із Регістром документації.

Примітка: t - товщина, мм.

¹ При указанні в погодженій із Регістром документації.

Примітка: t - товщина, мм.

Таблиця 3.19.2.2.1-2. Хімічний склад листової сталі категорії міцності YP47

Хімічний склад	$C_{екв}$ ¹	P_{CM} ²
Мінімальне значення	$\leq 0,49$	$\leq 0,22$

¹ Значення вуглецевого еквівалента розраховується на основі ковшової проби за формулою:

$$C_{екв} = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15, \%$$

² Коефіцієнт, що характеризує схильність сталі до холодних тріщин (зкрихчування) внаслідок структурних перетворень, розраховується за формулою:

$$P_{CM} = C + Si/30 + Mn/20 + Si/20 + Ni/60 + Cr/20 + Mo/15 + V/10 + 5B, \%$$

У випадку, коли листи виготовляються із заготовок, одержуваних із установок безперервного розливання, проби повинні добиратися від листа випадкового вибрання. Проби добираються від кінця листа таким чином, щоб вісь проби розташовувалася приблизно на відстані 1/4 ширини листа від кромки у відповідності з рис. 3.19.2.3.3.1.

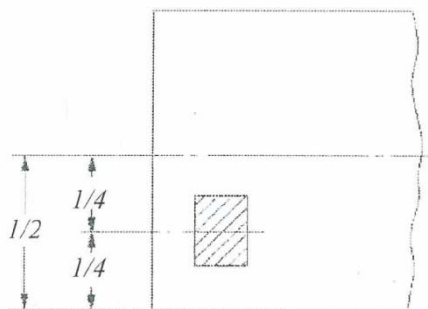


Рис. 3.19.2.3.3.1 Листи і штаби

Проби повинні добиратися з урахуванням основного напрямлення прокатки листа в місцях, відповідних верхній і нижній частинам листа:

поздовжні зразки для випробувань на ударний вигин (*KVL*) - верхня і нижня частини;

поперечні зразки для випробувань на ударний вигин (*KVT*) – тільки верхня частина;

поздовжні зразки після старіння для випробувань на ударний вигин - тільки верхня частина.

Випробування на ударний вигин виконуються на зразках (*KV*), які вирізуються від 1/4 і 1/2 товщини прокату.

Випробування на ударний вигин (*KV*) виконуються на комплекті із 3 зразків. Температура випробувань повинна бути рівною -40°C.

В доповнення до результатів випробувань по визначенню роботи удару при випробуваннях на ударний вигин повинний визначатися відсоток в'язкої (крихкої) складової.

Зразки для випробувань на старіння повинні піддаватися 5% деформації розтяганням з наступним нагріванням до 250°C і витримкою протягом 1 години за цієї температури.

В доповнення до цих випробувань повинна бути побудована «крива переходу» як мінімум по 4 точках (-20°C, -40°C, -60°C, -80°C) на зразках *KV*, вирізаних від 1/4 товщини прокату.

3.19.2.3.3.2 Первісне випробування для підтвердження відсутності схильності сталі до крихких руйнувань. Повинне бути проведене випробування по визначенню параметра тріщиностійкості CTOD і представлений звіт по результатах.

Методи випробувань повинні відповідати 2.2 частини XII «Матеріали» Правил класифікації, побудови і обладнання ПБУ/МСП.

3.19.2.3.3.3 Випробування вантажем, що падає, для визначення температури нульової пластичності.

Методи випробувань повинні відповідати вимогам ASTM E208.

Температура нульової пластичності NDT наводиться для відомості.

3.19.2.3.3.4 Випробування на гальмування крихкої тріщини.

Випробування на відповідність стандарту ESSO, вимоги якого викладені в 3.20.6 або альтернативне випробування (на подвійне розтягання) повинне проводитися з метою одержання характеристик гальмування крихкої тріщини. Результати випробування наводяться для відомості.

3.19.2.3.4 Випробування на зварюваність.

3.19.2.3.4.1 Випробування на ударний вигин (*KV*).

Зразки для випробування на ударний вигин вирізаються від 1/4 товщини листа з лицьової сторони шва з надрізом, виконаним перпендикулярно поверхні листа.

Один комплект зразків, розташованих перпендикулярно шву, повинний мати надріз, розташований по лінії сплавлення, другий комплект - на відстані 2,5мм, а третій на відстані як мінімум 20мм від лінії сплавлення. Лінія сплавлення повинна бути визначена в результаті травлення зразків за відповідною, методикою. Один додатковий комплект зразків повинний бути добраний із сторони кореня шва з надрізом, розташованим аналогічно лицьовій стороні.

Температура випробування повинна бути рівною -40°C.

Додатково, із кожного із зазначених місць добору зразків повинні бути добрані зразки з метою визначення зони переходу.

3.19.2.3.4.2 Випробування схильності сталі до водневого зкрихчування на зразках з Y-образним надрізом «Теккен».

3.19.2.3.4.2.1 Методи випробувань повинні відповідати визначеним національним або міжнародним стандартам, наприклад, ISO 17642-2, KS B 0870, JIS Z 3158, GB 4675.1.

Критерії оцінки застосовуються у відповідності з практикою Регістра.

3.19.2.3.4.3 Випробування для підтвердження відсутності схильності сталі до крихких руйнувань.

3.19.2.3.4.3.1 Повинне бути проведене випробування по визначенню параметра тріщиностійкості CTOD. Методи і результати випробувань повинні відповідати визначеній Регістром документації.

3.19.2.4 Зварювання.

3.19.2.4.1 Зварювальники.

3.19.2.4.1.1 Зварювальники, виконуючі зварювальні роботи зі сталлю категорії міцності YP47, повинні мати відповідну кваліфікацію згідно розд. 5 частини XIV «Зварювання».

3.19.2.4.2 Короткі валики.

3.19.2.4.2.1 Короткі валики, застосовувані для виконання прихваток і ремонтних робіт, повинні мати довжину не менше 50мм.

Якщо значення $P_{CM} \leq 0,19$, довжина короткого валика може бути прийнята рівною 25мм.

3.19.2.4.3 Попереднє підігрівання.

Попереднє підігрівання, при температурі повітря не вище 5°C виконується до досягнення температури не нижче 50°C.

3.19.2.4.3.1 Якщо значення $P_{CM} \leq 0,19$, температура повітря може бути прийнята рівною або нижче 0°C.

3.19.2.4.4 Зварювальні матеріали.

3.19.2.4.4 .1 Характеристики зварювальних матеріалів для зварювання сталі категорії міцності UR47 зазначені в табл. 3.19.2.4.4-1.

Таблиця 3.19.2.4.4-1. Механічні властивості наплавленого металу (для оцінки властивостей зварювальних матеріалів)

Механічні властивості			Випробування на ударний вигин (KV)	
Границя плинності, МПа, min	Тимчасовий опір R_m , МПа,	Відносне подовження A_5 , %, min	Температура випробувань, °C	Середнє значення роботи удару, Дж, min
460	570/720	19	-20	53

Механічні властивості стикових зварних з'єднань для оцінки властивостей зварювальних матеріалів зазначені в табл. 3.19.2.4.4-2.

Таблиця 3.19.2.4.4-2. Механічні властивості стикових зварних з'єднань (для оцінки властивостей зварювальних матеріалів)

Тимчасовий опір R_m , МПа,	Співвідношення при випробування на вигин D/t	Випробування на ударний вигин (KV)		
		Температура випробувань, °C	Середнє значення роботи удару, Дж min	
			Положення зварювання	
			Нижнє, горизонтальне, на вертикальній площині, стельове	Вертикальне (знизу до верху і зверху до низу)
570/720	4	- 20	53	53

3.19.2.4.5 Інше.

3.19.2.4.5.1 Останній зварний шов необхідно виконувати особливо ретельно для запобігання дефектів.

Технологічна оснастка повинна бути бездефектно вилучена, при неможливості виконання такої операції технологія ремонту підлягає погодженню з Регістром.

3.19.2.5 Схвалення технологічних процесів зварювання.**3.19.2.5.1 Загальні положення.**

3.19.2.5.1.1 Якщо в цьому розділі не зазначене інше, схвалення технологічних процесів зварювання, включаючи методи випробувань і критерії оцінки, повинне відповідати розд. 6 частини XIV «Зварювання» Правил.

3.19.2.5.2 Область схвалення.

3.19.2.5.2.1 Область схвалення повинна відповідати розд. 6 частини XIV «Зварювання».

3.19.2.5.3 Випробування на ударний вигин (KV).

3.19.2.5.3.1 Випробування на ударний вигин повинні проводитися згідно розд. 4 частини XIV «Зварювання». Значення роботи удару повинне бути не менше 64Дж при температурі -20°C.

3.19.2.5.4 Твердість.

3.19.2.5.4.1 Твердість по Вікерсу (HV10), що визначається згідно розд. 4 частини XIV «Зварювання», повинна бути не більше 380. При цьому, крім зазначених точок, твердість треба додатково визначати в середині товщини.

3.19.2.5.5 Випробування на розтягання.

3.19.2.5.5.1 Тимчасовий опір при випробуванні на розтягання в поперечному напрямленні повинний бути не менше 570МПа.

3.19.2.5.6 Випробування для підтвердження відсутності схильності сталі до крихких руйнувань.

3.19.2.5.6.1 Може знадобитися проведення випробування по визначенню параметру тріщиностійкості CTOD.

Методи і результати випробувань повинні відповідати 2.2 частини XII «Матеріали» Правил класифікації, побудови і обладнання ПБУ/МСП.

3.20 ВИМОГИ ДО ЗАСТОСУВАННЯ НАДТОВСТОЇ ЛИСТОВОЇ СТАЛІ**3.20.1 Область застосування.****3.20.1.1 Загальні положення.**

3.20.1.1.1 Ці вимоги поширюються на надтовсту листову сталь згідно з **3.20.1.2** і **3.20.1.3**, застосовувану для побудови контейнеровозів.

3.20.1.1.2 Цей підрозділ містить вимоги до застосування заходів по виявленню і попередженню крихкого руйнування поздовжніх корпусних конструкцій контейнеровозів, виготовлених із надтовстої листової сталі.

3.20.1.1.3 Заходи, зазначені в **3.20.2** - **3.20.4**, приймаються згідно з **3.20.5**.

3.20.1.1.4 Зварюваність, властивості зварного з'єднання і технологічні процеси зварювання повинні задовольняти вимоги розд. **4** і **6** частини XIV «Зварювання» і вимоги цього підрозділу.

3.20.1.2 Категорії міцності сталі.

3.20.1.2.1 Ці вимоги поширюються на поздовжні корпусні конструкції контейнеровозів, виконані із сталі категорій міцності YP36, YP40 і YP47, що мають товщину, зазначену в **3.20.1.3**.

3.20.1.2.2 Зазначені в цьому підрозділі позначення категорій міцності сталі YP36, YP40 и YP47 мають установлені мінімальні значення границі плинності 355, 390 і 460 Н/мм², відповідно.

3.20.1.3 Товщина.

3.20.1.3.1 Ці вимоги поширюються на листовий прокат товщиною від 50мм до 100мм, включно.

3.20.1.3.2 Заходи по виявленню і попередженню крихкого руйнування поздовжніх корпусних конструкцій контейнеровозів, виготовлених із сталі товщиною понад 100мм, повинні бути погоджені із Регістром.

3.20.2 Неруйнівний контроль при побудові судна (засіб № 1, табл. 3.20.5)

Якщо потрібно **3.20.5**, неруйнівний контроль при побудові судна проводиться у відповідності з **3.20.2.1** і **3.20.2.2**. Якщо згідно з **3.20.4.3.1.2.4** потрібний інший неруйнівний контроль, то контроль проводиться у відповідності з схваленою Регістром документацією і визнаними стандартами.

3.20.2.1 Загальні положення.

3.20.2.1.1 Контроль ультразвуковим методом (UT) проводиться у відповідності з розд. **3** частини XIV «Зварювання» стосовно до всіх міжблокових стикових з'єднань поздовжніх в'язей корпусу, що входять у верхній пояс еквівалентного бруса, таких як верхній пояс обшивки поздовжньої перегородки/другого борту, ширстрек, головна палуба, стінка і пояс поздовжнього безперервного комінгса і всі підкріплювальні їхні поздовжні балки (див. рис. 3.20.2.1).

3.20.2.2 Критерії оцінки результатів контролю ультразвуковим методом (UT).

3.20.2.2.1 Критерії оцінки результатів контролю ультразвуковим методом (UT) повинні відповідати розд. **3** частини XIV «Зварювання», схваленій Регістром документації і/або визнаним стандартам.

3.20.2.2.2 Критерії оцінки можуть коректуватися з урахуванням способу виявленню і попередженню крихкого руйнування поздовжніх корпусних конструкцій, при цьому у випадку розходжень між вимогами Правил і стандартами вибираються більше жорсткі критерії оцінки.

3.20.3 Періодичний неруйнівний контроль при надходженні прокату (засіб № 2, табл. 3.20.5)

Неруйнівний контроль при надходженні прокату проводиться згідно з **3.20.3.1** ÷ **3.20.3.3**.

3.20.3.1 Загальні положення.

3.20.3.1.1 Неруйнівний контроль проводиться згідно з **3.2** і схваленій Регістром документації на постачання сталі.

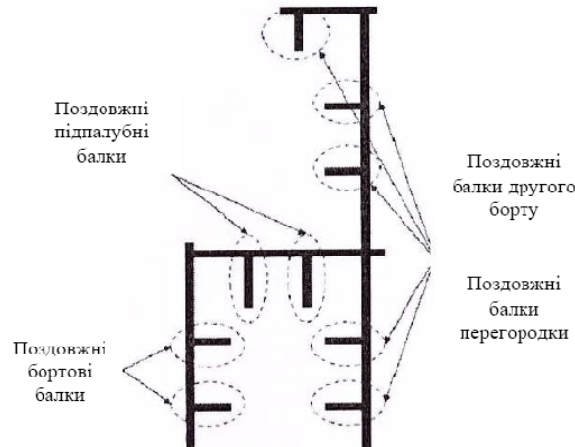


Рис. 3.20.2.1 Елементи верхнього поясу еквівалентного бруса

3.20.3.2 Терміни проведення контролю ультразвуковим методом (UT).

3.20.3.2.1 Терміни проведення контролю ультразвуковим методом (UT) установлюються у відповідності з вимогами Регістра.

3.20.4 Заходи по гальмуванню крихкої тріщини (засіб № 3, 4 і 5, табл. 3.20.5)

3.20.4.1 Загальні положення.

3.20.4.1.1 На стадії проектування повинний бути врахований ризик виникнення крихких тріщин в районі вантажного відсіку.

3.20.4.1.2 В зв'язку з можливістю виникнення і розповсюдження тріщини удаліні від міжблокових з'єднань, необхідно прийняти заходи згідно з **3.20.4.2.1.2.2**.

3.20.4.1.3 Тут, під тріщиностійкістю розуміється здатність сталі до гальмування крихкої тріщини, за температури мінус 10°C при характеристиці гальмування крихкої тріщини $K_{ca} > 6000 \text{ Н/мм}^{3/2}$.

Необхідне значення K_{ca} при товщині сталевго листа більше 80мм погоджується із Регістром у складі документації яка надається.

Параметри тріщиностійкості і відповідні методи їх визначення підлягають погодженню з Регістром (наприклад, $T_{кб}$ не вище -10°C).

3.20.4.2 Вимоги до проектування, необхідні для попередження крихкого руйнування.

3.20.4.2.1 Для виконання основної задачі при проектуванні зазначених вище конструкцій, гальмування крихких тріщин і запобігання значного руйнування еквівалентного бруса треба урахувати наступне:

1 місцем утворення крихких тріщин вважаються міжблокові стикові з'єднання – як поздовжніх комінгсів люків, так і верхньої палуби;

2 при цьому треба урахувати два випадки:

2.1 крихка тріщина іде строго уздовж стикового з'єднання;

2.2 крихка тріщина починається в стиковому зварному з'єднанні, але відхиляється від лінії шва, поширюючись в лист, або починається у другорядному зварному шві, поширюючись в лист (див. рис. 3.20.4.2.1.2.2).

3.20.4.3 Приклади конструктивних рішень для гальмування крихкої тріщини.

3.20.4.3.1 Нижче наводяться приклади конструктивних рішень для гальмування крихкої тріщини.

3.20.4.3.1.1 Конструктивне рішення для гальмування крихкої тріщини для випадка, зазначеного в **3.20.4.2.1.2.2**:

1 в конструкції верхньої палуби, в районі вантажного трюму застосовується сталь, що володіє визначеною тріщиностійкістю, для зменшення імовірності утворення крихкої тріщини від комінгса і зупинки її розвитку в конструкцію, яка розташована нижче.

3.20.4.3.1.2 Конструктивне рішення для гальмування крихкої тріщини для випадку, зазначеного в **3.20.4.2.1.2.1**:

1 якщо міжблокові стикові зварні шви поздовжнього комінгса люка і верхньої палуби зміщені, то зсув повинний становити 300мм і більше. Поздовжній комінгс люка повинний виконуватися із тріщиностійкої сталі;

.2 якщо передбачаються отвори для гальмування крихкої тріщини в районі міжблокових стикових зварних швів в місці контакту зварного шва поздовжнього комінгса люка із зварним швом палуби, то необхідно виконати оцінку утомної міцності кінця зварного шва.

Необхідно передбачити додаткові заходи, перешкоджаючі можливому ухиленню лінії розвитку крихкої тріщини від лінії шва в метал верхньої палуби або поздовжнього комінгса люка, наприклад, виконання поздовжнього комінгса люка із тріщиностійкої сталі;

.3 якщо в районі міжблокових стикових зварних швів, тобто. в місці контакту зварного шва поздовжнього комінгса люка із зварним швом палуби застосовуються вварні листи для гальмування крихкої тріщини або наплавлення із сталі з високою тріщиностійкістю, то необхідно передбачити додаткові заходи проти можливого ухиленню крихкої тріщини від лінії шва в метал верхньої палуби або поздовжнього комінгса люка, наприклад, виконання поздовжнього комінгса люка із тріщиностійкої сталі;

.4 застосування іншого більш точного методу неруйнівний контролю, зокрема, дифракційно-часового методу (TOFD) з використанням більш строгих критеріїв оцінки замість стандартного ультразвукового (UT) контролю, передбаченого **3.20.2**, може бути альтернативою рішенням, зазначеним в **3.20.4.3.1.2.1 ÷ 3.20.4.3.1.2.3**.

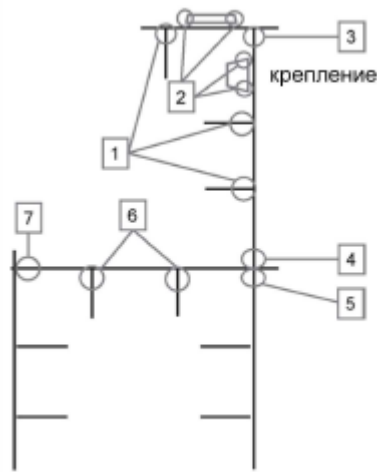


Рис. 3.20.4.2.1.2.2 Зони другорядних зварних швів на прикладі кріплення опори

Де: **1** - кутові шви у місці контакту поздовжнього комінгсу люка, (включаючи верхню частину комінгса) з поздовжніми підкріпленнями;

2 - кутові шви у місці контакту поздовжнього комінгсу люка, (включаючи верхню частину комінгса) з поздовжніми підкріпленнями з вузлами кріплення. Наприклад, кутові шви у місці контакту кришки люка з опорою;

3 - кутові шви у місці контакту верхньої частини комінгса люка з поздовжнім комінгсом люка;

4 - кутові шви у місці контакту поздовжнього комінгсу люка з настилом верхньої палуби;

5 - кутові шви у місці контакту настилу верхньої палуби з переборками;

6 - кутові шви у місці контакту настилу верхньої палуби з поздовжніми балками;

7 - кутові шви у місці контакту ширстреку з настилом верхньої палуби.

3.20.5 Заходи по виявленню і попередженню крихкого руйнування корпусних конструкцій контейнеровозів, виготовлених із надтовстої листової сталі

В табл. 3.20.5 наведені значення товщини і мінімальне значення границі плинності для сталі конструкції комінгса люка, які є контрольними параметрами, підтверджувальними прийняття заходів щодо попередження крихкого руйнування корпусних конструкцій.

Якщо побудована товщина конструкції комінгса люка менша значень, зазначених в табл. 3.20.5, то застосування окремих заходів до даної конструкції не потрібне, поза залежності від значень товщини і границі плинності сталі верхньої палуби.

3.20.6 Випробування на відповідність стандарту ESSO

3.20.6.1 Область застосування.

3.20.6.1.1 Випробування на відповідність стандарту ESSO проводиться с метою одержання характеристики гальмування крихкої тріщини K_{ca} сталевого листового прокату товщиною 100мм і менше, використовуваного для виготовлення корпусних конструкцій.

3.20.6.2 Позначення і схема розташування випробовуваного зразка, тримача і оснастки наведені в табл. 3.20.6.2.і на рис 3.20.6.2 відповідно.

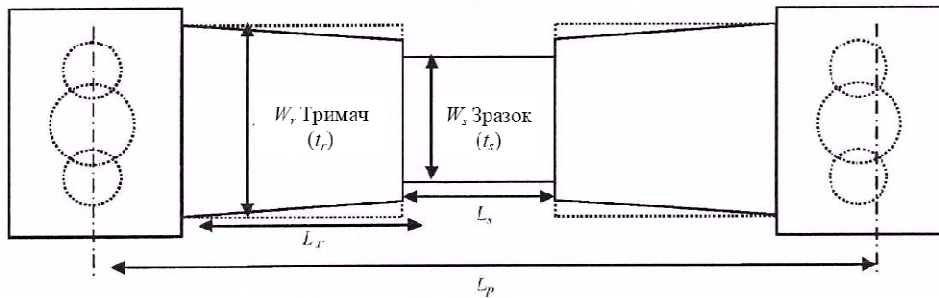


Рис. 3.20.6.2 Схема розташування випробовуваного зразка, тримача і оснастки

3.20.6.3 Мета випробувань.

3.20.6.3.1 Випробування проводиться для оцінки опору розвитку крихких тріщин при наявності градієнта температур, і одержання відповідної характеристики гальмування крихкої тріщини K_{cu} .

3.20.6.4 Стандартний випробовуваний зразок.

3.20.6.4.1 На рис 3.20.6.4.1 показані форма і розмір стандартного випробовуваного зразка.

Таблиця 3.20.5.

Границя плинності Н/мм ²	Товщина, мм	Варіант ¹	Заходи			
			1	2	3 ÷ 4	5
1	2	3	4	5	6	7
36	$50 < t \leq 85$	—	Не застосовне	Не застосовне	Не застосовне	Не застосовне
	$85 < t < 100$	—	X	Не застосовне	Не застосовне	Не застосовне
40	$50 < t \leq 85$	—	X	Не застосовне	Не застосовне	Не застосовне
	$85 < t \leq 100$	A	X	Не застосовне		X
		B	X ²	Не застосовне ³	Не застосовне	X
47 FCAW (дугове зварювання порошковим дротом)	$50 < t \leq 100$	A	X	Не застосовне		X
		B	X ²	Не застосовне ³	Не застосовне	X
47EGW (газоелектричне зварювання)	$50 < t \leq 100$	—	X	Не застосовне		X

¹ Допускається вибір варіанту A або B.

² Див. 3.20.4.3.1.2.4

³ Див. 3.20.4.3

Умовне позначення : X — застосовне

Примітки: Перелік заходів (до табл. 3.20.5):

1.Неруйнівний контроль всіх зварних з'єднань згідно 3.20.2 (при побудові судна);

2.Періодичний неруйнівний контроль при надходженні прокату згідно 3.20.3 (при побудові судна);

3.Конструктивне рішення для гальмування розповсюдження крихкої тріщини уздовж лінії зварного шва (при побудові судна) див. 3.20.4.3.1.2.1, 3.20.4.3.1.2.2;

4.Конструктивне рішення для запобігання ухиленню крихкої тріщини від лінії зварного шва (при побудові судна) див. 3.20.4.3.1.1.1;

5.Конструктивне рішення для запобігання розповсюдження крихких тріщин із зон інших зварних швів, (див. рис. 3.20.4.2.1.2.2), наприклад, кутових і з'єднувальних швів (при побудові судна) див. 3.20.4.3.1.1.1.

Таблиця 3.20.6.2. Умовні позначення та їхні значення

Символ	Одиниця виміру	Параметри
t_s	мм	Товщина випробовуваного зразка
W_s	мм	Ширина випробовуваного зразка
L_s	мм	Довжина випробовуваного зразка
t_r	мм	Товщина тримача
W_r	мм	Ширина тримача
L_r	мм	Довжина тримача
L_p	мм	Відстань між штифтами
a	мм	Довжина проекції тріщини на поверхню, перпендикулярну лінії навантаження
a_a	мм	Максимальна довжина крихкої тріщини в місці її гальмування
T	°C	Температура випробовуваного зразка
dT/da	°C/мм	Гradient температур випробовуваного зразка
σ	Н/мм ²	Найбільше напруження у випробовуваному зразку (навантаження $/W_s \times t_s$)
K_{ca}	Н/мм ^{3/2}	Характеристика гальмування крихкої тріщини

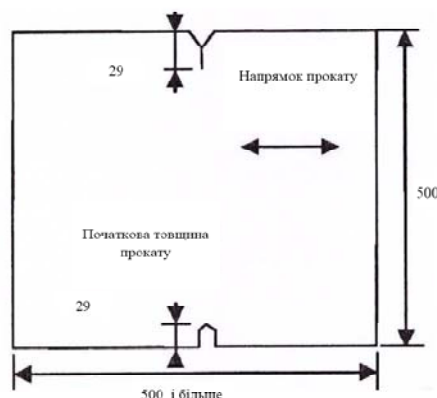


Рис 3.20.6.4.1 Форма і розмір стандартного випробовуваного зразка (всі розміри наведені в мм)

3.20.6.4.2 Товщина і ширина випробовуваного зразка повинні відповідати значенням, зазначеним в табл. 3.20.6.4.2.

Таблиця 3.20.6.4.2. Товщина і ширина випробовуваного зразка

Товщина t_s	100мм і менше
Ширина W_s	500мм
Примітка: Якщо неможливо забезпечити ширину випробовуваного зразка 500мм, допускається ширина 600мм.	

3.20.6.4.3 Випробовувані зразки повинні виготовлятися із одного сталевго листа.

3.20.6.4.4 Випробовувані зразки необхідно вирізати і установити таким чином, щоб вісь навантаження була паралельна напрямку прокатки сталевго листа.

3.20.6.4.5 Товщина випробовуваного зразка повинна бути рівна товщині сталевго листа, використовуваного в корпусних конструкціях судна.

3.20.6.5 Випробне обладнання.

3.20.6.5.1 Як випробне обладнання необхідно використовувати гідравлічну установку для випробувань на розтягання із штифтовим кріпленням.

3.20.6.5.2 Відстань між осями штифтів повинна бути не менше 2000мм.

3.20.6.5.3 Для одержання роботи удару, необхідної для утворення у випробовуваному зразку крихких тріщин, може використовуватися установка для випробування падаючі вантажем або пневмомолоток.

3.20.6.5.4 Кут клина повинний бути більше кута верхнього надрізу випробовуваного зразка.

3.20.6.5.5 До надрізу повинне прикладатися зусилля, що розкриває.

3.20.6.6 Підготовка до випробування.

3.20.6.6.1 Випробовуваний зразок повинний бути закріплений безпосередньо в штифтовому фіксаторі або приварений до тримачів, установлюваним в штифтовий фіксатор.

Сумарна довжина випробовуваного зразка і тримачів повинна бути не менше $3W_s$.

Значення товщини і ширини тримачів зазначені в табл. 3.20.6.6.1.

Таблиця 3.20.6.6.1. Товщина і ширина тримача

	Товщина t_r	Ширина W_r
Розміри тримача	$0,8 t_s \leq t_r \leq 1,5 t_s$	$W_s \leq W_r \leq 2W_s$
Примітки: 1. t_s - товщина випробовуваного зразка. 2. Якщо товщина тримача менша ніж товщина випробовуваного зразка, відбиття хвилі напруження дозволить підвищити надійність результатів випробування, тому мінімальне значення товщини приймається рівним $0,8 t_s$.		

3.20.6.6.2 Термопары установлюються з кроком 50мм на лінії продовження надрізу випробовуваного зразка.

3.20.6.6.3 Якщо прогнозується ухилення крихкої тріщини від передбачуваного напрямку, термопары установлюються в двох точках на лінії навантаження, розташованих на відстані 100мм від лінії продовження надрізу посередині зразка.

3.20.6.6.4 Якщо потрібно вимірювання динамічних характеристик, в заданих точках треба установити тензодатчики.

3.20.6.6.5 Треба установити випробовуваний зразок у випробну машину разом з привареними до нього тримачами і штифтовим фіксатором.

3.20.6.6.6 Треба виконати монтаж ударного пристосування. Конструкція ударного пристосування повинна забезпечувати належну роботу удару. Необхідно установити фіксатор для зменшення ефекту згинаючого навантаження від впливу ударного пристосування.

3.20.7 Метод випробування.

3.20.7.1 Для усунення ефекту залишкового напруження і корекції кутової деформації викликаних приварюванням тримачів, перед охолодженням допускається прикласти попереднє навантаження з меншим значенням, ніж значення випробного навантаження.

3.20.7.2 Охолодження і нагрівання можна здійснювати з однієї сторони, протилежної сторони розташування термопар, або з обох сторін.

3.20.6.7.3 Градієнт температур повинний становити $0,25 \div 0,35^\circ\text{C}/\text{мм}$ на ширині $0,3W_s \div 0,7W_s$ в середній частині випробовуваного зразка.

3.20.7.4 При досягненні необхідного температурного градієнта необхідно підтримувати постійну температуру протягом більше 10 хвилин, після чого треба прикласти задане випробне навантаження.

3.20.7.5 Після підтримки постійного випробного навантаження протягом не менше 30с треба прикласти ударне навантаження для утворення крихкої тріщини. Стандартне значення роботи удару становить $20 \div 60\text{Дж}$ на 1мм товщини листа. Якщо тріщиностійкість основного металу є високою, і утворення крихкої тріщини є проблематичним, роботу удару допускається збільшити до максимального значення 120Дж на 1мм товщини листа.

3.20.6.7.6 Зняття навантаження виконується після підтвердження факту утворення, розповсюдження і гальмування крихкої тріщини.

Потім виконується відновлення нормальної температури і, якщо необхідно, руйнування газовим різанням зварного з'єднання і руйнування зразка за допомогою випробної машини.

Як варіант, можливо видалення приварки газовим різанням після розвитку в'язкої тріщини на достатню довжину за допомогою випробної машини.

3.20.6.7.7 Після руйнування необхідно зробити фотознімки поверхні зламу і шляхи розповсюдження тріщин, а також виміряти довжину тріщин.

3.20.6.8 Результати випробування.

3.20.6.8.1 Необхідно виміряти відстань від верхньої точки випробовуваного зразка, включаючи надріз, до максимально віддаленої точки гальмування тріщини в напрямленні товщини листа.

Якщо поверхня тріщини ухилиється від поверхні, перпендикулярної лінії навантаження випробовуваного зразка необхідно виміряти її проекцію на поверхню, перпендикулярну лінії навантаження. В цьому випадку якщо слід гальмування крихкої тріщини чітко видний на зламі, за точку гальмування тріщини приймається перша точка гальмування тріщини.

3.20.6.8.2 На підставі результатів вимірів за допомогою термопар треба побудувати криву розподілу температури, а також виміряти температуру гальмування крихкої тріщини у відповідності з довжиною гальмування тріщини.

3.20.6.8.3 Характеристика гальмування крихкої тріщини K_{ca} в ході кожного випробування визначається за наступною формулою:

$$K_{ca} = \sigma \cdot \sqrt{(\pi \cdot \alpha) \cdot \sqrt{2 \cdot W_s \cdot \tan[\pi \cdot \alpha / (2 \cdot W_s)]}} \quad (3.20.6.8.3)$$

3.20.9 Протокол випробувань.**3.20.6.9.1** В протоколі заноситься наступна інформація:

.1 технічні характеристики випробної машини; продуктивність випробної машини, відстань між штифтами L_p ;

.2 розміри штифтового фіксатора; товщина тримача t_r , ширина тримача W_r , довжина випробовуваного зразка разом з тримачами $L_s + 2 L_r$;

.3 розміри випробовуваного зразка; товщина листа t_x ; ширина випробовуваного зразка W_s і довжина випробовуваного зразка L_s ;

.4 умови випробування; попереднє напруження, випробне напруження, розподіл температур (у вигляді рисунка або таблиці); робота удару;

.5 результати випробування, довжина гальмування тріщини a_a ; температурний градієнт в точці гальмування, характеристика гальмування крихкої тріщини K_{ca} ;

.6 результати вимірів динамічних характеристик (якщо проводились); швидкість розвитку тріщини, зміна деформацій;

.7 фотографії випробовуваного зразка; траєкторія руйнування, поверхня зламу.

3.20.6.9.2 При невиконанні зазначених нижче умов результати випробувань можуть використовуватися тільки для інформації:

.1 точка гальмування крихкої тріщини повинна знаходитися в заштрихованій області згідно рис. 3.20.6.9.2.1.

В цьому випадку, якщо точка гальмування крихкої тріщини знаходиться на відстані більше 50мм від центру випробовуваного зразка в поздовжньому напрямку, температури термопар, установлених на відстані ± 100 мм, повинні перебувати в межах $\pm 3^\circ\text{C}$ від відповідного значення термопар в центрі;

.2 крихка тріщина не повинна мати чіткого розгалуження на шляху свого розвитку.

3.20.6.9.3 На підставі результатів випробувань, проведених більше ніж в 3 точках, за допомогою графіка Арреніуса будується наближене лінійне рівняння і розраховується характеристика K_{ca} , при заданій температурі.

В цьому випадку повинні бути дані для обох сторін, тобто для «гарячої» і «холодної» сторін при тій температурі, для якої виконується дослідження.

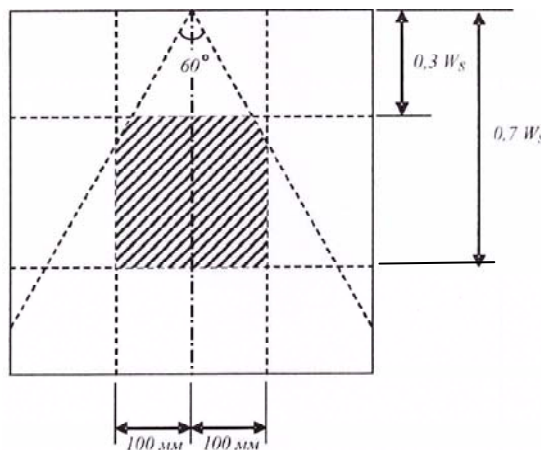


Рис. 3.20.6.9.2.1. Необхідні умови розташування точки гальмування крихкої тріщини

4. МІДЬ І СПЛАВИ НА ОСНОВІ МІДІ

4.1 НАПІВФАБРИКАТИ ІЗ МІДІ І СПЛАВІВ НА ОСНОВІ МІДІ

4.1.1 Загальні вимоги.

Ці вимоги поширюються на напівфабрикати із міді і сплавів на основі міді (катаних, кованих, волочених, пресованих тощо) і виливки, які використовуються у суднобудуванні і судновому машинобудуванні і при виготовленні підлягають нагляду Регістру.

Напівфабрикати із міді і сплавів на основі міді повинні виготовлятися визнаними згідно з 1.3.1.4 підприємствами.

4.1.2 Хімічний склад і механічні властивості.

Хімічний склад і механічні властивості виробів з міді і сплавів на основі міді у вигляді труб, листів, прутків, сортових профілів, поковок і виливків повинні відповідати вимогам норм або технічних умов, погоджених із Регістром.

При виборі сплавів на основі міді необхідно враховувати необхідний рівень механічних властивостей при кімнатній температурі або підвищеній температурі, корозійну стійкість та інші властивості у відповідності із умовами їх використання.

4.1.3 Стан постачання.

Якщо в процесі виготовлення виробу із міді і сплавів на основі міді піддаються термічній обробці, її вид повинний бути повідомлений Регістру і зазначений у сертифікаті на матеріал.

Катані вироби із сплавів CuZn (латуні) повинні піддаватися відпалу для зняття напружень.

Вироби у твердому і напівтвердому станах можуть використовуватися тільки за погодженням із Регістром.

4.1.4 Добір проб.

Проби на розтягування з листового матеріалу повинні вирізатися поперек напрямку прокатки (кування), а із профілів, труб, прутків і поковок – уздовж напрямку прокатки.

Труби, прутки і профілі із діаметром (або товщиною) 40мм і менше можуть піддаватися випробуванню на розтягування у необробленому стані.

Для поковок проби можуть бути відкуті окремо або прикуті до них.

Проби повинні мати таку ж ступінь деформації, як і найбільше навантажений переріз даної поковки.

Для виливків проби можуть бути відлиті окремо, прилиті до виливка або вирізані з виливка.

У будь-якому випадку проби повинні вирізатися після кінцевої термічної обробки (у стані постачання).

1.5 Обсяг випробувань.

Якщо не погоджене інше, з кожної партії слід відбирати такі проби:

для визначення хімічного складу (аналізу плавки),

для визначення механічних властивостей (R_m , R_{eH} , A_5),

для технологічних випробувань.

Обсяг випробувань напівфабрикатів (прокат, поковки, виливки) установлюється за визнаними Регістром стандартами.

Труби із сплаву CuZn для теплообмінних апаратів повинні піддаватися наступним випробуванням:

випробуванню в азотнокислій ртуті або в аміаку згідно із вимогами відповідних норм (один зразок на партію виробів);

випробуванню на сплющення (два зразки, вирізані із двох труб, $H = 3t$);

випробуванню на роздавання (два зразки із двох труб при куті конуса оправки $\alpha = 45^\circ$, ступінь роздавання – 30%);

дослідженню мікроструктури (один зразок на партію виробів).

Середній розмір зерна повинний знаходитися у межах від 0,01 до 0,05мм.

Труби повинні піддаватися гідравлічному випробуванню, тиск при випробуванні установлюється за стандартами або технічними умовами.

Тиск при випробуванні труб теплообмінних апаратів повинний бути 5МПа, а труб (втулок) для облицювань гребних валів – 2МПа.

Заміна гідравлічного випробування неруйнівним контролем є у кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром.

4.1.6 Огляд.

Вироби, які пред'являються до контролю Регістру, повинні відповідати вимогам відповідних стандартів або технічних умов, що є основою їх приймання.

Вироби не повинні мати дефектів, що негативно впливають на їх роботу за призначенням.

4.1.7 Маркування і документи.

Ідентифікація, маркування і документи, що видаються на вироби, повинні проводитися відповідно до вимог 1.4.

4.2 ВИЛИВКИ ГРЕБНИХ ГВИНТІВ**4.2.1 Загальні вимоги.**

4.2.1.1 Ці вимоги поширюються на виливки суцільнолитих гребних гвинтів, лопатей і маточин гребних гвинтів зі знімними лопатями.

Вимоги поширюються на формування, лиття і контроль виливків, а також ремонт нових гребних гвинтів, який здійснюється у процесі їх виготовлення.

За умови спеціального розгляду ці вимоги можуть також застосовуватися для ремонту і контролю гребних гвинтів, пошкоджених у процесі експлуатації.

4.2.1.2 Виливки гребних гвинтів та їх елементів повинні виготовлятися визнаними Регістром відповідно до 1.3.1.4 виробництвами.

До заявки на визнання повинні додаватися специфікації на матеріал, опис технологічного процесу, ремонту, контролю, а також опис виробничого обладнання, включаючи потужність ковшів.

4.2.1.3 Випробування щодо визнання виробництва проводяться відповідно до 1.3.5 за погодженою із Регістром програмою.

Метою випробувань є підтвердження відповідності матеріалу виливків та їх якості цим вимогам, включаючи хімічний склад і механічні властивості.

4.2.1.4 Ливарне виробництво повинне мати належним чином обладнану лабораторію, укомплектовану досвідченим персоналом, для перевірки початкових формувальних матеріалів, хімічного складу, механічних властивостей і мікроструктури матеріалу гвинта.

Лабораторія повинна мати можливості для проведення неруйнівного контролю. Якщо виробництво не має зазначених можливостей для проведення необхідних випробувань, Регістру надаються дані про незалежну лабораторію, здатну надати необхідний комплекс послуг, який підтверджує якість виробленої продукції. Лабораторія повинна бути визнана компетентним національним органом і/або Регістром.

4.2.1.5 Розливання повинне проводитися у сухі форми, використовуючи дегазований рідкий метал. Із метою запобігання завихрень потоку необхідне забезпечення постійного контролю за процесом. Попадання шлаку у форму повинне запобігатися необхідними засобами і/або пристроями.

4.2.1.6 Для зняття залишкових напружень може бути виконана термообробка виливків. Специфікація, що містить дані про режими термообробки, повинна представлятися у Регістр для схвалення (див. табл. 4.2.8.5-1 і 4.2.8.5-2).

4.2.2 Хімічний склад і структурні характеристики.

4.2.2.1 Хімічний склад типових стандартних сплавів на основі міді, які звичайно використовуються для виливків гребних гвинтів, повинний відповідати вимогам табл. 4.2.2.1.

Примітка: Основними складовими мікроструктури в сплавах на основі міді категорій CU1 і CU2 є альфа- і бета-фази. На такі важливі властивості, як пластичність і корозійно-утомна міцність, значний вплив має вміст бета-фази (занадто високий вміст бета-фази негативно впливає на ці властивості). Для забезпечення належної пластичності у холодному стані і корозійно-утомної міцності вміст бета-фази повинний підтримуватися низьким. Необхідно використовувати поняття "цинковий еквівалент" (ЦЕ), оскільки він підсумовує вплив тенденції різних хімічних елементів, що викликають появу бета-фази у структурі.

Структура сплавів типів CU1 і CU2 повинна містити не менше 25% альфа-фази. Визначення вмісту альфа-фази проводиться виробником. При цьому ЦЕ, визначений за наведеною нижче формулою, не повинний перевищувати 45%.

$$\text{ЦЕ} = 100 - \frac{100 \% \text{ Cu}}{100 + A}, \quad \%,$$

де A – алгебраїчна сума наступних елементів сплаву:

$1 \times \% \text{ Sn}; 5 \times \% \text{ Al}; -0,5 \times \% \text{ Mn}; -0,1 \times \% \text{ Fe}; -2,3 \times \% \text{ Ni}$.

Знак "мінус" перед такими елементами, як Mn, Fe і Ni означає, що ці елементи мають тенденцію до зменшення вмісту бета-фази.

Сплави на основі міді, що відрізняються за хімічним складом від зазначених у табл. 4.2.2.1,

можуть бути допущені до застосування на підставі національних або міжнародних стандартів, застосування яких погоджено із Регістром.

Таблиця 4.2.2.1

Тип сплаву	Хімічний склад сплавів на основі міді для гребних гвинтів, %							
	Cu	Al	Mn	Zn	Fe	Ni	Sn	Pb
CU1	52–62	0,5–3,0	0,5–4,0	35–40	0,5–2,5	max 1,0	0,1–1,5	max 0,5
CU2	50–57	0,5–2,0	1,0–4,0	33–38	0,5–2,5	3,0–8,0	max 0,15	max 0,05
CU3	77–82	7,0–11,0	0,5–4,0	max 1,0	2,0–6,0	3,0–6,0	max 0,1	max 0,03
CU4	70–80	6,5–9,0	8,0–20,0	max 6,0	2,0–5,0	1,5–3,0	max 1,0	max 0,05

Примітка. Хімічний склад визначається на металі кожного ковша

4.2.3 Механічні властивості.

Механічні властивості типових стандартних сплавів при випробуваннях зразків, виготовлених із окремо відлитих проб, повинні відповідати вимогам табл. 4.2.3.

Ці властивості є критерієм якості металу кожної плавки і, як правило, не відповідають механічним властивостям металу самого виливка, які можуть бути на 30% нижче значень, отриманих від окремо відлитих проб. Необхідний рівень механічних властивостей для випробувань на зразках, виготовлених з прилитих проб або добраних безпосередньо від виливка, встановлюється згідно погодженої документації.

Сплави з механічними характеристиками, що відрізняються від зазначених у табл. 4.2.3, можуть бути допущені до застосування після їх схвалення Регістром відповідно до 1.3.1.4.

Таблиця 4.2.3. Механічні властивості сплавів на основі міді для гребних гвинтів (окремо відлиті проби)

Тип сплаву	Умовна границя плинності, $R_{p0.2}$, МПа, min	Тимчасовий опір розриву, R_m , МПа, min	Відносне подовження, A_5 , %, min
CU1	175	440	20
CU2	175	440	20
CU3	245	590	16
CU4	275	630	18

4.2.4 Добір проб.

Окремо відлиті проби для визначення механічних властивостей сплавів повинні добиратися від кожного ковша і мати розміри відповідно до рис.4.2.4.

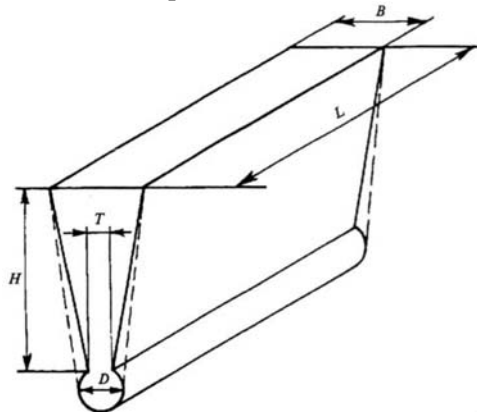


Рис.4.2.4 Окремо відлита проба для випробувань з розмірами, мм: $H=100, B=50, L>150, T=15, D=25$. Допускається виготовлення проб відповідно до визнаних Регістром стандартів.

Контрольні випробування, вказані у 4.2.1.3, при визнанні ливарного виробництва можуть проводитися на зразках, виготовлених із окремо відлитих проб, і зразках із прилитого металу або металу виливки.

4.2.5 Обсяг випробувань.

Із кожної проби виготовляється і випробовується на розтягування не менше одного циліндричного зразка (див. табл. 2.2.2.3). У разі випробувань на розтягування визначається тимчасовий опір розриву, умовна границя плинності і відносне подовження.

Як правило, зразки повинні добиратися від окремо відлитих проб (див. 4.2.4).

Проби повинні відливатися у формах, виготовлених із того матеріалу, що і форма для відливання гвинта. Охолодження повинно проводитися за тих же умов, що і відливання гвинта. Якщо виливок гвинта піддається термообробці, то і проба повинна піддаватися термообробці разом із виливком.

У разі погодження із Регістром використання прилитих проб, останні, за можливістю, повинні розташовуватися на лопатях у районі між $0,5R$ і $0,6R$ (R – радіус гребного гвинта). Проби повинні добиратися без використання термічних способів, для виливків із сплавів типів CU1 і CU2 додатково визначається вміст альфа-фази. Для цього від кожної плавки повинний бути відібраний, у крайньому випадку, один зразок.

Вміст альфа-фази повинний розраховуватися як середня величина п'яти визначень. При цьому повинні виконуватися вимоги 4.2.2.1.

4.2.6 Зони контролю (ремонтні зони).

4.2.6.1 Із метою визначення критеріїв оцінки дефектів гребних гвинтів і для зниження небезпеки виникнення тріщин від втоми після ремонту поверхня лопаті гвинта розділяється на три зони: А, В і С (див. рис. 4.2.6.2-1 і рис. 4.2.6.3).

Примітка: Гребні гвинти підрозділяються на гвинти, які мають кут відкидки лопаті більше 25° , і гвинти з малою відкидкою, тобто до 25° . Кут відкидки лопаті (зсув осьової лінії лопаті) визначається як кут між радіусом, проведеним через середину кінцевого перерізу лопаті, і радіусом, дотичним до середньої лінії (див. рис. 4.2.6.1).

4.2.6.2 Ремонтні зони для лопатей гребних гвинтів із малою відкидкою.

Зона А – частина поверхні нагнітальної сторони лопаті, обмежена по довжині радіусом маточини R_b і радіусом $0,4R$, а по ширині лопаті – лініями, розташованими на відстані $0,15$ довжини хорди C_r від вхідної кромки лопаті і $0,2C_r$ від вихідної кромки відповідно до рис. 4.2.6.2-1 (C_r – ширина лопаті по хорді на радіусі $0,4R$).

Якщо радіус маточини перевищує $0,27R$, верхня границя зони може бути переміщена до $1,5R_b$.

Зона А включає також ділянки окремо відлитої маточини гвинта навколо отворів під лопаті, як зазначено на рис. 4.2.6.2-2, а також фланець і поверхню галтелі знімних лопатей ГРК і ГФК відповідно до рис. 4.2.6.2-3.

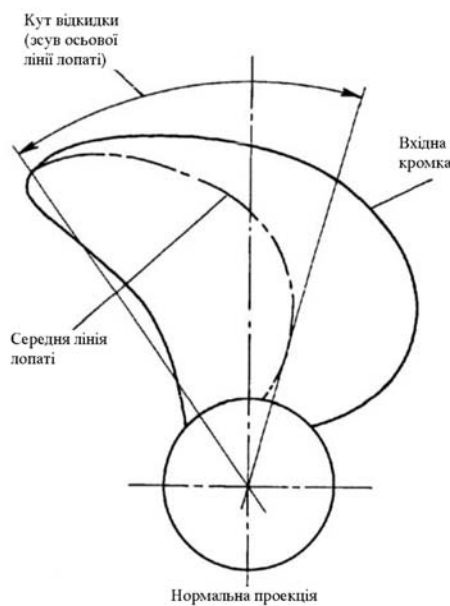


Рис. 4.2.6.1. Визначення кута відкидки

Зона В – частина поверхні нагнітальної і засмоктувальної сторін лопаті. На нагнітальній стороні зона В розташована на площі лопаті, що залишилася, до $0,7R$ (площа в границях $0,4R$ і $0,7R$ плюс площі на вхідній і вихідній кромках, обмежені лініями, відповідно, $0,15C_r$ і $0,2C_r$ і лінією по довжині лопаті радіусом $0,4R$) відповідно до рис. 4.2.6.2-1.

На засмоктувальній стороні зона В розташована у межах ліній по радіусу маточини і $0,7R$.

Зона С – частина поверхні нагнітальної і засмоктувальної сторін, розташована за межами лінії $0,7R$ (між $0,7R$ і R) відповідно до рис. 4.2.6.2-1. До зони С також відноситься вся поверхня маточини, крім поверхні зони А.

4.2.6.3 Ремонтні зони для лопатей гребних гвинтів з великою відкидкою (шаблеподібних гвинтів).

Зона А – частина поверхні нагнітальної і засмоктувальної сторін лопаті відповідно до рис. 4.2.6.3.

На нагнітальній стороні зона А по довжині лопаті обмежується радіусами маточини і $0,9R$ та розташовується між вихідною кромкою лопаті і лінією, еквідистантною до вихідної кромки, яка проходить через точки на вихідній кромці на відстані $0,9R$, що знаходиться на середині хорди лопаті на відстані $0,7R$, і точку, розташовану на $0,3$ довжини хорди від вхідної кромки на відстані $0,4R$. В зону А також входить поверхня між вказаною лінією і кромкою від маточини до хорди на відстані $0,4R$.

На засмоктувальній стороні зона А розташовується від маточини до $0,9R$ і лінії, розташованої на відстані $0,15$ довжини хорди від вихідної кромки уздовж вихідної кромки.

Зона В – частина поверхні нагнітальної і засмоктувальної сторін лопаті відповідно до рис. 4.2.6.3.

Зона В включає поверхні лопаті, що не увійшли в зону А.

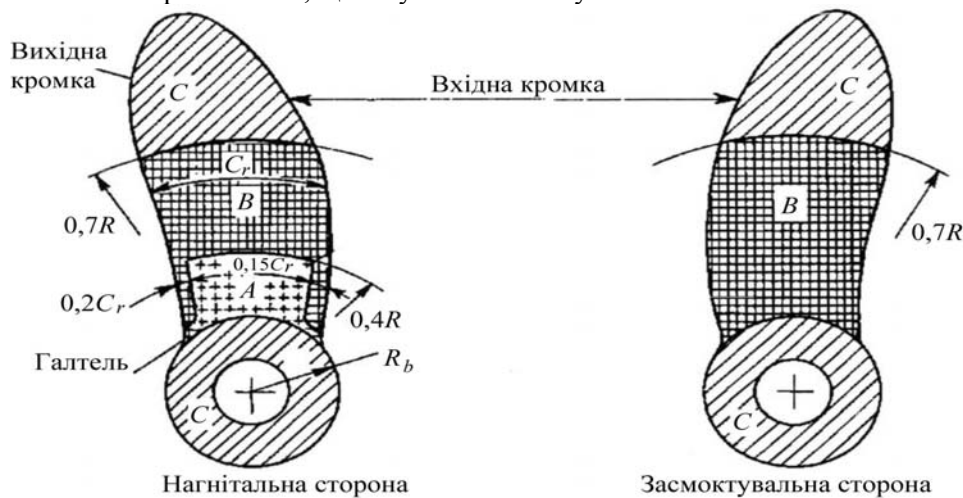


Рис.4.2.6.2-1. Зони контролю для гребних гвинтів цільнолітої конструкції із малою відкидкою лопатей, де R – радіус гвинта, C_r – довжина хорди при будь-якому радіусі

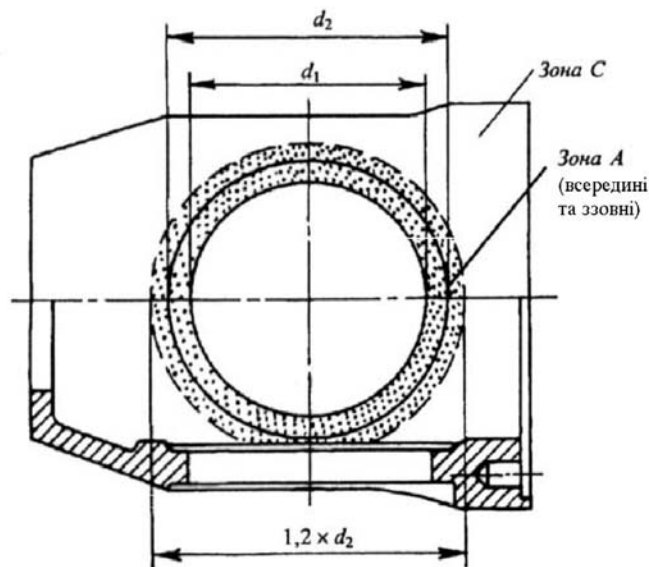


Рис.4.2.6.2-2. Зони контролю для маточини гвинтів регульованого кроку

4.2.6.4 Зона А характеризується високими напруженнями, що виникають у процесі експлуатації гвинта, і великими товщинами і тому вимагає особливо ретельного виконання усіх видів контролю, що вимагаються, і проведення ремонтних робіт.

Зона В також характеризується можливістю виникнення у процесі експлуатації високих напружень, внаслідок чого виконання зварювальних робіт при ремонті необхідно по можливості

уникати.

Зона С характеризується невисокими напруженнями і порівняно невеликими товщинами.

Ремонт зварюванням найбільш безпечний і може бути проведений відповідно до схваленої Регістром методики.

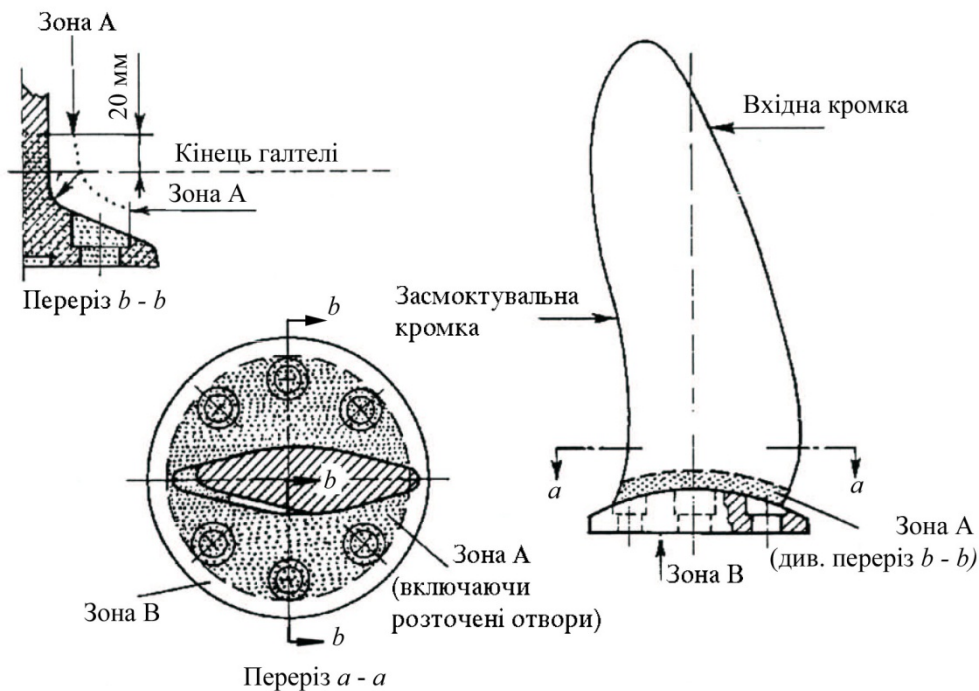


Рис.4.2.6.2-3. Зони контролю для лопатей гвинтів регульованого кроку і гвинтів зі знімними лопатями

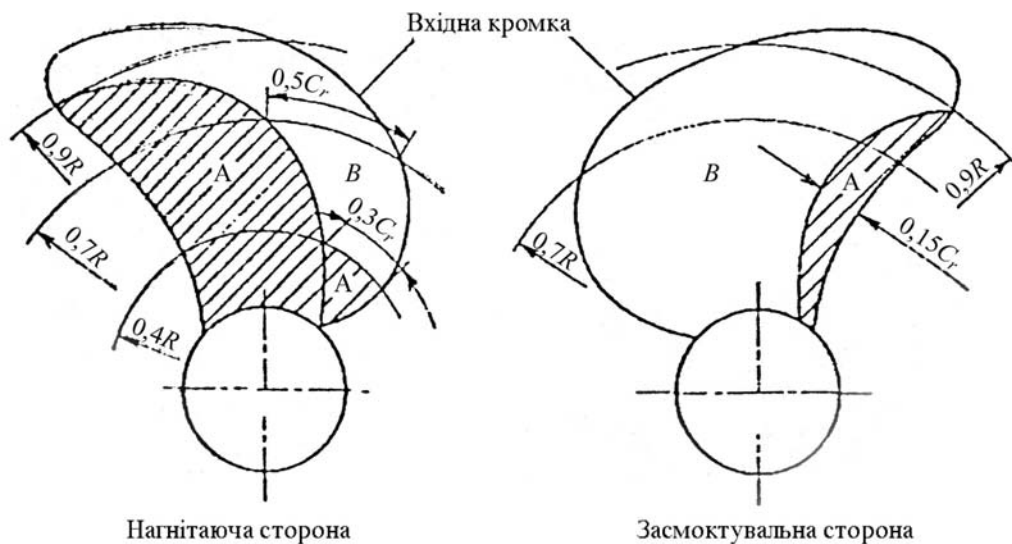


Рис.4.2.6.3. Зони контролю в лопатях з відкидкою більше 25°

4.2.7 Огляд.

4.2.7.1 Виливки гребних гвинтів повинні піддаватися візуальному огляду на всіх стадіях їх виготовлення.

Особливо ретельному візуальному контролю представника Регістру виливки повинні піддаватися в остаточному вигляді. На заключній стадії виробництва огляду підлягають і отвори в маточині. Виливки, призначені до огляду, повинні бути очищені, та їх поверхня підготовлена до візуального і неруйнівного контролю. Поверхня не повинна мати дефектів, що можуть привести до пошкоджень гвинтів при їх експлуатації.

Примітка: Ливарні дефекти, які можуть вплинути на працездатність виливків, такі як значні неметалічні вкраплення, утиснення, раковини і тріщини, не допускаються. Ці дефекти можуть бути вилучені одним з методів, зазначених у 4.2.8, і виправлені у межах, встановлених для різних ремонтних зон. Повний опис цих

робіт і необхідна документація повинні бути подані представнику Регістру до початку проведення робіт.

4.2.7.2 Розміри, допуски на розміри і геометрію виливків повинні задовольняти вимогам схвалених Регістром креслень і документації на замовлення. Вказані документи і результати проведених виробником вимірювань і оглядів, оформлені як акт, пред'являються представнику Регістру під час проведення випробування. Якщо не обумовлене інше, необхідна точність вимірів та їх відповідність вимогам замовлення забезпечуються виробником. Відповідно до вимог схваленої Регістром документації всі гвинти повинні піддаватися статичному балансуванню.

Динамічне балансування потрібне для гребних гвинтів, що працюють більше ніж при 500об/хв.

4.2.7.3 Неруйнівний контроль.

4.2.7.3.1 Капілярний контроль.

Найбільш навантажені зони А (див.4.2.6) повинні піддаватися капілярному контролю в присутності представника Регістру. Для зон В і С капілярна дефектоскопія виконується виробником у присутності представника Регістру.

Якщо на виливку був зроблений ремонт із застосуванням шліфувальних і зварювальних робіт, відремонтовані ділянки повинні додатково піддаватися капілярній дефектоскопії незалежно від їх розподілу по зонах.

Капілярна дефектоскопія повинна проводитися у відповідності зі стандартами або специфікацією, схваленими Регістром. При цьому необхідно користуватися наступними визначеннями.

Індикаторний слід – присутність помітного просочування барвної речовини з несучильностей у матеріалі, що виявляється не раніше ніж через 10хв після застосування капілярного дефектоскопічного матеріалу. Тип індикаторного сліду визначається відповідно до рис.4.2.7.3.1.

Одинична контрольована площа – площадка поверхні, рівна 100см^2 , яка може мати форму квадрата або прямокутника із стороною не більше 250мм.

Для здійснення оцінки якості поверхні капілярним методом дефектоскопії вся контрольована поверхня умовно поділяється на одиничні контрольовані площадки розмірами по 100см^2 . Розподіл повинний бути здійснений несприятливим чином стосовно індикаторних слідів, тобто форма і розміри кожної площадки вибираються таким чином, щоб умістити максимальну кількість дефектів, без розподілу по сусідніх одиничних площадках.

Виявлені на кожній з таких ділянок індикаторні сліди повинні задовольняти, з урахуванням їх форми, розмірів і кількості, вимогам табл. 4.2.7.3.1.

Ділянки, підготовлені під зварювання, незалежно від їх розташування, завжди повинні оцінюватися по зоні А. Це також поширюється і на ремонт зварюванням, яке проводять після остаточної механічної обробки і/або шліфування гвинта.

4.2.7.3.2 Контроль радіографічний і ультразвуковий.

У разі наявності підозр у наявності у виливках внутрішніх дефектів повинні бути здійснені додаткові перевірки радіографічним і/або ультразвуковим методами контролю. У цих випадках критерії оцінки повинні бути погоджені у складі документації виробника і/або стандартах, застосування яких має бути погоджене з Регістром. Необхідно враховувати, що поглинання рентгенівських і гамма-променів у сплавах на основі міді сильніше ніж у сталі.

Для бронзи, яка застосовується для гребних гвинтів, при товщинах до 50мм, як правило, використовуються рентгенівські Х-промені 300кВ, а для товщин до 160мм використовуються гамма-промені $\text{Co } 60$. Через обмеженість товщин, що можуть бути проконтрольовані радіографічним методом, а також з практичних міркувань радіографія не є придатним методом для перевірки ділянок великих гвинтів з великими товщинами.

Недоцільне також проведення ультразвукового контролю сплавів CU1 і CU2 через їх високу здатність поглинання. Для сплавів CU3 і CU4 ультразвуковий контроль прийнятний.

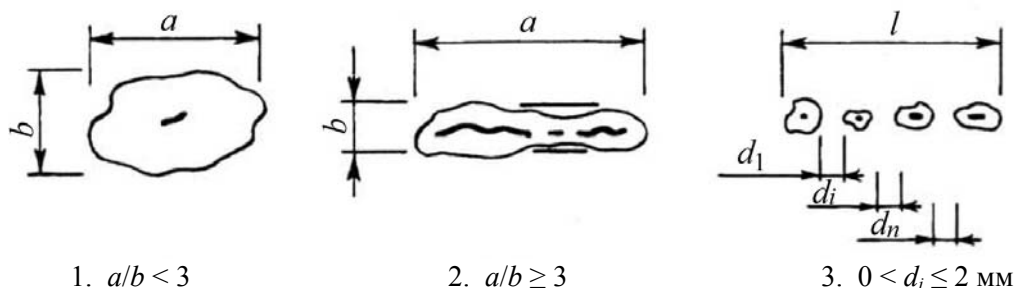


Рис.4.2.7.3.1. Тип індикаторного сліду: 1 – круглий; 2 – лінійний; 3 – радіальний

Таблиця 4.2.7.3.1. Допустима кількість і розмір індикаторних слідів на одиничній контрольованій площадці розміром 100см² в залежності від зони контролю

Зона контролю	Загальна кількість індикаторних слідів, тах	Тип індикаторного сліду	Кількість індикаторних слідів кожного типу, тах	Розмір <i>a</i> або <i>l</i>
А	7	круглий	5	4
		лінійний	2	3
		рядний	2	3
В	14	круглий	10	6
		лінійний	4	6
		рядний	4	6
С	20	круглий	14	8
		лінійний	6	6
		рядний	6	6

Примітки: 1. Круглі одиничні індикаторні сліди розміром менше 2мм для зони А і менше 3мм для інших зон можуть не враховуватися.
2. За відсутності лінійних і рядних слідів загальна кількість круглих індикаторних слідів може бути збільшена до загальної кількості допустимих слідів усіх типів. Загальна кількість круглих індикаторних слідів може бути збільшена також і за рахунок відсутності частини лінійних і/або рядних індикаторних слідів при збереженні загальної кількості допустимих індикаторних слідів

4.2.8 Виправлення дефектів.

4.2.8.1 Несуцільності поверхні, які викликають індикаторні сліди при застосуванні капілярного методу контролю і не задовольняють вимог табл. 4.2.7.3.1, такі як тріщини, усадкові раковини, пісок, шлак, інші неметалічні вкраплення, газові раковини тощо, що негативно впливають на експлуатаційні властивості гвинтів, повинні бути видалені і/або заварені.

Розміри, кількість і розташування дефектів, які допускаються без виправлення, а також підлягають виправленню, встановлюються документацією на вибір, що представляється в Регістр для погодження.

Як правило, виправлення дефектів повинне проводитися механічними способами, наприклад, шліфуванням, зачищенням або фрезеруванням. Зварювання може застосовуватися за умови виконання викладених тут вимог. Після фрезерування або зачищення ті дефекти, що не підлягають заварюванню, повинні бути піддані шліфуванню. Шліфування повинне бути виконане таким чином, щоб контур відшліфованого місця був максимально гладким з метою попередження концентрації напружень або кавітації.

Зварювання ділянок площею менше 5см² необхідно уникати.

4.2.8.2 Виправлення дефектів у зоні А.

У зоні А заварювання дефектів не допускається. Шліфування повинне проводитися до того ступеня, який забезпечує збереження товщини лопаті відповідно до схваленого Регістром креслення.

4.2.8.3 Виправлення дефектів у зоні В.

Дефекти, глибина яких не перевищує $dB = t/40\text{мм}$ (t – мінімальна місцева товщина, мм, згідно з Правилами) або 2мм (залежно від того, що більше), можуть бути виправлені шліфуванням. Дефекти, глибина яких перевищує глибину підлягаючих шліфуванню дефектів, можуть бути виправлені заварюванням.

4.2.8.4 Виправлення дефектів у зоні С.

Як правило, у зоні С заварювання дефектів допускається.

4.2.8.5 Ремонтне зварювання.

4.2.8.5.1 Технологія зварювання і зварювальні матеріали, які застосовуються для виправлення дефектів, повинні бути визнані Регістром відповідно до вимог частини XIV «Зварювання».

Виправлення дефектів повинне виконуватися зварювальниками належної кваліфікації, допущеними Регістром для виконання подібних робіт.

Схвалення технології зварювання виконується на підставі зварювання проб, які відповідають рис. 4.2.8.5.1-1, що повинні піддаватися неруйнівному контролю (капілярному і радіографічному).

Від проб добираються два поперечних круглих зразки на розтягування згідно з рис. 2.2.2,б і виготовляються три макрошліфи.

Як альтернатива зразки на розтягування можуть бути виготовлені у відповідності з схваленими Регістром методиками або визнаними стандартами.

Зазначені вище роботи повинні бути виконані виробником до початку проведення зварювальних робіт.

Специфікація процесу зварювання, яка подається для схвалення до Регістру, повинна бути складена з урахуванням наступних вимог і рекомендацій:

виправлення дефектів повинне виконуватися механічними способами згідно з 4.2.8 і з застосуванням капілярного методу контролю для визначення повноти видалення дефектів;

вибір зварювальних матеріалів, вибір температури підігріву і режиму термообробки для зняття залишкових напружень необхідно виконувати відповідно до вимог табл. 4.2.8.5.1-1. При цьому необхідно враховувати, що у всіх випадках, за винятком сплаву CU3, після ремонту потрібно виконувати термообробку для зняття залишкових напружень з метою зниження схильності матеріалу до корозії під напруженням;

якщо для виливків зі сплаву CU3 потрібна термообробка після виконання великого обсягу ремонтних робіт у зоні В і/або в зоні А, а також якщо застосовувалися зварювальні матеріали з підвищеною чутливістю до корозії під напруженням, то виливок гвинта повинний бути термооброблений при температурі від 450 до 500°C або підданий відпалу в інтервалі температур 650–800°C в залежності від обсягу виконаного ремонту (див. табл. 4.2.8.5.1-1);

виправлення дефектів повинне, за можливістю, виконуватися у нижньому положенні із застосуванням дугового зварювання покритими електродами або із застосуванням сполучення «дріт – захисний газ».

При неможливості проведення ремонту у нижньому положенні слід застосовувати тільки сполучення «дріт – захисний газ»;

Примітка: Застосування аргондугового зварювання вольфрамовим електродом не рекомендується у зв'язку з високими погонними енергіями.

для виливків зі сплавів CU1 і CU2, які мають товщину 30мм і менше, добрі результати може дати газове зварювання;

час витримки для зняття залишкових напружень визначається відповідно до вимог табл. 4.2.8.5.1-2. Швидкість охолодження при цьому не повинна перевищувати 50°C/год до досягнення температури 200°C.

Таблиця 4.2.8.5.1-1. Рекомендовані присадні метали і режими термообробки

Тип сплаву	Присаджувальні матеріали	Температура попереднього нагрівання, °C, min	Температура перед накладанням наступного шва, °C, max	Температура зняття напружень, °C	Температура гарячої правки, °C
CU1	Al бронза ¹	150	300	350–550	500–800
	Mn бронза	150	300	350–550	500–800
CU2	Al бронза	150	300	350–550	500–800
	Ni-Mn бронза	150	300	350–550	500–800
CU3	Al бронза	50	250	450–500	700–900
	Ni-Al бронза ²	50	250	450–500	700–900
	Mn-Al бронза	50	250	450–500	700–900
CU4	Mn-Al бронза	100	300	450–600	700–850
¹ Допускається для Ni-Al і Mn-Al бронзи.					
² Зняття напружень не потрібне					

4.2.8.6 Правка.

Для гарячої і холодної правки повинне застосовуватися статичне навантаження.

Гаряча правка погнутої лопаті гребного гвинта або роботи зі зміни кроку повинні проводитися після необхідного підігріву ділянки, що включає зону згину, розширену з кожної сторони на 500мм. Температура нагрівання повинна відповідати вимогам табл. 4.2.8.5.1-1; нагрівання повинне здійснюватися повільно і рівномірно.

Таблиця 4.2.8.5.1-2. Час витримки при термообробці для зняття напружень гребних гвинтів

Температура, °C	CU1 і CU2		CU3 і CU4	
	Час, год, для 25мм товщини виливка	Максимальний рекомендований час, год	Час, год, для 25мм товщини виливка	Максимальний рекомендований час, год
350	5	15	–	–
400	1	5	–	–
450	0,5	2	5	15

Закінчення табл. 4.2.8.5.1-2.

500	0,25	1	1	5
550	0,25	0,5	0,5 ¹	2 ¹
600	—	—	0,25 ¹	1 ¹
¹ Температури 550 і 600°C застосовуються тільки для сплаву CU4				

Таблиця 4.2.8.5.1-3. Тимчасовий опір розриву зварного з'єднання сплавів на основі міді

Тип сплаву	Тимчасовий опір, МПа
CU1	370
CU2	410
CU3	500
CU4	550

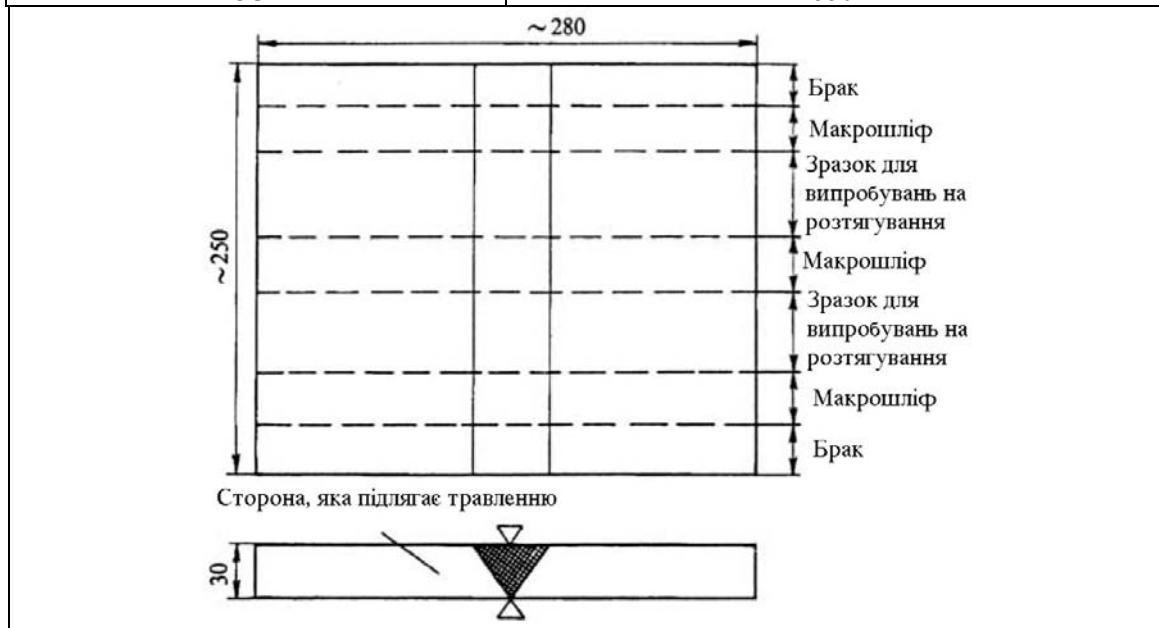


Рис. 4.2.8.5.1-1

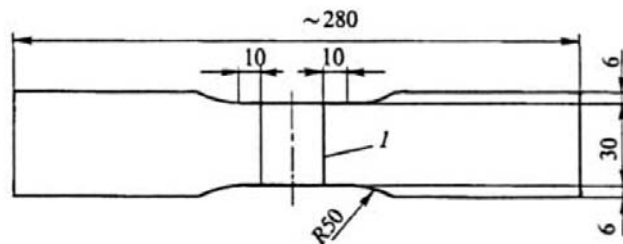


Рис. 4.2.8.5.1-2. Зразок для випробування на розтягування: 1 – край шва

Концентроване полум'я, таке як, наприклад, кисневоацетиленове і кисневопропанове, не повинне застосовуватися.

Холодна правка може використовуватися тільки для дрібного ремонту кромки. Після холодної правки сплавів CU1 і CU2, а також CU4 завжди повинна проводитися термообробка для зняття напружень відповідно до вимог табл. 4.2.8.5.1-1.

4.2.9. Ідентифікація і маркування.

4.2.9.1 Ідентифікація.

При виготовленні гребних гвинтів на підприємстві повинна застосовуватися система контролю, яка дозволяє провести перевірку виготовлення виливка на кожній стадії, починаючи з виплавки металу. При здійсненні нагляду повинне бути представлено підтвердження наявності такої системи на підприємстві.

4.2.9.2 Маркування.

Маркування повинне виконуватися відповідно до вимог 1.4. Крім того, маркування повинне містити

наступні дані:

- номер сертифіката Регістру;
- кут відкидки лопаті (для гвинтів з великою відкидкою – шаблеподібних);
- символ льодового класу, якщо це можливо.

4.2.9.3 Сертифікат виробника, який представляється представнику Регістру, повинний містити наступні дані:

- найменування замовника і номер замовлення;
- номер проекту судна, якщо відомо;
- опис виливка з вказуванням номера креслення;
- діаметр гвинта, кількість лопатей, крок, напрямок обертання;
- тип або марку і хімічний склад сплаву;
- номер плавки і виливка;
- остаточна маса;
- результати випробувань методами неруйнівного контролю, якщо вони застосовувалися;
- вміст альфа-фази для сплавів CU1 і CU2;
- результати механічних випробувань;
- ідентифікаційний номер виливка;
- кут відкидки лопаті (для гвинтів із великою відкидкою – шаблеподібних).

5. АЛЮМІНІЄВІ СПЛАВИ

5.1 АЛЮМІНІЄВІ СПЛАВИ, ЯКІ ДЕФОРМУЮТЬСЯ

5.1.1 Загальні вимоги.

Ці вимоги поширюються на напівфабрикати із алюмінієвих сплавів, які деформуються (листи, профілі, пресовані панелі тощо) товщиною від 3 до 50мм, призначених для суднових корпусних конструкцій, надбудов і конструкцій інших морських споруд. В загальному випадку, вимоги до алюмінієвих сплавів, що призначені для конструкцій систем зберігання вантажів газозовів і/або працюючих при низьких криогенних температурах, викладені в **10.2.3**.

Позначення сплавів базується на позначеннях, прийнятих в Алюмінієвій асоціації. Позначення національних сплавів, схвалених Регістром, наводиться у відповідності із національними стандартами.

Застосування алюмінієвих сплавів, що деформуються, які не відповідають цим вимогам за хімічним складом, механічними властивостями або станом поставки, може бути допущено при наданні даних, що включає детальне вивчення властивостей сплавів, їх корозійної стійкості, особливостей технології зварювання, а також вивчення поведінки цих сплавів в умовах, для роботи в яких сплави призначені. Одночасно надається для погодження з Регістром нормативно-технічна документація і/або наводяться відповідні стандарти.

Сплави повинні бути визнані Регістром у відповідності до **1.3.2.1**.

Усі алюмінієві сплави повинні виготовлятися під наглядом Регістру визнаними у відповідності із **1.3.1** підприємствами. Матеріал, який відповідає вимогам Регістру, поставляється із сертифікатом і клеймом Регістру.

Інспектору, який здійснює нагляд на підприємстві, що не має плавильного виробництва, повинні представлятися сертифікати заводу-виробника злитків, слябів або заготовок із указуванням виробника, марки сплаву, номера плавки і хімічного складу. Подаються дані про систему, що дозволяє ідентифікувати злитки, сляби або заготовки.

Підприємство, яке здійснює плавку алюмінієвих сплавів, повинне бути визнане Регістром.

Вимоги цього підрозділу поширюються на наступні алюмінієві сплави:

.1 прокат (лист, плита, штабовий прокат): 5083, 5086, 5383, 5059, 5456, 5754;

стан постачання: О/Н111/Н112/Н116/Н321;

національні сплави: 1530, 1550, 1561, 1561Н, 1575, 1565ч;

стан постачання: О/Н111/Н112, Н321;

.2 пресований профіль (профіль суцільний, профіль порожнистий, панель, кутовий профіль, прутки тощо): 5083, 5383, 5059, 5086;

стан постачання: О/Н111/Н112;

6005А, 6061, 6082;

стан постачання: Т5, Т6;

національні сплави: 1530, 1550, 1561, 1575, 1565ч;

стан постачання: О/Н111/Н112.

Сплави 6005А, 6061 і серії 6000 не можуть використовуватися в умовах безпосереднього стикання із морською водою без застосування необхідного протекторного анодного захисту і/або відповідної системи покриття.

5.1.2 Хімічний склад.

Хімічний склад алюмінієвих сплавів, що деформуються, повинний відповідати вимогам табл. 5.1.2. Проби для визначення хімічного складу додатково повинні добиратися безпосередньо від напівфабрикату (листа, панелі тощо).

5.1.3 Механічні властивості.

Механічні властивості напівфабрикатів із алюмінієвих сплавів, що деформуються, повинні відповідати вимогам табл. 5.1.3-1 і 5.1.3-2.

5.1.4 Стан постачання.

Стан постачання указується у відповідності із ДСТУ EN 515 або відповідного стандарту EN або інших визнаних Регістром міжнародних і національних стандартів.

Національні алюмінієві сплави, що деформуються, повинні постачатися із указуванням стану постачання як у відповідності із ДСТУ EN 515, так і у відповідності із діючими національними стандартами.

Таблиця 5.1.2. Хімічний склад

Категорія	Al, %	Si, %	Fe, %	Cu, %	Mn, %	Mg, %	Cr, %	Zn, %	Ti, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5083	основа	≤0,40	≤0,40	≤0,10	0,4–1,0	4,0–4,9	0,05–0,25	≤0,25	≤0,15
5383	основа	≤0,25	≤0,25	≤0,20	0,7–1,0	4,0–5,2	≤0,25	≤0,40	≤0,15
5059	основа	≤0,45	≤0,50	≤0,25	0,6–1,2	5,0–6,0	≤0,25	0,4–0,9	≤0,20
5086	основа	≤0,40	≤0,50	≤0,10	0,20–0,7	3,5–4,5	0,05–0,25	≤0,25	≤0,15
5754	основа	≤0,40	≤0,40	≤0,10	≤0,50 ²	2,6–3,6	≤0,30	≤0,20	≤0,15
6005A	основа	0,50–0,90	≤0,35	≤0,30	≤0,50 ³	0,04–0,7	≤0,30 ³	≤0,20	≤0,10
6061	основа	0,40–0,80	≤0,70	0,15–0,40	≤0,15	0,8–1,2	0,04–0,35	≤0,25	≤0,15
6082	основа	0,70–1,30	≤0,50	≤0,10	0,4–1,0	0,6–1,2	≤0,25	≤0,20	≤0,10
Національні сплави									
1530	основа	0,50–0,80	≤0,50	≤0,10	0,30–0,60	3,2–3,8	≤0,05	≤0,20	≤0,10
1550	основа	≤0,50	≤0,50	≤0,10	0,30–0,80	4,8–5,8	–	≤0,20	≤0,10
1561	основа	≤0,40	≤0,40	≤0,10	0,70–1,10	5,5–6,5	–	≤0,20	–
1561H	основа	≤0,40	≤0,40	≤0,10	0,50–0,80	5,5–6,5	–	≤0,20	–
1575	основа	≤0,20	≤0,30	≤0,10	0,35–0,60	5,4–6,4	0,05–0,15	≤0,01	≤0,07
1565ч	основа	≤0,20	≤0,30 ⁶	0,05–0,1	0,4–1,2	5,1–6,2 ⁷	0,02–0,25	0,45–1	≤0,10

Продовження таблиці 5.1.2

Категорія	Інші елементи, %		Примітки
	кожний	загальне ¹	
1	11	12	13
5083	≤0,05	≤0,15	–
5383	≤0,05 ⁴	≤0,15 ⁴	–
5059	≤0,05 ⁵	≤0,15 ⁵	–
5086	≤0,05	≤0,15	–
5754	≤0,05	≤0,15	0,10≤Mn + Cr≤0,60
6005A	≤0,05	≤0,15	0,12≤Mn + Cr≤0,50
6061	≤0,05	≤0,15	–
6082	≤0,05	≤0,15	–
Національні сплави			
1530	≤0,05	≤0,15	–
1550	≤0,05	≤0,15	–
1561	≤0,05	≤0,15	Zr (0,02–0,12)
1561H	≤0,05	≤0,15	Zr (0,10–0,17)
1575	≤0,05	≤0,15	Zr (0,10–0,12)
1565ч	≤0,05	≤0,15	Zr (0,08–0,13), Ni(0,05)
¹ Включаючи Ni, Ga, V та інші, не наведені тут елементи. ² Mn + Cr : 0,10 – 0,60. ³ Mn + Cr : 0,12 – 0,50. ⁴ Zr : max 0,20. Наведений загальний вміст домішок, за виключенням Zr. ⁵ Zr : 0,05 – 0,25. Наведений загальний вміст домішок, за виключенням Zr. ⁶ Fe + Ni: ≤0,70. ⁷ Mg + Zn: 5,7 – 7,3.			

Параметри термічної і термохімічної обробки, які забезпечують властивості сплавів, установлюються виробником напівфабрикатів.

Стан постачання вказується у сертифікаті на напівфабрикат.

5.1.5 Добір проб.

Проби для визначення механічних властивостей повинні добиратися так, щоб було забезпечено виготовлення зразків, поздовжня вісь яких спрямована у такий спосіб:

для прокату, як правило, – поперек напрямку прокатки. Якщо ширина прокату недостатня для вирізання зразків, або якщо є спеціальні вказівки національних стандартів, – допускається виготовлення поздовжніх зразків;

для пресованого профілю (профілю суцільного, профілю порожнистого, прутка тощо) – уздовж напрямку основної осі напівфабрикату;

Таблиця 5.1.3-1. Механічні властивості прокату

Категорія	Стан постачання	Границя плинності, $R_{p0,2}$, min, МПа ³	Тимчасовий опір, min, R_m , МПа ³	Товщина t , мм	Відносне подовження, %, min	
					A_{50MM}	A_{5d}
5083	O/H111	125	275–350	$3 \leq t \leq 50$	16	14
	H112	125	275		12	10
	H116	215	305		10	10
	H321	215-295	305-385		12	10
5383	O/H111	145	290	$3 \leq t \leq 50$		17
	H116	220	305		10	10
	H321	220	305		10	10
5059	O/H111	160	330	$3 \leq t \leq 50$	-	24
	H116	270	370	$3 \leq t \leq 20$	10	10
		260	360	$20 < t \leq 50$	10	10
	H321	270	370	$3 \leq t \leq 20$	10	10
		260	360	$20 < t \leq 50$	10	10
5086	O/H111	95	240 - 305	$3 \leq t \leq 50$	16	14
	H112	125	250	$3 \leq t \leq 12,5$	8	
		105	240	$12,5 < t \leq 50$		9
	H116	195	275	$3 \leq t \leq 50$	10 ²	9
5754	O/H111	80	275	$3 \leq t \leq 50$	18	17
5456	O/H111	130 - 205	290 - 365	$3 \leq t \leq 6,3$ $6,3 < t \leq 50$	16	
		125 - 205	285 - 360		16	14
	H116	230	315	$3 \leq t \leq 30$	10	10
		215	305	$30 < t \leq 40$		10
		200	285	$40 < t \leq 50$		10
	H321	230 - 315	315 - 405	$3 \leq t \leq 12,5$	12	
215 - 305		305 - 385	$12,5 < t \leq 40$		10	
200 - 295		285 - 370	$40 < t \leq 50$		10	
Національні сплави						
1530	O/H112	80	185	$3 \leq t \leq 12,5$ $12,5 < t \leq 50$	15	
		60	165			
1550	O/H112	125	275	$3 \leq t \leq 12,5$ $12,5 < t \leq 50$	15	
		110	255			
1561	O/H112	175	335	$3 \leq t \leq 12,5$ $12,5 < t \leq 50$	12	
		175	335			
1561H	H32/H321	245	355	$3 \leq t \leq 12,5$ $12,5 < t \leq 50$	10	
		225	335			
1575	O/H112	295	400	$3 \leq t \leq 12,5$	11	
1565ч	O/H112	145	330	$2 \leq t \leq 4$		18
		170	330	5		15
		175	335	$5,5 < t \leq 10,5$		15
		175	335	$11,0 < t \leq 40$		15
		175	330	$40 < t \leq 60$		15
		170	310	$60 < t \leq 80$		12
Примітки: 1. Наведене у таблиці прийнятне як для поздовжніх, так і поперечних зразків. 2. 8% - для товщини, рівній чи меншій 6,3мм. 3. Механічні властивості для стану постачання O і H111 – однакові. Але вони розділені, щоб запобігти подвійну сертифікацію, так як ці стани постачання представляють собою різне оброблення.»;						

для пресованих профільних заготовок для виготовлення зварених порожнистих профілів – перпендикулярно осі профілю.

Проби необхідно добирати на відстані однієї третини від поздовжнього краю по ширині.

Від пресованих напівфабрикатів у проміжку від $\frac{1}{3}$ до $\frac{1}{2}$ відстані між краєм і центром напівфабрикату проби необхідно добирати у найтовщій його частині.

Таблиця 5.1.3-2. Механічні властивості пресованих напівфабрикатів

Категорія	Стан поставки	Границя плинності, $R_{p0,2}$, min, МПа	Тимчасовий опір, R_m , min, МПа	Товщина t , мм	Відносне подовження, %, min	
					$A_{50\text{мм}}$	A_{5d}
5083	О	110	270 - 350	$3 \leq t \leq 50$	14	14
	H111	165	275		12	10
	H112	110	270		12	10
5383	О	145	290	$3 \leq t \leq 50$	17	17
	H111	145	290		17	10
	H112	190	310			10
5059	H112	200	330	$3 \leq t \leq 50$	—	10
5086	О	95	240 - 315	$3 \leq t \leq 50$	14	14
	H111	145	250		12	
	H112	95	240		12	9
6005A	T5	215	260	$3 \leq t \leq 50$	9	—
	T6	215	260	$3 \leq t \leq 10$	8	14
		210	250	$10 < t \leq 50$	8	10
6061	T6	240	260	$3 \leq t \leq 50$	10	8
6082	T5	230	270	$3 \leq t \leq 50$	8	10
	T6	250	290	$3 \leq t \leq 5$	6	
		260	310	$5 < t \leq 50$	10	10
Національні сплави ¹						
1530	О/H111/H112	80	175	$3 \leq t \leq 12,5$ $12,5 < t \leq 50$	12	12
1530	О/H111/H112	125	255	$3 \leq t \leq 12,5$ $12,5 < t \leq 50$	13	13
1561	О/H111/H112	205	335	$3 \leq t \leq 12,5$ $12,5 < t \leq 50$	11	11
1575	О/H111/H112	295	400	$3 \leq t \leq 12,5$ $12,5 < t \leq 50$	11	11
1565ч	О/H 112	185	335	$3 \leq t \leq 12,5$		12
		185	335	$5,5 < t \leq 50$		12
¹ Наведені механічні властивості для національних сплавів поширюються також на порожнисті профілі з цих же сплавів, якщо переріз профілю не перевищує 60 мм ² або якщо діаметр описаної окружності дорівнює або менше 250мм. Примітка. Наведене у таблиці прийнятне, як для поздовжніх, так і поперечних зразків						

Вирізання заготовок для зразків, а також виготовлення самих зразків для випробувань повинні проводитися способами, що дозволяють уникнути можливої зміни властивостей сплавів унаслідок наклепу.

Кожен зразок повинний маркуватися таким чином, щоб після його виготовлення і зачищення його можна було ідентифікувати із конкретним напівфабрикатом і визначити місце вирізання і орієнтацію.

Вимоги до зразків для випробування на розтягування викладені у 2.2.2.5, загальні вимоги до випробувань — у 2.1.

5.1.6 Обсяг випробувань.

Напівфабрикати з алюмінієвих сплавів, що деформуються, пред'являються до випробувань партіями.

Партія повинна складатися із напівфабрикатів сплаву однієї марки (однієї плавки), однієї форми і розмірів (для листів — однієї товщини), однакового стану постачання і виготовлених за єдиним технологічним процесом.

5.1.6.1 Прокат.

Як правило, один зразок на розтягування відбирається від кожних 2000кг. Якщо об'єм партії перевищує 2000кг, проводиться додаткове випробування на розтягування для кожних повних або

неповних 2000кг.

Для листів, плит або рулонів, кожен з яких за масою перевищує 2000кг, відбирається тільки один зразок на розтягування.

5.1.6.2 Пресований профіль (суцільний профіль, порожнистий профіль, пруток тощо).

Один зразок на розтягування добирається від кожної партії:

у 1000кг – для виробів масою менше 1кг;

у 2000кг – для виробів масою від 1 до 5кг;

у 3000кг – для виробів масою більше 5кг.

Якщо об'єм партії напівфабрикатів перевищує указані об'єми, повинно бути виконане додаткове випробування для кожної повної або не повної партії.

При незадовільних результатах випробувань повторні випробування проводяться відповідно до указівок 1.3.5.

5.1.7 Випробування якості зварного з'єднання порожнистих профілів, виготовлених за допомогою зварювання, пресуванням.

Виробник повинний провести макродослідження і виконати випробування на роздавання, які підтверджують відсутність неспроможностей у кожній партії закритих профілів.

Для випробувань профілі повинні пред'являтися партіями, які складаються не більше ніж із п'яти напівфабрикатів. Випробуванням піддається один профіль від партії. Якщо довжина профілю перевищує 6м, випробуванням піддається кожний напівфабрикат.

Проби від кожного представленого для випробувань напівфабрикату відрізаються від кожного кінця поперек осі профілю. У будь-якому випадку довжина зразка повинна бути не менше 50мм.

Випробування на роздавання виконуються при температурі навколишнього повітря за допомогою конусної (мінімум у 60°) оправки із міцної сталі.

Незадовільними вважаються випробування, у результаті яких після деформації металу уздовж лінії сплавлення утворилася тріщина, яка підтверджує неспроможність зварювання.

5.1.8 Корозійні випробування.

Прокат сплавів 5083, 5383, 5059, 5086 і 5456 у стані постачання H116 і H321, призначений для використання у морському корпусному суднобудуванні або у конструкціях, часто дотичних із морською водою, повинний бути випробуваний на опір корозії у цьому середовищі (на розшарування і міжкристалітну корозію).

Виробник при первісному огляді підприємства, проведеному для його визнання, повинний представити дані щодо установленної залежності між мікроструктурою та опором матеріалу корозії.

Відповідні мікрофотографії (X500) (у відповідності до положень, вказаних в ASTM B928, розділ 9.4.1), повинні бути представлені для кожного із сплавів у конкретному стані постачання і для конкретного діапазону товщини.

Мікрофотографії повинні підтверджувати відсутність корозійного розтріскування і пітингу рівня, як мінімум, РВ, якщо оцінка здійснювалася у відповідності із ASTM G66 (ASSET). Також повинні бути результати випробувань на міжкристалітну корозію із утратою маси не більше 15 мг/см² у відповідності із ASTM G67 (NAMLT). Випробування на корозійне розтріскування та міжкристалітну корозію також можуть проводитися у відповідності із визнаними Регістром іншими національними стандартами.

Надана виробником документація (звіти) про виконані випробування та установлені співвідношення структури сплавів і опірності корозії схвалюється Регістром. Будь-які можливі зміни у технології виробництва матеріалу вимагають проведення відповідних досліджень і пересхвалення документації, яка свідчить про корозійну стійкість сплавів.

Для прокату сплавів 5083, 5383, 5059, 5086 у стані постачання H116 та H321 порівняльний металографічний аналіз повинний проводитися на металі, відібраному із середини (по ширині), від одного кінця, одного рулону (напівфабрикату) партії.

Для порівняльного металографічного аналізу необхідно використовувати шліфи перпендикулярного перерізу. У випадку, якщо сітка виділень Al-Mg по границях зерен на випробовуваному металі перевищує відповідну сітку металу, випробовуваного при первісному схваленні, партія повинна бути забракована або, за розсудом Регістру, піддана випробуванням на корозійне розтріскування та міжкристалітну корозію. Методики і критерії оцінки результатів випробувань на опір металу корозії повинні відповідати ASTM G66 і G67 або визнаним Регістром стандартам. Допустимим критерієм є відсутність на зразках слідів корозійного розтріскування і пітингової корозії рівня, як мінімум РВ,

якщо оцінка здійснювалася у відповідності із ASTM G66 (ASSET), а також стійкість зразка до міжкристалічної корозії із утратою маси не більше 15мг/см², у відповідності із ASTM G67 (NAMLT).

Якщо результати цих випробувань задовольняють наведеним вище критеріям, то партія металу може бути прийнята.

Як альтернатива металографічним дослідженням можуть бути проведені випробування на корозійне розтріскування та міжкристалітну корозію у відповідності із ASTM G66 і G67 у відповідності із ASTM B928 або еквівалентному йому стандарту визнаного Регістром. Критерії оцінювання результатів альтернативних випробувань повинні відповідати вимогам 5.1.8.

5.1.9 Огляд.

Напівфабрикати із алюмінієвих сплавів, що деформуються, підготовлені до постачання, не повинні мати внутрішніх і зовнішніх дефектів, які негативно впливають на їх застосування за призначенням.

Візуальному контролю повинні піддаватися усі напівфабрикати.

Застосування неруйнівних методів контролю, якщо не обумовлено окремо, не вимагається. Проте передбачається, що підприємства-виробники використовують необхідні при виробництві алюмінієвих сплавів, що деформуються, методи неруйнівного контролю із метою підтримання якості продукції на рівні відповідних стандартів.

Допускається виправлення виявлених поверхневих дефектів шліфуванням або зачищенням за умови, що результати цих виправлень не виведуть розміри напівфабрикату за межі допустимих відхилень.

Граничні мінусові відхилення для прокату із алюмінієвих сплавів наведені у табл. 5.1.9. Допускається прокатка із відхиленнями за визнаними міжнародними або національними стандартами.

Граничні мінусові відхилення для пресованих напівфабрикатів повинні відповідати вимогам визнаних міжнародних або національних стандартів.

Відповідальність за розміри напівфабрикатів і відповідні допустимі відхилення лежить на виробнику матеріалу.

Таблиця 5.1.9. Граничні мінусові відхилення товщини прокату

Номінальна товщина t , мм	Граничні відхилення в залежності від ширини прокату, мм		
	менше 1500	від 1500 до 2000	від 2000 до 3500
$3 \leq t \leq 4$	0,10	0,15	0,15
$4 < t \leq 8$	0,20	0,20	0,25
$8 < t \leq 12$	0,25	0,25	0,25
$12 < t \leq 20$	0,35	0,40	0,50
$20 < t \leq 50$	0,45	0,50	0,65

5.1.10 Маркування.

Основні вимоги до маркування викладені в 1.4.

Кожний напівфабрикат повинний мати чітко нанесені обумовленим способом і в обумовленому місці маркування виробника і клеймо Регістру.

Маркування, як мінімум, повинне містити:

найменування і/або позначення підприємства-виробника;

марку сплаву і стан постачання відповідно до вимог цього підрозділу;

номер партії, напівфабрикату або ідентифікаційний номер відповідно до прийнятої на підприємстві системи, яка дозволяє простежити процес виготовлення.

Допускається здійснювати маркування на бирках, якщо напівфабрикати поставляються у зв'язках.

5.1.11 Документи.

Кожна партія або напівфабрикат, якщо постачання здійснюється поштучно, які пройшли випробування у відповідності із 5.1.6, повинні супроводжуватися сертифікатом Регістру або документом виробника, завіреним представником Регістру. Як мінімум, сертифікат Регістру повинний містити:

номер замовлення;

будівельний номер судна або морської споруди, якщо він відомий;

найменування, номер, розміри і масу напівфабрикату;

марку (категорію) сплаву і стан поставки;

номер партії або напівфабрикату або ідентифікаційний номер, які дозволяють ідентифікувати

матеріал, що постачається.

Обов'язковим додатком до Сертифіката Регістру повинні бути результати хімічного аналізу і механічних випробувань, які підтверджують відповідність матеріалу вимогам Регістру (додаток може являти собою сертифікат підприємства-виробника і/або протоколи випробувань).

У випадку постачання матеріалів із сертифікатами підприємства-виробника, завіреними представником Регістру, форма та їх зміст повинні бути погоджені із Регістром і замовником.

5.2 ЛИВАРНІ АЛЮМІНІЄВІ СПЛАВИ

5.2.1 Загальні вимоги.

Вимоги цього підрозділу поширюються на деталі і конструкції із ливарних алюмінієвих сплавів, які застосовуються у суднобудуванні і судовому машинобудуванні і при виготовленні підлягають нагляду Регістру.

Напівфабрикати із ливарних алюмінієвих сплавів повинні виготовлятися визнаними згідно 1.3.1.4 підприємствами.

5.2.2 Хімічний склад і механічні властивості.

Хімічний склад і механічні властивості виробів, відлитих із алюмінієвих сплавів, повинні відповідати вимогам табл. 5.2.2.

У процесі лиття під тиском або у кокіль, значення механічних характеристик можуть перевищувати зазначені в табл. 5.2.2.

Застосування сплавів із хімічним складом і механічними властивостями, які відрізняються від зазначених у табл. 5.2.2, може бути допущено за національними і міжнародними стандартами, застосування яких має бути погоджене із Регістром.

Таблиця 5.2.2. Хімічний склад і механічні властивості ливарних алюмінієвих сплавів

Категорія	Хімічний склад, %		Стан при постачанні	Механічні властивості, min			
	Основні елементи	Допустимі домішки, max		$R_{p0,2}$, МПа	R_m , МПа	A_5 , %	HB
1	Mg – 2,0...4,5 Si – 0,05...1,3 Mn – 0,05...0,6 Al – залишок	Cu – 0,10 Fe – 0,50 Zn – 0,20 Ti – 0,20	Не оброблений	70	140	3	50
			Оброблений на твердий розчин із повільним охолодженням	125	210	1	65
2	Mg – 4...6 Si – 0,5...1,3 Mn – 0,05...0,5 Al – залишок	Cu – 0,10 Fe – 0,50 Zn – 0,10 Ti – 0,20	Не оброблений	80	150	2	55
3	Mg – 9...11,5 Si – max 1,3 Mn – max 0,4 Al – залишок	Cu – 0,10 Fe – 0,50 Zn – 0,10 Ti – 0,15	Оброблений на твердий розчин і підданий гартуванню	145	270	8	60
4	Si – 7...11 Mg – max 0,5 Mn – 0,15...0,5 Al – залишок	Cu – 0,10 Fe – 0,60 Zn – 0,30 Ti – 0,15	Не оброблений	90	150	2	50
			Оброблений на твердий розчин із повільним охолодженням	165	200	1,5	70
5	Si – 10...13,5 Mn – max 0,5 Al – залишок	Cu – 0,10 Fe – 0,60 Zn – 0,30 Ti – 0,15	Не оброблений	70	150	2	50
			Оброблений на твердий розчин і підданий гартуванню	80	160	3	50

Застосування нових сплавів, що відрізняються за хімічним складом, що не відповідають цим вимогам, може бути допущено після надання даних, що свідчать про їх властивості, які включають корозійну стійкість і можливості використання за призначенням.

5.2.3 Термічна обробка.

Якщо виливки із алюмінієвих сплавів піддаються термічній обробці, її вид установлюється заводом-виробником і вказується у сертифікаті на матеріал.

5.2.4 Добір проб.

Проби можуть бути прилиті до виливка або відлиті окремо. Товщина проб повинна бути не менше найменшої товщини виливка.

Охолодження проб повинне проводитися за можливістю в таких же умовах, в яких проводиться охолодження виливка.

Якщо виливки призначені для деталей, які піддаються великим навантаженням, товщина проб повинна бути не менше товщини найбільше навантаженої ділянки виливка і повинна бути зазначена на кресленні.

5.2.5 Обсяг випробувань.

Виливки із алюмінієвих сплавів залежно від призначення повинні підрозділятися на групи випробувань і відповідно до цих груп піддаватися випробуванням згідно табл. 5.2.5.

Таблиця 5.2.5. Групи випробувань ливарних алюмінієвих сплавів

Група випробувань	Умови застосування	Приклади застосування	Тип випробування	Обсяг випробувань	
				Обсяг партії	Число випробувань
I	Виливки, що підлягають навантаженням і корозії	Деталі двигунів внутрішнього згоряння, насосів, компресорів, вентиляторів, арматури	Визначення хімічного складу	Від виливки	
			На розтягування	1 виливка	2
II	Частини, які працюють під впливом високої температури, палива, нафтопродуктів тощо	Поршні двигунів внутрішнього згоряння, компресорів	Визначення хімічного складу	Від виливки	
			На розтягування	Кожна виливка	1
			На твердість		1

Обсяг випробувань виливків, до яких проби повинні бути прилиті, має бути вказаний в документації на відливки, що надається в Регістр на погодження.

У разі випробування на розтягування повинні бути визначені границя плинності, тимчасовий опір і відносне подовження.

При перевірці виливків поршнів невеликих діаметрів, при виробництві, що встановилося, і наданні даних про стабільність якості виливків, випробування кожної партії на розтягування можуть не проводитися. У цих випадках виконуються виміри твердості.

5.2.6 Огляд.

Виливки повинні бути пред'явлені для огляду в очищеному стані, із видаленими ливниками, прибутками і задирками. Виливки не повинні мати дефектів, що негативно впливають на міцність і застосування їх за призначенням.

Дефекти на поверхні у межах допусків на розміри можуть бути залишені або усунені механічною обробкою. Допускається усунення окремих ливарних дефектів зварюванням; у цьому випадку технологічний процес зварювання повинний бути погоджений з Регістром.

Якщо матеріал виливків перевіряється на щільність гідравлічним випробуванням, на кресленні виливка повинні бути зазначені робочий тиск у випробовуваній порожнині і пробний тиск при випробуванні.

Величина пробного тиску встановлюється відповідно до вимог відповідних частин Правил.

Виливки для виробів, що піддаються великим навантаженням, можуть бути піддані неруйнівному контролю на відсутність внутрішніх дефектів.

5.2.7 Маркування і документи.

Ідентифікація, маркування і документи виливків повинно відповідати вимогам 3.8.8.

5.3 ШАРУВАТИЙ КОМПОЗИЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ «АЛЮМІНІЙ – СТАЛЬ»

5.3.1 Загальні вимоги.

5.3.1.1 Ці вимоги поширюються на напівфабрикати (лист, плита, штабовий прокат) шаруватого композиційного матеріалу «алюміній – сталь» (напівфабрикати «алюміній – сталь»), призначених для з'єднання сталевих і алюмінієвих елементів судових корпусних конструкцій, надбудов і конструкцій

інших морських споруд, а також суднового машинобудування, що підлягають технічному нагляду Регістру у відповідності з вимогами інших частин Правил.

5.3.1.2 Напівфабрикати «алюміній – сталь» повинні виготовлятися, у відповідності до погодженої із Регістром документації, визнаними, згідно з вимогами **1.3**, підприємствами – виробниками і під технічним наглядом Регістра.

Представнику Регістра, що здійснює технічний нагляд у виготівника напівфабрикатів «алюміній – сталь», який не має металургійного виробництва усіх складових композиційного матеріалу, повинні надаватися сертифікати якості виготівників складових композиційного матеріалу. Поставщики складових матеріалів для виробництва напівфабрикатів «алюміній-сталь» мають бути визнані Регістром

5.3.1.3 Застосування напівфабрикатів «алюміній – сталь» на основі деформуємих алюмінієвих сплавів і сталі, яка не відповідає цим вимогам по хімічному складу, механічним властивостям або стану постачання, можливе лише після детального вивчення документації на постачання матеріалів, їх фактичних властивостей, включаючи корозійну стійкість і особливостей технології зварювання. Регістру також повинні бути надані дані, що підтверджують можливість використання напівфабрикатів «алюміній – сталь» в умовах експлуатації.

5.3.1.4 Виготовлення напівфабрикатів «алюміній – сталь» може виконуватися методом спільної гарячої прокатки або зварюванням вибухом.

5.3.1.5 Напівфабрикати «алюміній – сталь» повинні бути виготовлені без застосування операції холодної або гарячої прокатки для отримання необхідної товщини.

5.3.1.6 В якості основного, сталевого шару напівфабрикатів «алюміній – сталь», як правило, застосовується суднобудівна сталь, що відповідає вимогам **3.2**.

В якості алюмінієвого шару напівфабрикатів «алюміній – сталь» застосовується прокат (плита, лист, штабовий прокат), виготовлений із сплавів у обпаленому стані, що відповідають вимогам **5.1**, наприклад, сплави марок 1561 і 5083.

У загальному випадку, сталевий і алюмінієвий прокат для напівфабрикатів «алюміній – сталь» повинен виготовлятися визнаними підприємствами - виробниками згідно з вимогами **1.3** і під технічним наглядом Регістру.

5.3.1.7 В якості проміжного алюмінієвого шару напівфабрикатів «алюміній – сталь» застосовується алюміній або первісний алюміній технічної чистоти, вимоги до яких визначаються виготівником і указуються в наданій на погодження із Регістром документації.

Номінальна товщина проміжного алюмінієвого шару напівфабрикатів «алюміній – сталь» повинна бути не менше 0,25мм.

Проміжний алюмінієвий шар, який використовується для виготовлення напівфабрикатів «алюміній – сталь», може входити до складу пакета окремим шаром або бути плакіровкою на основному алюмінієвому шарі із деформуємих алюмінієвого – магнієвих сплавів.

Вимоги до прокату із деформуємих алюмінієвого – магнієвих сплавів з одно або двосторонньою плакіровкою із алюмінію або первісного алюмінію технічної чистоти визначаються виготівником і вказуються в наданій на погодження Регістру документації.

Товщина плакуючого шару з кожної сторони плити повинна складати не менше 4% від загальної товщини плити.

5.3.2 Хімічний склад і механічні властивості.

Хімічний склад і механічні властивості складових матеріалів, а також властивості напівфабрикатів «алюміній – сталь» повинні відповідати погодженій із Регістром документації. При цьому, хімічний склад і механічні властивості основних матеріалів, які призначені для виготовлення напівфабрикатів «алюміній – сталь», повинні відповідати вимогам **3.2** і **5.1**.

5.3.3 Стан постачання.

5.3.3.1 Напівфабрикати «алюміній – сталь», які отримані спільною гарячою прокаткою, повинні постачатися у відпаленому стані. Вид і режими термічної обробки повинні бути вказані в наданій на погодження Регістру документації.

5.3.3.2 Напівфабрикати «алюміній – сталь», які отримані зварюванням вибухом, повинні постачатися у вихідному стані.

5.3.4 Обсяг випробувань.

5.3.4.1 Обсяг випробувань і добір проб складових матеріалів, сталі і алюмінієвого – магнієвих сплавів для напівфабрикатів «алюміній – сталь», повинні відповідати вимогам **3.2** і **5.1**, відповідно.

5.3.4.2 При початковому огляді, з метою визнання виробництва напівфабрикатів «алюміній – сталь» Регістром згідно з **1.3.1**, обсяг випробувань визначається програмою, розробленою виготівником напівфабрикатів «алюміній – сталь» і погодженою із Регістром.

Програма контрольних випробувань розроблюється з метою підтвердження стабільної якості продукції і, як мінімум, повинна включати наступні випробування:

визначення міцності з'єднання шарів зразку із композиційного матеріалу «алюміній – сталь» на відрив і зріз;

визначення стійкості до відшарування шарів зразків із композиційного матеріалу «алюміній – сталь» статичним вигином;

мікроаналіз металу зони розшарування шарів композиційного матеріалу «алюміній – сталь».

Випробування виконуються на контрольній партії.

Для кожного заявленого технологічного процесу (один поставщик матеріалів, один розмір, один стан постачання) до випробування надаються 2 напівфабрикати від партії.

Контроль зовнішнім оглядом і контроль ультразвуковим методом для визначення зони несучільності шарів виконується на кожному напівфабрикаті контрольної партії.

Одночасно з програмою випробувань в Регістр надаються рекомендації по зварюванню напівфабрикатів «алюміній – сталь».

5.3.4.3 В процесі виробництва обсяг випробувань визначається згідно до погодженої з Регістром документацією на постачання матеріалу або визнаним Регістром національним/міжнародним стандартом. До випробувань напівфабрикати надаються партіями. Партія повинна складатися із напівфабрикатів одного стану постачання, одного розміру, виготовленого по одному технологічному процесу і з матеріалами, що отримані від одного поставщика. В загальному випадку, від однієї партії в обсязі не більше 200кг, повинні добиратися не менше 10% напівфабрикатів.

Якщо, згідно з контрактом, за партію приймається розмір постачання напівфабрикатів «алюміній – сталь» одного розміру, то випробуванням повинні підлягати не менше 20% напівфабрикатів партії.

Від кожного напівфабрикату, наданого для випробувань, добираються проби для визначення міцності з'єднання на відрив і зріз.

Контроль зовнішнім оглядом і контроль ультразвуковим методом для визначення зони несучільності шарів виконується на кожному напівфабрикаті партії.

5.3.5 Добір проб і випробування.

5.3.5.1 При початковому огляді проби добираються від кожного кінця напівфабрикату.

В процесі виробництва, як правило, проби добираються від одного кінця напівфабрикату.

Проби для випробувань добираються на відстані не менше 25мм від краю напівфабрикату.

5.3.5.2 Визначення стійкості до відшарування шарів композиційного матеріалу «алюміній – сталь» статичним вигином.

Випробування на згин біметалічних зразків проводиться для якісної оцінки стійкості до відшарування сталевих і алюмінієвих шарів. Критерій якості – це відсутність відшарування при згині. Для випробування на згин від проби добирають три зразки. Один зразок для гнуття алюмінієвого шару з розтягнутої сторони, другий – для згинання алюмінієвого шару із стиснутої сторони.

Третій зразок випробовують на бічне згинання (шари при цьому розташовуються вертикально). Якщо не вказано інше, умови проведення випробувань повинні відповідати таблиці. 5.3.5.2. Методика виготовлення зразків і проведення випробувань застосовується згідно з визнаною Регістром документацією виготівника, національними та/або міжнародними стандартами.

Таблиця 5.3.5.2 Випробування на згин напівфабрикатів «алюміній – сталь»

Тип випробувань	Мінімальний згин, град	Діаметр оправки, мм
Випробування алюмінієвого шару на розтягування	90	3t
Випробування алюмінієвого шару на стиснення	90	3t
Бічне згинання	90	6t
Примітка. t – максимальна товщина напівфабрикату, мм. Випробування виконуються при кімнатній температурі.		

5.3.5.3 Випробування на відрив і на зріз шарів напівфабрикатів «алюміній – сталь».

5.3.5.3.1 Випробування на відрив і на зріз шарів напівфабрикатів «алюміній – сталь», отриманих зварюванням вибухом.

Випробування проводяться на одному зразку кожного типу (випробування на відрив і на зріз), взятому поблизу вибуху і на трьох зразках подалі від цієї області, один зразок (випробування на відрив і на зріз) повинен бути взятий від дальнього кінця напівфабрикату.

Випробування на відрив і на зріз виконуються при кімнатній температурі.

5.3.5.3.2 Випробування на відрив і на зріз шарів напівфабрикатів «алюміній – сталь», отриманих спільною гарячою прокаткою.

Випробування на відрив і на зріз виконуються на одному зразку проби кожного типу при кімнатній температурі.

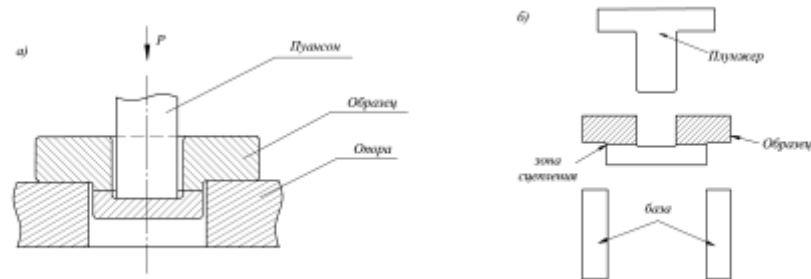


Рис. 5.3.5.3.2-1. Схеми випробувань на відрив (а або б)

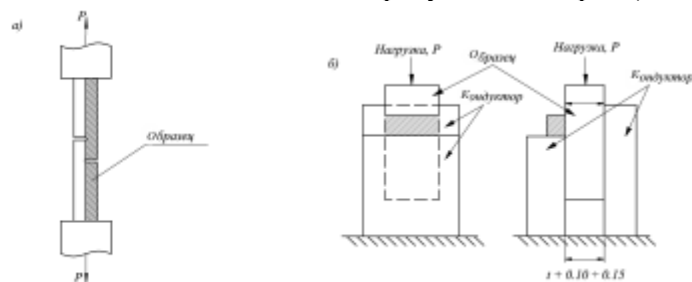


Рис. 5.3.5.3.2-2. Схеми випробувань на зріз (а або б)

Випробування на відрив повинні здійснюватися на зразках, як показано на рис. 5.3.5.3.2-1.

Випробування на зріз повинні здійснюватися на зразках, як показано на рис. 5.3.5.3.2-2.

Границі міцності на відрив і на зріз усіх випробуваних зразків мають відповідати вимогам погодженої із Регістром документації.

Якщо границя міцності на відрив або на зріз шаруватого композитного матеріалу менше встановленого мінімуму, в цьому випадку повинні бути випробувані два додаткових зразка на відрив і на зріз.

Кожне нове отримане значення не має бути нижче встановленого для нього мінімального значення.

Якщо границя міцності на відрив або на зріз шаруватого композитного матеріалу менше встановленого мінімуму, але більше ніж 70% від мінімального, то у цьому випадку повинні випробовуватися два додаткові зразки на відрив і на зріз з кожного кінця напівфабрикату.

Кожне нове отримане значення не має бути нижче встановленого для нього мінімального значення.

5.3.5.4 Контроль зовнішнім оглядом і неруйнівний контроль.

5.3.5.4.1 Кожний напівфабрикат «алюміній – сталь» повинен піддаватися 100% контролю зовнішнім оглядом і контролю ультразвуковим методом для визначення зони відшарування шарів.

5.3.5.4.2 Якість зчеплення шарів у відповідності з погодженими критеріями оцінки визначається за допомогою контролю ультразвуковим методом.

5.3.5.4.3 Мікроаналіз структури границі розділу алюмінієвого і сталевих шарів напівфабрикатів «алюміній – сталь».

Виробник повинен надати фотографії поверхні розділу шарів композиційного матеріалу зі збільшенням $\times (10 \div 20)$ і $\times 100$.

Мікроаналіз структури повинен бути виконаний на шліфах, вирізаних із зразків, які призначені для механічних випробувань.

5.3.6 Огляд.

5.3.6.1 Огляду поверхні підлягають усі поверхні напівфабрикатів «алюміній – сталь». Відсутність дефектів, недопустимих згідно з погодженою із Регістром документацією на постачання, гарантується виготівником, відповідний запис робиться в сертифікаті якості підприємства.

Поверхневі дефекти, що обумовлені способом виготовлення, допускаються, якщо їх глибина не виходить за межі мінусових відхилень, що регламентовані документацією.

Допускається виправлення виявлених дефектів шліфуванням або зачисткою за умови, що результати цих виправлень не виведуть розміри напівфабрикату за межі допустимих відхилень. Виправлення дефектів поверхні сталевих і алюмінієвих шарів напівфабрикатів «алюміній – сталь» за допомогою зварювання не допускається.

Відповідальність за якість контролю і підтримання необхідних допусків несе підприємство - виробник.

5.3.7 Маркування.

Маркування здійснюється згідно **5.1.10**. Основні вимоги до маркування викладені в **1.4**.

Кожний напівфабрикат повинен мати чітко нанесені обумовленим способом і в обумовленому місці маркування виробника і клеймо Регістру.

Маркування, як мінімум, повинне містити:

найменування і/або позначення підприємства - виробника;

марки алюмінієвого сплаву і сталі;

стан постачання;

номер партії, напівфабрикату або ідентифікаційний номер у відповідності до прийнятої на підприємстві системи, що дозволяє відслідковувати весь процес виробництва.

Допускається виконувати маркування на бірках, якщо напівфабрикати доставляються у пакетах.

5.3.8 Документи.

Кожна партія або напівфабрикат, якщо постачання здійснюється поштучно, які пройшли випробування, повинні супроводжуватися Сертифікатом Регістру або документом виробника, завіреним представником Регістру. Як мінімум, сертифікат Регістру повинний містити:

номер замовлення;

будівельний номер судна або морської споруди, якщо він відомий;

найменування, номер, розміри і масу напівфабрикату;

марку алюмінієвого сплаву і сталі, стандарти на постачання;

стан постачання;

номер партії або напівфабрикату або ідентифікаційний номер, які дозволяють ідентифікувати матеріал, що постачається.

Обов'язковим додатком до Сертифікату Регістру повинні бути результати хімічного аналізу і механічних випробувань, які підтверджують відповідність матеріалу вимогам Регістру (додаток може являти собою Сертифікат підприємства - виробника і/або протоколи випробувань).

У випадку постачання матеріалів із Сертифікатами підприємства - виробника, завіреними представником Регістру, форма та їх зміст повинні бути погоджені з Регістром і замовником.

5.3.9 Зварювання напівфабрикатів із шаруватого композиційного матеріалу «алюміній – сталь».

5.3.9.1 Зварні з'єднання напівфабрикатів «алюміній – сталь» з елементами сталі і алюмінію судових корпусних конструкцій виконуються роздільним зварюванням шарів між однойменними матеріалами кутовими, внапуск або стиковими швами.

5.3.9.2 Способи зварювання повинні бути схвалені у відповідності до розділів **6** і **7**, частини XIV «Зварювання».

5.3.9.3 Форми оброблення кромки деталей під зварювання повинна відповідати національним стандартам та/або кресленням, погодженим з Регістром.

Оброблення кромки повинне виконуватися за допомогою механічної обробки або шліфуванням. Кромки деталей, при підготовленні до зварювання, повинні бути добре підігнані один до одного і не мати зміщень на внутрішній стороні сталевих шарів.

5.3.9.4 Зварювальні матеріали для сталевих шарів повинні відповідати вимогам **4.2** частини XIV «Зварювання», а для алюмінієвих шарів - вимогам **4.7** частини XIV «Зварювання».

5.3.9.5 В першу чергу повинен бути зварений шов із сторони сталевих шарів і в другу чергу – з сторони алюмінієвих шарів.

5.3.9.6 При виконанні частини шва із сторони сталевго шару зварювання повинне виконуватися таким чином, щоб не виникало розплавлення алюмінієвого шару, який є складовою частиною напівфабрикату «алюміній – сталь».

5.3.9.7 До зварювання алюмінієвого шару корінь шва із сторони сталевго шару повинен бути очищений до чистого металу, з застосуванням тільки механічної обробки або шліфування. Видалення кореня шва абразивними кругами не допускається.

5.3.9.8 На поверхні зварених кромк сталевго шару по всій ширині обробленої кромки попередньо повинна бути виконана наплавлення високолегірованими зварювальними матеріалами, які забезпечують добру змочуваність при наповненні обробленої кромки припадочними алюмінієвими матеріалами.

5.3.9.9 Безпосередньо перед зварюванням (прихваткою) зварювальні кромки деталей з алюмінієвих сплавів повинні обезжирюватися спеціальними розчинниками (ацетон, спирт, бензин тощо) і зачищуватися сталевими дрітними щітками.

При багатоходовому зварюванні повинне виконуватися зачищення кожного попереднього шару перед нанесенням наступного.

5.3.9.10 Зварювальні матеріали із алюмінію і його сплавів перед зварюванням повинні бути очищені від бруду і оксидної плівки.

5.3.9.11 При заповненні оброблених кромк під зварювання алюмінієвих шарів, які є частиною напівфабрикатів «алюміній – сталь», при першому проході повинне бути виконане наплавлення нелегірованими зварювальними алюмінієвими матеріалами.

Наплавка алюмінію повинна бути виконана на сталевій поверхні, напавленій легованими матеріалами (див. **5.3.9.8**), таким чином, щоб не було його змішування з металом сталевго шару.

5.3.9.12 Подальше заповнення оброблених кромк між краями алюмінієвого шару, який є частиною напівфабрикатів «алюміній – сталь», необхідно виконувати зварювальними матеріалами відповідно до вимог **4.7** частини XIV «Зварювання».

Шов з алюмінієвого шару повинен бути зроблений щонайменше в два шари. Поперечні коливання електрода при зварюванні алюмінієвого шару не допускаються.

6. ПЛАСТМАСИ І МАТЕРІАЛИ ОРГАНІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ

6.1 ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

6.1.1 Цей розділ містить вимоги до пластмас і матеріалів органічного походження, які використовуються у суднобудуванні і судновому машинобудуванні для виготовлення конструкцій і деталей, що підлягають нагляду Регістру.

Вимоги цього розділу можуть бути поширені також на пластмаси і матеріали органічного походження, які використовуються для конструкцій і виробів, що не підлягають нагляду Регістру, якщо застосування їх суттєво впливає на ступінь безпеки судна в цілому.

Як правило, виготовлення всіх матеріалів і виробів, що регламентуються цією частиною, повинне проводитися за схваленою Регістром технічною документацією на підприємствах, які мають сертифіковану Регістром систему якості і виданий Регістром Сертифікат про типові схвалення на вид продукції, що випускається.

Пластмаси, матеріали прокладень і ущільнень, а також матеріали органічного походження, які застосовуються в суднових пристроях, механізмах, арматурі і системах, що встановлюються на відкритих палубах і у відкритих приміщеннях, що не обігріваються, на судах, повинні задовольняти застосовним вимогам розд. 6 частин XIII «Матеріали», визнаним Регістром стандартам і/або погодженим з ним специфікації. Додатково, має бути представлено документальне підтвердження надійної роботи вказаних матеріалів при розрахунковій температурі, або протоколи випробувань лабораторій, визнаних Регістром, ІКТ або уповноваженими державними органами.

6.1.2 Загальні вимоги.

Усі пластмаси і матеріали органічного походження повинні відповідати наступним умовам, якщо тільки у підрозділах цього розділу відсутні спеціальні вимоги:

.1 оцінюватися за горючістю, поширенням полум'я і займистістю, а також за кількістю диму і токсичних речовин відповідно до 1.6 частини VI «Протипожежний захист»;

.2 забезпечувати надійну роботу конструкцій і виробів на відкритій палубі при температурі від мінус 40 до +70°C, а у внутрішніх приміщеннях судна при температурі від -10 до +70°C, якщо умови експлуатації не передбачають нижчих або вищих робочих температур;

.3 не ставати крихкими в процесі експлуатації і не знижувати своїх механічних властивостей більше ніж на 30% порівняно з початковими значеннями;

.4 бути стійкими проти гниття і ураження грибками, а також негативно не впливати на матеріали, з якими вони стикаються.

6.1.3 Обсяг технічного нагляду.

6.1.3.1 Основні положення, які визначають обсяг і порядок здійснення технічного нагляду, викладені у 1.1.5 і 1.3.

6.1.3.2 Технічний нагляд за виготовленням матеріалів і виробів на підприємстві включає:

розгляд і аналіз заявки підприємства і додатків до неї (див. 6.1.3.2.2);

огляд підприємства, який включає оцінку системи якості і контрольні випробування (див. 6.1.3.2.3);

оформлення Сертифіката про типові схвалення (див. 6.1.3.2.4).

6.1.3.2.1 З метою визнання Регістром продукції підприємства, яка відповідає вимогам Правил, і отримання вказаних в 1.1.5 документів, підприємство повинне звернутися до Регістру з відповідною заявкою.

6.1.3.2.2 До заявки підприємства-виробника повинні бути прикладені такі документи:

.1 інформація, яка характеризує підприємство і його продукцію (документи, що підтверджують статус підприємства, його структуру, схему організації виробництва і управління);

.2 перелік матеріалів або виробів, які випускаються;

.3 інформація про штат робітників і службовців та їх кваліфікацію;

.4 інформація про кваліфікацію персоналу, який залучений до системи забезпечення якості продукції;

.5 інформація про наявність сертифікатів відповідності ДСТУ EN ISO 9001 або відповідним стандартам ISO чи EN;

.6 інформація про наявність схвалення іншими класифікаційними товариствами і результати раніше виконаних випробувань, а також дані практичного використання наведених у заявці матеріалів і виробів, які підтверджують можливість їх використання за призначенням;

.7 керівництво з якості з описом політики в області якості;

.8 процедури та інструкції, які описують виробничі процеси, походження і складування вихідних матеріалів і зберігання готової продукції;

.9 відомості про обладнання і прилади періодичного контролю, які використовуються в процесі виробництва, а також про оснащеність лабораторії підприємства;

.10 специфікація або інша технічна документація на наведені в заявці матеріали або вироби, яка визначає їх основні характеристики і умови виготовлення;

.11 правила про безпечне використання матеріалів або виробів;

.12 програма випробувань зразків матеріалів або виробів, складена на основі вимог цих Правил і технічної документації на матеріали або вироби.

6.1.3.2.3 У разі позитивних результатів розгляду указаної вище документації проводиться огляд підприємства-виробника, який складається із установлення фактичного стану виробництва продукції та організації управління процесами системи якості, включно із процесом виготовлення продукції, а також проведення контрольних випробувань відповідно до схваленої Регістром програми.

Якщо проведення випробувань неможливе на підприємстві-виробнику заявленої продукції, вони можуть бути виконані у визнаній Регістром лабораторії.

6.1.3.2.4 У разі позитивних результатів схвалення оформлюється Сертифікат про типове схвалення на продукцію підприємства.

Термін дії Сертифіката про типове схвалення і порядок та умови його підтвердження обумовлюються при його видачі з урахуванням оцінки системи якості підприємства.

6.1.3.2.5 Поставка продукції здійснюється з копією Сертифікату про типове схвалення.

6.2 ПОЛІМЕРНІ КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

6.2.1 Загальні вимоги.

Ці вимоги поширюються на матеріали, які застосовуються для виготовлення полімерних композиційних матеріалів (ПКМ) для суднових конструкцій, а також виробів, що підлягають нагляду Регістру.

Вимоги до полімерних композиційних матеріалів та їх складових для корпусів суден, шлюпок і надбудов наведені в розд. 2.3 частини XVI «Конструкція та міцність корпусів суден із полімерних композиційних матеріалів».

6.2.2 Армувальний матеріал.

6.2.2.1 Як армувальний матеріал можуть використовуватися скловолокнисті матеріали у вигляді рівниці, тканин і полотен із рівниці і кручених комплексних ниток, матів і хімічно зв'язаних відрізків рівниці (довжиною не менше 25мм).

6.2.2.2 Використання армувального матеріалу, іншого ніж скловолокно, може бути допущене при наданні результатів, що підтверджують еквівалентність цього армувального матеріалу скловолокну і можливість застосування цього матеріалу за призначенням.

6.2.2.3 Вміст води в скловолокнистому армованому матеріалі не повинний перевищувати 0,2% маси матеріалу.

6.2.2.4 Скловолокнисті армуючі матеріали типу тканин і полотен повинні бути оброблені гідрофобно-адгезійною сумішшю, що гарантує надійний зв'язок між скловолокном і смолою..

6.2.2.5 Клеюча речовина в скловолокнистих армуючих матеріалах для зв'язування відрізків рівниці в матах повинна добре розчинятися в смолі, яка використовується, і не впливати на неї негативно, при цьому швидке її розчинення не повинне приводити до руйнування мата в процесі просочення його смолою.

6.2.2.6 Механічні характеристики армувальних матеріалів повинні відповідати визнаній Регістром технічній документації.

6.2.2.7 Кожна партія армувального матеріалу повинна мати сертифікат, у якому необхідно указати:

виробника;

марку матеріалу;

тип тканини;

масу на одиницю довжини або площі;

тип смоли, для якої проведена гідрофобно-адгезійна обробка;

результати випробувань.

6.2.3 Зв'язувальні матеріали.

6.2.3.1 Як основа для зв'язувача при виготовлення полімерних композиційних матеріалів повинні застосовуватися смоли, допущені Регістром.

6.2.3.2 Рекомендується застосування поліефірних смол.

6.2.3.3 Додавання пігментів та інших засобів фарбування, що негативно впливають на властивості смоли, допускається тільки для складу декоративного шару, причому їх вміст не повинний перевищувати 15% маси смоли.

6.2.3.4 Механічні характеристики отверділої смоли в залежності від умов передбачуваної експлуатації, визначаються у разі впливу морської води згідно з **2.3.12.1**, нафтопродуктів згідно з **2.3.11.2** і після старіння згідно з **2.3.10.1** не повинні знижуватися більше ніж на 25% початкових значень. Випробування можуть бути проведені, як самої отверділої смоли, так і в складі ПКМ (з армуючим матеріалом).

6.2.3.5 Разом з технічною документацією на смолу при її допущенні Регістру повинна бути представлена інструкція з використання і зберігання, в якій повинна бути також вказана стійкість смоли до різних агресивних середовищ.

6.2.3.6 Кожна партія смоли повинна мати сертифікат, в якому необхідно вказати: виробника, марку смоли, результати випробувань.

6.3 ШАРУВАТІ ТЕКСТИЛЬНІ МАТЕРІАЛИ**6.3.1 Загальні вимоги.**

6.3.1.1 Ці вимоги поширюються на текстильні матеріали, які підлягають нагляду Регістру, що мають гумове або пластмасове водонепроникне покриття і призначені для виготовлення працюючих під тиском конструкцій.

6.3.2 Властивості.

6.3.2.1 Шаруваті текстильні матеріали повинні бути повітронепроникними і відповідати вимогам табл. 6.3.2.1.

Таблиця 6.3.2.1. Механічні властивості

Тимчасовий опір, кН/5 см		Відносне подовження при розриві, %		Міцність на розрив по надриву, Н		Адгезія покриття, Н/см
Основа	Уток	Основа	Уток	Основа	Уток	
min		max		min		
1	2	3	4	5	6	7
2,0		35		40		10
<i>Примітка.</i> Тимчасовий опір може бути знижений до міцності оболонок конкретних конструкцій, яка вимагається Регістром, але не більше ніж до чотирьох кільцевих напружень, що виникають у наповнених газом трубах при тиску відкриття запобіжних клапанів.						

6.3.2.2 Зміна границі міцності при розтягуванні шаруватих текстильних матеріалів після старіння і випробувань на згин не повинна перевищувати 10% початкового значення, а усадка по основі та утку після старіння – 2% початкових значень.

У разі випробування на розтягування клеєних сполучень шаруватих текстильних матеріалів до і після старіння, розрив повинний відбуватися по основному матеріалу.

6.3.2.3 Після випробувань на згин, старіння, складкоутворення і формостійкість після старіння, нафтостійкість, холодостійкість, дію озonom і морською водою на поверхні шаруватих текстильних матеріалів не повинні спостерігатися липкість, тріщини, розшарування і зміна кольору.

6.3.2.4 Фарбувальні речовини, що застосовуються, не повинні негативно впливати на властивості основного матеріалу.

6.3.3 Добір проб.

Проби для виготовлення зразків добираються від кожної партії шаруватих текстильних матеріалів на відстані 0,1м від кромки і не менше 1,0м від кінця рулону. Добір проб проводиться не раніше 24 години після виготовлення матеріалів.

6.3.4 Обсяг випробувань.

6.3.4.1 Шаруваті текстильні матеріали пред'являються до випробувань партіями. Партія комплектується із одного рулону, виготовленого за один технологічний цикл.

При стабільних результатах механічних випробувань обсяг партії може бути збільшений.

6.3.4.2 Для кожної партії проводяться випробування на розтягування із визначенням відносного

подовження у разі розриву відповідно до **2.3.2.2** і на розрив по надриву відповідно до **2.3.2.3** на десятих зразках (п'ять по основі і п'ять по утоку) кожне, на розшарування відповідно до **2.3.2.4** на трьох зразках, і на повітронепроникність відповідно до **2.3.13** на двох зразках, а також визначається маса матеріалу відповідно до визнаного стандарту.

6.3.4.3 У разі допуску шаруватих текстильних матеріалів, крім зазначених у **6.3.4.2**, проводяться випробування на розтягування після старіння відповідно до **2.3.10.2** і випробування на згин відповідно до **2.3.5.3**, а також випробування клейких сполучень шаруватих текстильних матеріалів до і після старіння відповідно до **2.3.2.5** на десяти зразках (п'ять по основі і п'ять по утоку) кожне, випробування на складкоутворення і формостійкість після старіння відповідно до **2.3.10.3**, нафтостійкість відповідно до **2.3.11.2**, вплив морської води відповідно до **2.3.12.2**, холодостійкість відповідно до **2.3.14** і дію озону відповідно до **2.3.15**.

6.3.4.4 Результати випробувань повинні відповідати вимогам **6.3.2** і повинні бути вказані в сертифікаті.

6.3.5 Огляд.

На поверхні шаруватих текстильних матеріалів не допускаються пошкодження, заглиблення, складки, що не розправляються, відбитки від текстильних дефектів, відшарування, плями, пухирі та пористість або інші дефекти, які не дозволяють використовувати матеріал за призначенням.

6.3.6 Маркування.

Маркування шаруватих текстильних матеріалів проводиться відповідно до **1.4**, додатково повинна вказуватися маса матеріалу на одиницю площі.

6.4 ПІНОПЛАСТИ

6.4.1 Загальні вимоги.

6.4.1.1 Ці вимоги розповсюджуються на пінопласти, які застосовуються для виготовлення виробів, які підлягають нагляду Регістру.

6.4.2 Властивості.

6.4.2.1 Пінопласти за властивостями поділяються на три категорії:

категорія 1 – жорсткі пінопласти для заповнення просторів між поверхнями, які несуть навантаження тришарових конструкцій,

категорія 2 – жорсткі пінопласти для заповнення повітряних ящиків рятувальних шлюпок, а також інших аналогічних порожнистих просторів,

категорія 3 – еластичні пінопласти для виготовлення плавучого матеріалу для рятувальних жилетів.

6.4.2.2 Пінопласти повинні мати структуру переважно з закритим типом пористості.

6.4.2.3 Усадочні деформації пінопластів категорій 1 і 2 не повинні приводити до порушення адгезії з обмежуючими поверхнями.

6.4.2.4 Фізико-механічні властивості пінопластів категорії 1 повинні відповідати вимогам табл. 6.4.2.4.

Таблиця 6.4.2.4

Уявна щільність, г/см ³ , min	0,8
Границя міцності на згин, МПа, min	0,3
Модуль пружності на згин, МПа, min	12
Границя міцності на стиск, МПа, min	0,7
Модуль пружності на стиск, МПа, min	30
Водопоглинення за 24 год, кг/м ² , max	0,2

6.4.2.5 Фізико-механічні властивості пінопластів категорій 2 і 3 повинні відповідати вимогам схваленої Регістром технічної документації.

6.4.2.6 Дія морської води і нафтопродуктів на пінопласти категорії 1 не повинна знижувати їх механічних характеристик більше ніж на 25% початкових значень.

6.4.2.7 Зменшення плавучості пінопластів категорії 2 після дії на них 10-разової циклічної зміни температур відповідно до **2.3.1**, високооктанового бензину відповідно до **2.3.11.3** і прісної води відповідно до **2.3.9.2** не повинне перевищувати 5% початкового значення.

6.4.2.8 Пінопласти категорії 2 у разі допуску повинні бути також випробувані на довготривалу дію нафтопродуктів відповідно до **2.3.11.4**.

6.4.2.9 Зменшення плавучості пінопластів категорії 3 після дії на них 10-разової циклічної зміни температур відповідно до **2.3.16** і прісної води відповідно до **2.3.9.2** не повинне перевищувати 5%, а

при додатковій дії на них дизельного палива відповідно до **2.3.11.3** – 16% початкового значення.

6.4.2.10 Циклічна дія температур, нафтопродуктів і прісної води не повинна приводити до зниження механічних характеристик пінопластів категорій 2 і 3.

6.4.3 Добір проб.

Проби повинні вирізатися з середини шматка пінопласту, при цьому треба вибрати ділянку, що має найбільше рівномірну пористу структуру.

6.4.4 Обсяг випробувань.

6.4.4.1 Обсяг випробувань пінопластів категорії 1.

6.4.4.1.1 Визначення міцності пінопласту на стиск проводиться на трьох зразках відповідно до **2.3.3.2**. При цьому визначається максимальне навантаження, яке викликає раптове руйнування структури пінопласту, що повинне бути досягнуто приблизно через одну хвилину.

6.4.4.1.2 Визначення уявної щільності проводиться на трьох зразках відповідно до **2.3.7**.

6.4.4.1.3 Визначення міцності на згин проводиться на трьох зразках відповідно до **2.3.5.1**.

6.4.4.1.4 Водопоглинення визначається на п'ятьох зразках відповідно до **2.3.9**.

6.4.4.1.5 Стійкість пінопласту до дії нафтопродуктів визначається відповідно до **2.3.11.2**, а до дії морської води – відповідно до **2.3.12.1**. Кожне з цих випробувань проводиться на трьох зразках тільки у разі допуску пінопласту.

6.4.4.2 Обсяг випробувань пінопластів категорій 2 і 3 проводиться у відповідності з технічною документацією, схваленою Регістром.

6.4.5 Огляд.

Під час огляду структура поверхні розрізу пінопласту повинна бути перевірена на закритий тип пористості.

Після циклічної дії температур, нафтопродуктів і прісної або морської води на поверхні пінопласту не повинно спостерігатися розтріскування, здуття або розкладання.

6.4.6 Маркування і документація.

Маркування пінопластів проводиться у відповідності до **1.4**.

Результати випробувань повинні бути указані у сертифікаті.

6.5 ЗАХИСНІ ПОКРИТТЯ

6.5.1 Протикорозійні покриття.

6.5.1.1 Протикорозійні епоксидні або еквівалентні до них покриття, які використовуються для захисту внутрішніх поверхонь баластних цистерн і приміщень між подвійною обшивкою борту сталевих суден повинні застосовуватися відповідно до рекомендацій виробника. Необхідно надавати перевагу світлим тонам покриття.

Для суден, до яких застосовується Конвенція СОЛАС-74 з урахуванням резолюції ІМО MSC.216(82), внутрішні поверхні баластних цистерн, спеціально призначених для забортної води, і приміщення між подвійною обшивкою борту навалювальних суден, повинні бути захищеними протикорозійним покриттям відповідно до Стандартів якості захисних покриттів (резолюція ІМО MSC.215(82) з поправками та листом MSC.1/Circ.1378 і MSC.216(82)).

Наступні баластні цистерни не розглядаються як спеціально призначені для забортної води і, виходячи з цього, до них не повинні застосовуватися вимоги резолюції ІМО MSC.216(82):

- баластні цистерни, що зараховуються у чисту місткість Міжнародного мірального свідоцтва (1969 р.);

- баластні цистерни забортної води, призначені також для приймання господарсько-побутових вод і стічних вод на пасажирських судах при умові підтвердження виробника покриття стійкості до середовища, що перевозиться, та забезпечення застосування і обслуговування покриття відповідно з рекомендаціями виробника;

- баластні цистерни забортної води на судах, призначених для перевезення худоби і відходів тваринництва, при умові підтвердження виробника покриття стійкості до середовища, що перевозиться, та забезпечення застосування і обслуговування покриття відповідно з рекомендаціями виробника.

6.5.1.2 Захисні покриття для вантажних танків нафтоналивних та навалювальних суден, зазначених в **1.2.5.3** частини II «Корпус», повинні відповідати вимогам резолюції ІМО MSC.288(87) з MSC.342(91), MSC.1/Circ.1479, MSC.1/Circ.1279, MSC.1/Circ.1399.

6.5.1.3 Захисні покриття внутрішніх поверхонь вантажних трюмів і зовнішніх поверхонь комінгсів вантажних люків і люкового закриття, які вимагаються **3.3.5.1** частини II «Корпус», повинні застосовуватися відповідно до рекомендацій виробника.

6.5.1.4 Протикорозійні покриття внутрішніх поверхонь кофердамів, тунельних кілів, опор поперечних перегородок та інших подібних порожніх просторів навалювальних та нафтоналивних суден рекомендується виконувати відповідно до резолюції IMO MSC.244(83).

6.5.1.5 Порядок схвалення протикорозійних покриттів конструкцій корпусу викладені в розд. 3 частині 3 «Технічний нагляд за виготовленням матеріалів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів та виробів.

6.5.1.6 Контроль протикорозійних покриттів конструкцій корпусу здійснюється відповідно до вимог розд. 2 частини 5 «Технічний нагляд за побудовою суден» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів та виробів.

6.5.1.7 Вимоги до алюмінієвих покриттів, а також до покриттів, застосовуваних для внутрішнього оздоблення приміщень, наведені в **2.1.1.7** частини VI «Протипожежний захист».

6.5.1.8 Для суден з додатковим знаком **WINTERIZATION(DAT)** в символі класу лакофарбові покриття конструкцій корпусу, механізмів і обладнання, що піддаються тривалому впливу низьких температур, повинні мати необхідну стійкість при розрахунковій температурі конструкції. Документація постачальника покриття повинна бути узгоджена між судовласником, верф'ю і виробником покриття і представлятися на розгляд Регістру.

6.5.2 Протиобростаючі покриття.

6.5.2.1 Ці вимоги поширюються на протиобростаючі покриття корпусів суден валовою місткістю 400 і більше, що здійснюють міжнародні рейси, включаючи стаціонарні і плаваючі платформи, плаваючі споруди, призначені для виробництва, зберігання і вивантаження нафти і враховують положення Міжнародної конвенції про контроль за шкідливими протиобростаючими системами на суднах 2001 року (далі - AFS-Конвенція) і Правила ЕС 782/2003 Європейського Парламенту та Ради ЄС, 2003 року

6.5.2.2 На суднах не повинні застосовуватися протиобростаючі покриття, що містять оловоорганічні з'єднання, які діють як біоциди.

Допускається невелика кількість олово-вмісних з'єднань, які діють як хімічний каталізатор (таких як одно - і двоамінені олово-вмісні органічні сполуки), за умови що вони не чинять біоцидної дії. При використанні в якості каталізатора олово-вмісні органічні сполуки не повинна містити більше 2500мг олова на 1кг сухої фарби.

6.5.2.3 Протиобростаючі покриття повинні поставлятися із Свідоцтвом про типові схвалення (СТС) Регістру. При відсутності СТС Регістру слід керуватися положеннями **2.15** і **2.16** частини 1 «Загальні положення з технічного нагляду» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів і виробів.

Вказівки по видачі СТС наведені в **3.1** частини 3 «Технічний нагляд за виготовленням матеріалів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів та виробів.

Вказівки по первісному огляду для суден в побудові відповідно до AFS-Конвенції наведені в **19.15** частини 5 «Технічний нагляд за побудовою суден» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів і виробів, а для суден в експлуатації - в **10.1** частини 4 «Огляд суден згідно з міжнародними конвенціями, кодексами і резолюціями» Правил огляду суден.

6.5.3 Льодостійкі покриття.

6.5.3.1 Льодостійким вважається покриття, яке здатне забезпечувати захист зовнішньої обшивки корпусу судна від зовнішніх впливів в умовах льодового плавання з характеристиками, задовольняючими вимогам табл. 6.5.3.1.

Льодостійкі покриття застосовуються до суден, які мають у символі класу додатковий знак **WINTERIZATION(DAT)**, а також для суден льодових класів **Ice4**, **Ice5**, **Ice6** та криголамів згідно з **3.10.4.1** частини II «Корпус» та суден полярних класів згідно з **3.11** та балтійських класів **IA Super** і **IA** згідно з **3.12** зазначеної частини II «Корпус». Покриття діляться на групи і класи відповідно до табл. 6.5.3.1. Для суден з додатковим знаком **WINTERIZATION(DAT)** в символі класу покриття діляться тільки на групи залежно від льодового класу. Для суден льодових класів, які відповідають **3.10** частини II «Корпус», льодостійкі покриття на доповненні до груп діляться на класи I і II.

6.5.3.2 Підводна частина корпусу судна і його борти на висоту не менше 1,0 м вище верхньої межі льодового пояса повинні мати льодостійкі покриття (за винятком випадків застосування для обшивки льодового пояса двошарової сталі при установці відповідних засобів електрохімічного

захисту від корозії). Документація постачальника покриття повинна бути узгоджена між судновласником, верф'ю і виробником покриття і представлятися на розгляд Регістру.

При нанесенні льодостійких захисних покриттів суден льодових класів і криголамів кількома шарами рекомендується для кожного шару використовувати різні кольори.

Таблиця 6.5.3.1

№ з/п	Найменування показника	Значення			
		Група I для криголамів всіх льодових класів		Група II для суден льодового плавання полярних класів і які мають в символі класу знаки льодових класів: Ice 4, Ice 5, Ice 6, IA Super, IA	
		Клас I	Клас II	Клас I	Клас II
1	2	3		4	
1	Довговічність згідно з стандартом ДСТУ ISO 12944-6 або відповідним стандартом ISO для категорії корозійної активності Im2 у відповідності до стандарту ДСТУ ISO 12944-2 або відповідного стандарту ISO (див. 2.5.1)	велика		велика	
2	Адгезія, яка визначається методом решіткових надрізів згідно стандарту ДСТУ ISO 2409 або відповідного стандарту ISO чи методом хрестоподібних надрізів згідно з стандартом ДСТУ ISO 16276-2 або відповідного стандарту ISO, після випробувань на стійкість до впливу низької температури (див. 2.5.2.3) залежно від товщини і типу льодостійкого покриття	не більше 3 балів		не більше 3 балів	
3	Адгезійна міцність згідно з стандартом ISO 4624 або відповідним стандартом ISO (див. 2.5.3.4)	більше 16МПа	більше 10МПа	більше 10МПа	більше 8МПа
4	Стійкість до стирання після 1000 циклів випробувань на абразиметрі Табера (колесо CS-17) (див. 2.5.4)	не більше 80мг	не більше 120мг	не більше 120мг	не більше 160мг
5	Міцність при ударі згідно з стандартом ДСТУ ISO 6272 або відповідним стандартом ISO (див. 2.5.5)	не менше 5Дж		не менше 5 Дж	
6	Стійкість до катодного відшаровування згідно з стандартом ДСТУ ISO 15711 (метод А) або відповідним стандартом ISO (див. 2.5.6) для покриття, сумісного з катодним захистом	менше 5мм після 3міс. випробувань, менше 8мм після 6міс. випробувань		менше 5мм після 3міс. випробувань, менше 10мм після 6міс. випробувань	
7	Коефіцієнт тертя ковзання по льоду (див. 2.5.7)	не більше 0,03	не більше 0,08	не більше 0,03	не більше 0,08

6.5.4 Грунти, які не видаляються перед зварюванням.

6.5.4.1 Заводськими грунтами вважаються тонкошарові (до 30мкм) лакофарбові покриття, які захищають сталеву поверхню від корозії на час здійснення транспортування, складування або збірки конструкції до тих пір, поки не буде проведена остаточне фарбування.

6.5.4.2 Вимоги до кваліфікаційних випробувань на чутливість до пороутворення усіх видів заводських грунтів, що не видаляються перед зварюванням наведені в 2.6.

6.5.4.3 Зварювання конструкцій, що підлягають технічному нагляду Регістру, допускається без видалення заводського грунту тільки в тому випадку, якщо останній задовольняє вимогою **6.5.4.4**, що підтверджується СТС або виробничими випробуваннями на підприємствах-виробниках зварних конструкцій (верфях) під наглядом Регістру, і вимогам **6.5.4.5**.

6.5.4.4 Не видаляємий перед зварюванням ґрунт повинен мати наступний результат кваліфікаційних випробувань, виконаних відповідно до вимог **2.6**:

середнє значення загальної площі пор у зламі однопрохідного кутового шва, не повинно перевищувати 150мм².

6.5.4.5 Вимоги до випробувань заводських ґрунтів на підприємствах-виробниках зварних конструкцій.

Допуск не видаляємих перед зварюванням заводських ґрунтів здійснюється на підставі позитивних результатів випробувань, які відповідають вимогам **6.5.4.4** і оформлених протоколами, завіреними інспектором Регістру. Результати випробувань поширюються тільки на конкретну марку заводського ґрунту, який пройшов випробування, що поставляється одним підприємством-виробником.

6.6 КАНАТИ ІЗ РОСЛИННОГО І СИНТЕТИЧНОГО ВОЛОКНА

6.6.1 Ці вимоги поширюються на канати, які підлягають нагляду Регістру, і застосовуються для вантажопідіймальних, рятувальних та інших суднових пристроїв.

6.6.2 Канати повинні бути виготовлені і випробувані відповідно до погоджених Регістром стандартів.

Розривне зусилля визначається випробуванням каната в цілому.

6.6.3 Допускається визначення розривного зусилля каната, F , кН, за такою формулою:

$$F = c \left(\sum_{i=1}^m F_m \right) n/z, \quad (6.6.3)$$

де c – коефіцієнт використання міцності каболок у канаті, що встановлюється за стандартами або обчислюється як відношення необхідних за стандартом розривного зусилля каната в цілому до сумарного розривного зусилля всіх каболок у канаті;

m – кількість випробуваних на розрив каболок, що відповідають вимогам стандарту;

F_m – найбільше навантаження, що передуює руйнуванню зразка у разі випробування однієї каболоки на розтягування, кН;

n – кількість каболок у канаті;

z – кількість випробуваних на розтягування каболок, яка береться рівню 0,5 n для канатів окружністю до 80мм, 0,3 n – окружністю від 80 до 115мм і 0,1 n – окружністю більше 115мм.

6.6.4 Канат із синтетичного волокна повинний бути підданий випробуванню для визначення відносного подовження у разі розриву.

Відносне подовження каната при розриві σ_{CP} , %, визначається за формулою

$$\sigma_{CP} = (l_p - l_0)/l_0 \cdot 100, \quad (6.6.4)$$

де l_0 – початкова довжина випробовуваної ділянки зразка каната, см;

l_p – довжина цієї ж ділянки каната під навантаженням, що дорівнює розривному зусиллю каната в цілому, зазначеному в стандарті.

6.6.5 Відповідність конструкції, окружності та інших параметрів каната стандарту повинне бути підтверджене візуальним оглядом і вимірами.

На поверхні готового каната не повинно бути бурих плям, цвілі, підпалвлених ділянок, а також запаху гнилі і гару.

Колір каната повинний бути рівномірним за всією довжиною і відповідати кольору пряжі або синтетичного волокна, з яких він виготовлений.

6.6.6 Маркування канатів проводиться відповідно до вимог **1.4**.

6.6.7 Результати випробувань повинні бути вказані у сертифікаті.

6.7 ВІДСВІЧУЮЧІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ РЯТУВАЛЬНИХ ЗАСОБІВ

6.7.1 Загальні вимоги.

6.7.1.1 Ці вимоги поширюються на відсвічуючі матеріали для рятувальних засобів, які підлягають нагляду Регістру.

6.7.1.2 Відсвічуючі матеріали за умовами застосування поділяються на два типи:

тип 1 – для встановлення на еластичні поверхні, що мають тимчасовий контакт із зовнішнім середовищем;

тип 2 – для встановлення на тверді поверхні з постійним впливом зовнішнього середовища.

6.7.2 Властивості.

6.7.2.1 Границя міцності при розтягуванні відсвічуючих матеріалів з липким шаром повинна бути не менше 16 Н/25мм, а з основою для механічного кріплення – 330 Н/25мм у поздовжньому напрямку і 220 Н/25мм у поперечному напрямку.

6.7.2.2 Значення коефіцієнта відсвічування R , $\text{кд}\cdot\text{лк}^{-1}\cdot\text{м}^{-2}$, у залежності від кутів входу і спостереження, повинні бути не менше зазначених у табл. 6.7.2.2.

Таблиця 6.7.2.2

Кут входу, град	Кут спостереження, град			
	0,1	0,2	0,5	1
5	1809	175	72	14
30	140	135	70	12
45	85	85	48	9,4

6.7.2.3 Допускається зниження коефіцієнта відсвічування не більше ніж на 20% зазначеного в табл. 6.7.2.2 при перебуванні матеріалу під плівкою води і після старіння, а також не більше ніж на 50% – після випробувань матеріалу на стирання.

6.7.2.4 Дія морської води, цвілі, соляного туману і граничних температур не повинна приводити до зниження коефіцієнта відсвічування матеріалу.

6.7.2.5 Адгезійна міцність відсвічуючих матеріалів з липким шаром до різних поверхонь повинна бути не менше 16 Н/25 мм.

6.7.2.6 Дія ультрафіолетового опромінення, морської і дистильованої води не повинна приводити до зниження адгезійних властивостей відсвічуючих матеріалів з липким шаром.

6.7.3 Добір проб.

Проба для виготовлення зразків добирається від кожної партії відсвічуючих матеріалів на відстані не менше одного метра від кінця рулону.

Перед виготовленням зразків проба кондиціонується згідно із 2.3.1.1 протягом 24 години.

6.7.4 Обсяг випробувань.

6.7.4.1 Відсвічуючі матеріали пред'являються до випробувань партіями.

Партія комплектується з одного рулону, виготовленого за один технологічний цикл. При стабільних результатах випробувань обсяг партії може бути збільшений.

6.7.4.2 Для кожної партії матеріалу проводяться випробування на розтягування згідно з 2.3.2.6, на визначення адгезійної міцності матеріалу із липким шаром до різних поверхонь згідно із 2.3.2.7 і на визначення коефіцієнта відсвічування згідно із 2.3.18.1.

6.7.4.3 При допуску відсвічуючих матеріалів крім випробувань, зазначених у 6.7.4.2, визначається коефіцієнт відсвічування матеріалу під плівкою води згідно із 2.3.18.2, після ультрафіолетового опромінення згідно із 2.3.10.4, стирання згідно із 2.3.22, витримання в морській воді згідно з 2.3.12.3, впливу соляного туману згідно із 2.3.12.4, граничних температур згідно із 2.3.16 і цвілі згідно із 2.3.21, а також проводяться випробування на згин згідно із 2.3.19, зчеплення згідно із 2.3.20 і дію забруднюючих речовин згідно із 2.3.23.

Для відсвічуючих матеріалів з липким шаром повинна визначатися адгезійна міцність до різних поверхонь згідно із 2.3.2.7 після впливу на матеріал ультрафіолетового опромінення згідно із 2.3.10.4 і дистильованої та морської води згідно із 2.3.12.5.

6.7.4.4 Кожен вид випробувань повинний виконуватися не менше ніж на трьох зразках.

6.7.4.5 Результати випробувань повинні відповідати вимогам 6.7.2.

6.7.4.6 Після дії морської води протягом 10 хвилин і 4 години, соляного туману, граничних температур при старінні, а також після випробувань на згин і зчеплення, на поверхнях відсвічуючих матеріалів не повинно спостерігатися тріщин, розшарування, здуття, липкості, зміни кольору і розмірів.

6.7.5 Огляд.

На поверхнях відсвічуючих матеріалів не повинно бути пошкоджень, поглиблень, складок, відшарувань, плям або інших дефектів, що не дозволяють використати матеріал за призначенням.

6.7.6 Маркування і документація.

Маркування відсвічуючих матеріалів проводиться відповідно до вимог 1.4.

Результати випробувань повинні бути зазначені в сертифікаті.

6.8 ТРУБИ І АРМАТУРА ІЗ ПЛАСТМАС

6.8.1 Загальні вимоги.

Пластмасові труби повинні відповідати вимогам схвалених Регістром стандартів.

6.8.2 Міцність.

6.8.2.1 Міцність труб повинна визначатися гідравлічними випробуваннями зразків до руйнування.

6.8.2.2 Міцність фасонних елементів і з'єднань повинна бути не меншою міцності труб.

6.8.2.3 Номінальний тиск $p_{\text{ном}}$ повинний визначатися із наступних співвідношень:

для внутрішнього тиску: $p_{\text{ном}} < p_{\text{рк}} / 4$ або $p_{\text{ном}} < p_{\text{рт}} / 2,5$,

де $p_{\text{рк}}$ – руйнівний тиск при короткочасному гідравлічному впливі;

$p_{\text{рт}}$ – руйнівний тиск при тривалому гідравлічному впливі (більше 100000 год);

для зовнішнього тиску: $p_{\text{ном}} < p_{\text{р}} / 3$;

де $p_{\text{р}}$ – руйнівний тиск при зовнішньому впливі.

6.8.2.4 У будь-якому випадку руйнівний тиск не повинний бути менше 0,3 МПа.

6.8.2.5 Максимальний робочий зовнішній тиск визначається як сума внутрішнього вакууму і зовнішнього тиску трубопроводу, що випробовують.

6.8.2.6 Максимально допустимий робочий тиск повинний призначатися із урахуванням допустимих робочих температур відповідно до рекомендацій виробника.

6.8.3 Осьова міцність.

Сума поздовжніх напружень, що виникають під впливом тиску, маси та інших навантажень, не повинна перевищувати допустимого напруження у поздовжньому напрямку.

Для армованих пластмасових труб сума поздовжніх напружень не повинна перевищувати половини номінальних кільцевих напружень, визначених при номінальному тиску.

6.8.4 Ударна міцність.

Пластмасові труби повинні мати ударну міцність, достатню для збереження цілісності трубопроводу при зовнішніх впливах, можливих в експлуатації, наприклад, при падінні інструменту.

6.8.5 Температура.

6.8.5.1 Допустима робоча температура в залежності від робочого тиску повинна прийматися відповідно до рекомендацій виробника, проте у будь-якому випадку вона повинна бути не менше ніж на 20°C нижче мінімальної температури теплової деформації матеріалу труби.

6.8.6 Вогнезахисні покриття.

Якщо для забезпечення необхідного рівня вогнестійкості застосовуються вогнезахисні покриття, вони повинні відповідати вимогам **6.8.6.1 – 6.8.6.4**.

6.8.6.1 Як правило, вогнезахисні покриття повинні наноситися підприємством-виробником труб.

6.8.6.2 Вогнезахисні властивості покриття не повинні знижуватися в результаті дії води і нафтопродуктів. Повинно бути продемонстровано, що покриття стійке до дії середовищ, із якими можливий контакт.

6.8.6.3 При розгляді вогнезахисних покриттів повинні братися до уваги такі характеристики, як коефіцієнт лінійного розширення, стійкість до вібрації, еластичність. Краще, щоб вони були близькі за значеннями до аналогічних характеристик труб.

6.8.6.4 Вогнезахисні покриття повинні мати необхідну ударну міцність. Краще, щоб ця характеристика була близькою до такої ж характеристики труби.

6.8.7 Схвалення матеріалів і контроль якості під час виготовлення.

6.8.7.1 Виготовлення пластмасових труб повинне виконуватися підприємствами, які мають сертифіковану систему якості.

6.8.7.2 Зразки труб і фасонних елементів кожного типорозміру повинні випробовуватися на відповідність вимогам Правил.

6.8.7.3 Відбір серійних зразків труб і фасонних елементів для проведення випробувань із метою підтвердження міцності, вогнестійкості і характеристик повільного поширення полум'я по поверхні, визначення питомого опору (для електропровідних труб) повинний проводитися за методикою, схваленою Регістром.

6.8.7.4 Кожна труба і фасонний елемент повинні бути випробувані на підприємстві-виробнику гідравлічним тиском, який перевищує номінальний не менше ніж у 1,5 рази.

Допускається не проводити гідравлічні випробування тиском 1,5 номінального кожної пластмасової труби і фасонного елемента у випадку, якщо труби виготовляються на

автоматизованому виробництві з періодичним випробуванням зразків у відповідності з визнаними міжнародними або національними стандартами і при цьому на підприємстві діє ефективна система якості.

6.8.7.5 Труби і фасонні елементи повинні мати постійне маркування з ідентифікацією відповідно до схваленого стандарту. Ідентифікаційні дані повинні включати номінальний тиск, стандарт, відповідно до якого виготовлена труба, матеріал труби.

6.8.7.6 Якщо виробник не має сертифікованої Регістром системи якості, випробування на відповідність вимогам Правил повинні виконуватися для кожної партії труб або фасонних елементів під наглядом інспектора Регістру.

6.9 ПОЛІМЕРНИЙ КОМПОЗИЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ ПЕРЕХІДНИХ МІСТКІВ НАФТОНАЛИВНИХ СУДЕН

6.9.1 Ця глава поширюється на полімерний композиційний матеріал (армований пластик) перехідних містків нафтоналивних суден відповідно до **8.6.9** частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення».

6.9.2 Матеріал повинен відповідати наступним вимогам:

6.1 цієї частини Правил;

відповідати характеристикам повільного поширення полум'я, відсутності виділення надмірної кількості диму і токсичних продуктів при підвищених температурах відповідно до **1.6** частини VI «Протипожежний захист»;

мати конструктивну цілісність у разі вогневої дії, що визначається стандартами, застосування яких має бути погоджене із Регістром (допускається стандарт ASTM F3059-14).

7. ЯКІРНІ І ШВАРТОВНІ ЛАНЦЮГИ

7.1 ЯКІРНІ ЛАНЦЮГИ І КОМПЛЕКТУЮЧІ ЇХ ВИРОБИ

7.1.1 Загальні вимоги.

7.1.1.1 Ці вимоги поширюються на матеріал, конструкцію, виготовлення та випробування суднових якірних ланцюгів і комплектуючі їх вироби. Вимоги до ланцюгів для пристроїв аварійного буксирування наведені у 7.1.6.

Ланцюги без розпірок можуть виготовлятися за визнаними Регістром міжнародними чи національними стандартами.

7.1.1.2 Ланцюги і комплектуючі їх вироби повинні виготовлятися і випробуватися визнаними відповідно до 1.3.1.2 підприємствами. Заявка, крім наведеного у 1.3.1.2, повинна містити указівки про категорію матеріалу, номінальні розміри і, якщо потрібно, специфікацію на матеріал. При наявності у заявці декількох категорій ланцюгів можливе проведення випробувань тільки для вищої категорії ланцюга за умови, що матеріал ланцюга, технологія їх виготовлення і термічна обробка незмінні.

7.1.1.3 У залежності від тимчасового опору при розтягуванні сталі, яка використовується для виготовлення, ланцюги із розпірками і комплектуючі їх вироби поділяються на категорії 1, 2 і 3.

7.1.2 Матеріал ланцюгів і комплектуючих їх виробів.

7.1.2.1 Усі матеріали, що використовуються для виготовлення ланцюгів, повинні виготовлятися визнаними відповідно до 1.3.1.2 підприємствами.

7.1.2.2 Якщо не застережене інше, прокат, поковки і виливки для ланцюгів і комплектуючих їх виробів повинні відповідати вимогам 3.6.

Прокат категорії 1 може бути допущений для виготовлення ланцюгів із сертифікатами підприємства-виробника.

7.1.2.3 Для розпірок повинна застосовуватися катана, кована або лита вуглецева сталь, аналогічна сталі ланок даного ланцюга.

Використання інших матеріалів, наприклад чавуну, не допускається.

7.1.3 Конструкція і виготовлення ланцюгів і комплектуючих їх виробів.

7.1.3.1 Ланки ланцюга виготовляються із сортового прокату стиковим контактним зварюванням оплавленням, допускається виготовлення ланок куванням або литтям.

Ланки ланцюга без розпірок калібром 26мм і менше можуть виготовлятися стиковим контактним зварюванням тиском.

7.1.3.2 Комплектуючі ланцюг виробу, такі як сполучні ланки і скоби, вертлюги і вертлюги-скоби, виготовляються куванням або литтям і повинні відповідати, як мінімум, вимогам для ланцюгів категорії 2.

Зазначені вироби можуть також виготовлятися із застосуванням зварювання.

7.1.3.3 Конструкція ланок ланцюга і комплектуючих його виробів повинна відповідати схваленій Регістром специфікації, а також рис. 7.1.3-1–7.1.3-7 (на усіх рисунках наведені розміри, кратні номінальному діаметру звичайної ланки). При цьому проміжні змички ланцюга повинні складатися із непарного числа ланок.

Якщо конструкція відрізняється від вищевказаної або комплектуючі ланцюг виробу зварні, Регістру повинні бути представлені креслення, а у специфікації необхідно указати повні відомості про спосіб виготовлення і термічну обробку.

7.1.3.4 Стан постачання ланцюгів і комплектуючих їх виробів у залежності від категорії повинний відповідати табл. 7.1.3.4.

Таблиця 7.1.3.4. Термічна обробка готових ланцюгів і комплектуючих виробів

Категорія сталі	Стан постачання	
	Ланцюг	Комплектуючі вироби
1	Після зварювання, чи після нормалізації	Не регламентується
2 ¹	Після зварювання, чи після нормалізації	Після нормалізації
3	Нормалізація, нормалізація і відпуск чи гарантування і відпуск	

¹ Кована і лита сталь повинна бути піддана нормалізації.

Термічна обробка повинна виконуватися до механічних випробувань, а також перед випробуваннями розривним і пробним навантаженнями.

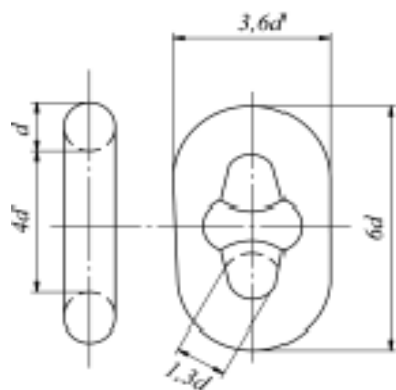


Рис.7.1.3-1. Звичайна ланка

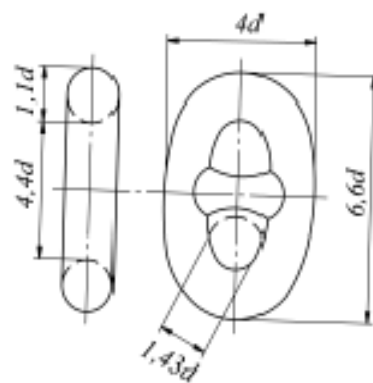


Рис.7.1.3-2. Збільшена ланка

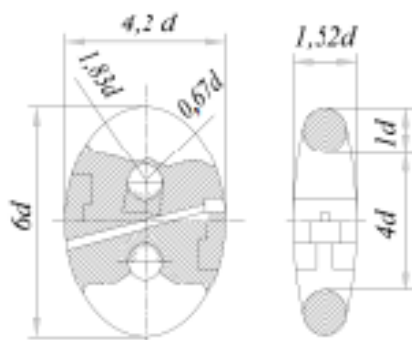


Рис.7.1.3-4. З'єднувальна ланка Кентера

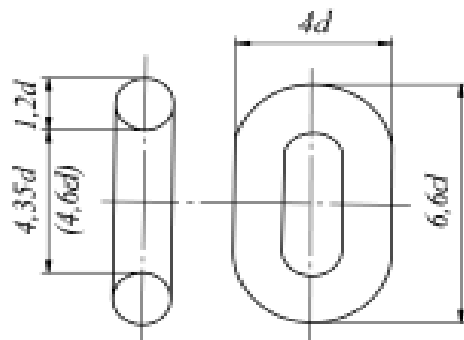


Рис.7.1.3-3. Ланка без розпірки

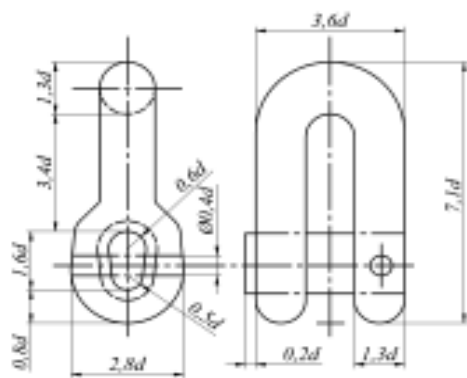


Рис.7.1.3-5. З'єднувальна скоба

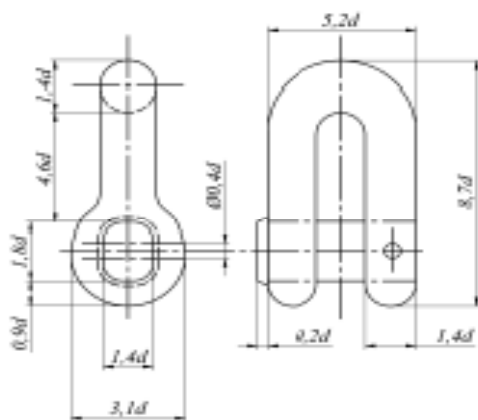


Рис.7.1.3-6. Кінцева скоба

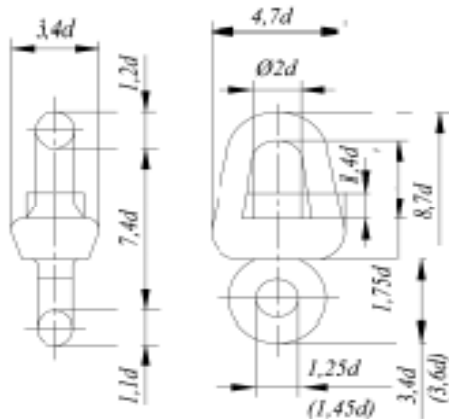


Рис.7.1.3-7. Вертлюг

7.1.3.5 Механічні властивості матеріалу готового ланцюга і комплектуючих його виробів повинні відповідати вимогам табл. 7.1.4.3.3.

7.1.3.6 У залежності від категорії ланцюга і комплектуючі їх вироби повинні бути виготовлені таким чином, щоб витримувати зазначені у табл. 7.1.4.1.2 пробне і розривне навантаження.

7.1.3.7 Усі ланки ланцюга і комплектуючі його вироби повинні мати чисту поверхню, яка визначається способом виготовлення, не мати тріщин, надрізів, сторонніх вкраплень та інших дефектів, що виключають можливість використання виробу за призначенням. Напливи або задирки у кованих виробів повинні бути відповідним чином зачищені. Невеликі поверхневі дефекти у межах допусків повинні бути зачищені таким чином, щоб забезпечити плавний перехід поверхні.

Допускається місцеве зачищення заглиблень у межах не більше 5% калібру ланки або товщини тіла.

7.1.3.8 Розміри ланок ланцюга із розпірками і комплектуючих його виробів повинні відповідати рис. 7.1.3-1– 7.1.3.7 і схваленій специфікації.

Розміри ланок ланцюга без розпірок повинні відповідати вимогам стандартів, застосування яких погоджено Регістром, і схваленим специфікаціям.

7.1.3.9 Допустимі відхилення ланок ланцюга.

7.1.3.9.1 Відхилення діаметра в місці згину поза зоною контакту ланок повинні відповідати вимогам табл. 7.1.3.9.1.

Таблиця 7.1.3.9.1. Допустимі відхилення діаметра ланки

Номінальний діаметр ланки (калібр ланцюга), мм	Допустимі відхилення ¹ , мм
До 40 включно	–1
Від 40 до 84 включно	–2
Від 84 до 122 включно	–3
Більше 122	–4

¹Плюсові відхилення діаметра не повинні перевищувати 5% номінального діаметра

7.1.3.9.2 Площа поперечного перерізу в місці згину не повинна мати мінусових відхилень.

При цьому площа поперечного перерізу обчислюється із діаметром, який є середнім арифметичним із чотирьох вимірів діаметра, рівномірно розподілених по колу поперечного перерізу.

7.1.3.9.3 Допустимі відхилення довжини змички ланцюга, виміряні на будь-яких п'ятих ланках, не повинні перевищувати +2,5 % номінальної довжини. Виміри виконуються при розтягуванні ланцюга пробним навантаженням.

7.1.3.9.4 Розпірки повинні встановлюватися у центрі ланки перпендикулярно до її поздовжньої осі.

Розпірки останніх ланок по обох кінцях змички можуть бути зміщені для вільного проходження сполучних ланок або скоб.

При цьому, якщо розпірки щільно закріплені, та їх кінці прилягають до внутрішніх поверхонь ланки практично без щілин, допускаються наступні відхилення:

максимальний ексцентриситет $X = 10$ % номінального діаметра d ;

максимальне відхилення від перпендикуляра $\alpha = 4^\circ$.

Відхилення визначаються згідно із рис. 7.1.3.9.4.

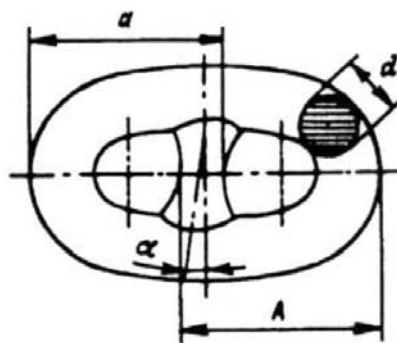


Рис. 7.1.3.9.4; $X = (A - a)/2$

7.1.3.10 Допустимі відхилення комплектуючих ланцюг виробів:

діаметр – +5-0 %;

інші розміри – $\pm 2,5$ %.

7.1.3.11 Приварювання розпірок повинне виконуватися за схваленою Регістром технологією із урахуванням наступних умов:

розпірки повинні бути виготовлені із зварюваної сталі згідно із **7.1.2.3**;

розпірки приварюються тільки із одного кінця, протилежного зварному шву ланки. Між кінцями розпірки і поверхнею ланки не повинно бути істотних щілин;

зварювання виконується переважно у нижньому положенні зварниками засвідченої кваліфікації із використанням відповідних зварювальних матеріалів;

зварювання повинне виконуватися до остаточної термічної обробки ланцюга;

зварні шви не повинні мати дефектів, які перешкоджають використанню ланцюга за призначенням. Підрізи, кінцеві кратери і подібні дефекти у разі потреби необхідно усунути зачищенням.

Виконуються технологічні зварювальні випробування для приварювання розпірок.

7.1.4 Випробування готових ланцюгів.

7.1.4.1 Випробування пробним і розривним навантаженнями.

7.1.4.1.1 Готові ланцюги підлягають вказаним нижче випробуванням у присутності інспектора Регістру.

Із метою забезпечення належної якості візуального огляду ланцюга, особливо його зварного з'єднання, якщо таке є, ланцюги повинні представлятися до випробувань у нефарбованому, без антикорозійного покриття, стані.

Випробування повинні виконуватися на схваленому відповідними компетентними організаціями обладнанні, у визнаній Регістром лабораторії та у присутності представника Регістра.

7.1.4.1.2 Кожна змичка ланцюга (27,5м) підлягає випробуванням пробним навантаженням, що відповідає вимогам табл. 7.1.4.1.2.

Таблиця 7.1.4.1.2

Вид випробування	Категорія сталі		
	1	2	3
Випробувальне навантаження, кН	$0,00686d^2(44 - 0,08d)$	$0,00981d^2(44 - 0,08d)$	$0,01373d^2(44 - 0,08d)$
Навантаження на розрив, кН	$0,00981d^2(44 - 0,08d)$	$0,01373d^2(44 - 0,08d)$	$0,01961d^2(44 - 0,08d)$
Примітка: d —номінальний діаметр, мм.			

7.1.4.1.3 Випробуванням розривним навантаженням піддається зразок, що відбирається від кожних чотирьох змичок ланцюга. Зразок повинний складатися, як мінімум, із трьох ланок ланцюга і бути виготовлений по єдиній із представленим ланцюгом технології, зварювання і термообробка повинні бути виконані разом із ланцюгом. Час прикладання розривного навантаження, яке відповідає вимогам табл. 7.1.4.1.2, повинний, як мінімум, становити 30 секунд.

7.1.4.1.4 У разі неможливості досягнення розривного навантаження через недостатню потужність розривної машини і великий калібр ланцюга Регістром можуть бути розглянуті інші методи випробувань.

7.1.4.2 Повторні випробування.

7.1.4.2.1 При незадовільному результаті випробування розривним навантаженням від тієї ж змички відбирається і випробується інший зразок. Результати випробувань вважаються задовільними, якщо досягнуте навантаження, що відповідає необхідному.

Якщо результати повторних випробувань незадовільні, змичка бракується. За розсудом виробника від кожної із трьох змичок даної партії, що залишилися, можуть бути відібрані зразки і випробувані розривним навантаженням. Якщо хоча б один із результатів випробувань не задовольняє вимогам, партія бракується.

7.1.4.2.2 У разі незадовільного результату випробувань пробним навантаженням дефектні ланки (ланку) необхідно замінити, виконати місцеву термічну обробку нової ланки (ланок) і провести повторні випробування пробним навантаженням. При цьому повинна бути установлена причина руйнування ланки (ланок).

7.1.4.3 Випробування на розтягування та ударний згин зразків, вирізаних із готового ланцюга.

7.1.4.3.1 Від кожної четвертої змички ланцюга категорій 2 і 3 зразки для випробувань добираються відповідно до вимог табл. 7.1.4.3.1.

Для литва і поковок випробування повинні бути виконані на металі кожної плавки і садки (термічна обробка).

Добір проб здійснюється згідно із **3.6.5**, повторні випробування — згідно **3.6.5.4**.

Регістр може вимагати випробування на розтягування поперек зварного шва і на ударний згин із надрізом по зварному шву зразків, вирізаних із зварного з'єднання. Здавальні і повторні випробування проводяться у присутності представника Регістра.

7.1.4.3.2 Для виготовлення зразків у змичці ланцюга необхідно передбачити додаткову ланку (або кілька ланок, якщо ланцюг малого калібру). Додаткова ланка повинна виготовлятися аналогічно зразку для випробувань на розрив згідно із **7.1.4.1.3**.

7.1.4.3.3 Результати випробувань повинні відповідати вимогам табл. 7.1.4.3.3 і повинні бути зазначені у сертифікаті.

Таблиця 7.1.4.3.1 Кількість зразків для механічних випробувань матеріалу ланцюга та його комплектуючих

Категорія сталі	Метод виготовлення	Стан постачання	Кількість зразків		
			Випробування на розтягування основного металу	Випробування на ударний згин, KV	
				Основний метал	Зварне з'єднання
1	Зварювання у стик оплавленням	AW, N	Не вимагається	Не вимагається	Не вимагається
2	Зварювання у стик оплавленням	AW	1	3	3
		N	Не вимагається	Не вимагається	Не вимагається
	Кована чи лита сталь	N	1	3 (для ланцюгів не потрібно)	3
3	Зварювання у стик оплавленням	N, NT, QT	1	3	3
	Кована чи лита сталь	N, NT, QT	1	3	Не регламентується
Умовні позначення: AW - після зварювання; N - нормалізація; NT - нормалізація і відпуск; QT - гартування і відпуск.					

Таблиця 7.1.4.3.3. Механічні властивості матеріалу ланцюга та його комплектуючих

Категорія сталі	Границя плинності, R_{EH} , Н/мм ² , min	Тимчасовий опір, R_m , Н/мм ²	Відносне подовження, A_s , %, min	Відносне звуження, Z , %, min	Випробування на ударний згин ¹ , KV		
					Температура, °C	Робота удару, Дж, min	
						Основний метал	Зварне з'єднання
1	Не вимагається						
2	295	490 - 690	22	Не вимагається	0	27	27
3	410	690min	17	40	0	60	50
					- 20	35	27
¹ Випробування на ударний згин для категорії 3 виконують при температурі мінус 20° С.							

7.1.4.4 Маркування ланцюга виконується на крайніх ланках кожної змички і повинно містити номер сертифіката, категорію ланцюга і клеймо Регістру.

Розташування знаків маркування повинне відповідати рис. 7.1.4.4.

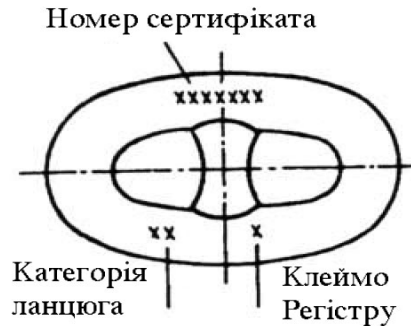


Рис. 7.1.4.4

7.1.5 Випробування комплектуючих ланцюг виробів.

7.1.5.1 Випробування пробним і розривним навантаженнями.

7.1.5.1.1 Усі комплектуючі ланцюга підлягають зазначеним нижче випробуванням у присутності представника Регістра. Із метою забезпечення належної якості візуального огляду, особливо зварних з'єднань, якщо такі присутні, комплектуючі повинні представлятися до випробувань нефарбованими, без антикорозійного покриття.

7.1.5.1.2 Усі комплектуючі випробуються пробним навантаженням відповідно до викладених вище вимог і вимог табл. 7.1.4.1.2.

7.1.5.1.3 Для випробувань розривним навантаженням, зазначеним у табл. 7.1.4.1.2, комплектуючі пред'являються партіями.

Партія скоб, вертлюгів, вертлюгів-скоб, збільшених і кінцевих ланок повинна складатися не більше ніж із 25 виробів, а ланок Кентера – із 50 виробів однієї категорії, однакових розмірів, із матеріалу однієї плавки і таких, що пройшли термічну обробку у одному садженні.

Від кожної партії випробуванням розривним навантаженням піддається один виріб, при цьому піддані випробуванням вироби до використання за призначенням не допускаються.

7.1.5.1.4 Випробування розривним навантаженням можуть не проводитися, якщо:

розривне навантаження підтверджене позитивними результатами початкових випробувань виробу при визнанні Регістром виробника,

результати механічних випробувань кожної партії згідно із **7.1.5.2** задовільні, і вироби піддаються неруйнівному контролю за схваленою Регістром методикою.

7.1.5.1.5 Незалежно від вищевикладеного, вироби, які витримали випробування призначеним для даного ланцюга розривним навантаженням, можуть бути використані за призначенням, якщо при виготовленні цих виробів були виконані наступні умови:

1 матеріал, із якого виготовлені вироби, відповідає більше високим вимогам, ніж це приписано для ланцюга, у якому передбачається використовувати ці вироби (наприклад, матеріал відповідає категорії 3 при необхідній категорії 2);

2 матеріал, із якого виготовлені вироби, відповідає необхідній для виробу категорії, але виріб має збільшені порівняно із необхідними розміри і витримав випробування розривним навантаженням, яке щонайменше у 1,4 рази перевищує призначене.

7.1.5.2 Механічні випробування.

7.1.5.2.1 Якщо інше не обумовлене, поковки і виливки після термічної обробки повинні відповідати вимогам табл. 7.1.4.3.3. Для добору проб литво і поковки можуть бути об'єднані у партії приблизно однакових по розміру виробів, однієї садки та однієї плавки. Здавальні і повторні випробування повинні виконуватися у присутності представника Регістру. Від партії одного способу виготовлення та однієї категорії матеріалу для випробувань відбирається один зразок на розтягування і комплект із трьох зразків на ударний згин відповідно до табл. 7.1.4.1.3.

Вирізка зразків здійснюється відповідно до **3.6.5**, повторні випробування — згідно **3.6.5.4**. Якщо збільшені і кінцеві ланки чи скоби виготовлені і термооброблені разом із ланцюгом, то немає необхідності проведення для них спеціальних випробувань.

7.1.5.2.2 Результати механічних випробувань повинні відповідати вимогам табл. 7.1.4.3.3 і повинні бути зазначені в сертифікаті.

7.1.5.3 Маркування комплектуючих ланцюг виробів виконується на кожному виробі і повинне містити номер сертифіката, категорію і клеймо Регістру.

7.1.6 Ланцюги для пристроїв аварійного буксирування.**7.1.6.1 Загальні положення.**

Ці вимоги поширюються на ланцюги, призначені для ланцюгових уставок пристроїв аварійного буксирування (Emergency Towing Arrangements (ETA), що забезпечують робоче навантаження 1000кН (ETA 1000) і 2000 кН (ETA 2000).

7.1.6.2 Ланцюги повинні виготовлятися тільки на визнаних Регістром, відповідно до **7.1.1.2**, підприємствах.

7.1.6.3 Матеріал ланцюгів повинний відповідати вимогам **7.1.2**.

7.1.6.4 Конструкції ланцюгів, їх виготовлення та випробування повинні відповідати вимогам **7.1.3 — 7.1.5**.

7.1.6.5 Один кінець ланцюга повинний бути сумісним із пристроєм кріплення буксира на судні, яке буксирують, інший кінець повинний мати грушоподібну ланку без розпірки, що забезпечує з'єднання із скобою (див. рис. 7.1.6.5).

7.1.6.5 Один кінець ланцюга повинний бути сумісним із пристроєм кріплення буксира на судні, яке буксирують, інший кінець повинний мати грушоподібну ланку без розпірки, що забезпечує з'єднання із скобою (див. рис. 7.1.6.5).

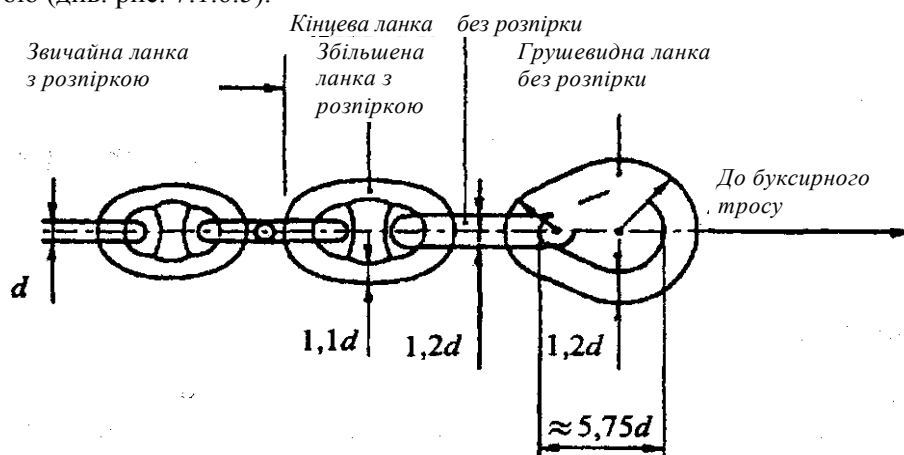


Рис. 7.1.6.5

7.1.6.6 Ланцюг для пристроїв аварійного буксирування (ETA) повинний бути категорії 2 чи 3 і повинний витримувати розривне навантаження, що принаймні у два рази перевищує робоче.

Для кожного типу пристрою аварійного буксирування номінальний діаметр ланки повинний відповідати вимогам табл. 7.1.6.6.

Таблиця 7.1.6.6

Тип пристрою (ETA)	Номінальний діаметр ланки, d , мм, min	
	Категорія 2	Категорія 3
ETA 1000	62	52
ETA 2000	90	76

7.1.7 Документи.

Ланцюги, що відповідають викладеним вище вимогам, повинні супроводжуватися Сертифікатами Регістру, які повинні містити наступний мінімальний обсяг інформації:

- номер Сертифіката;
- номер замовлення;
- найменування виробника;
- категорію;
- хімічний склад (включаючи загальний вміст алюмінію);
- номінальний діаметр/масу;
- пробне/розривне навантаження;
- вид термічної обробки;
- спосіб виробництва;
- маркування ланцюга;
- довжину;
- механічні властивості, якщо вимагається.

Якщо вимагається, додатком до Сертифіката можуть бути протоколи виконаних випробувань.

7.2 ШВАРТОВНІ ЛАНЦЮГИ І КОМПЛЕКТУЮЧІ ЇХ ВИРОБИ

7.2.1 Загальні вимоги.

7.2.1.1 Ці вимоги поширюються на матеріали, конструкцію, виготовлення і випробування швартовних ланцюгів і комплектуючих їх виробів, призначених для плавучих і самопідймальних бурових установок і морських стаціонарних платформ.

Цей підрозділ також містить вимоги до ланцюгової уставки з'єднувальної частини швартовного пристрою, призначеного для одноточкових причалів, плавучих стоянкових споруд, для зберігання і обробки нафтопродуктів, та інших подібних конструкцій

У загальному випадку до комплектуючих виробів відносяться звичайні ланки з розпірками і без розпірок, з'єднувальні ланки, збільшені ланки, кінцеві ланки, рознімальні ланки (скоби), кінцеві скоби, вертлюги і вертлюжні скоби, а також пристрої і вироби для підводного з'єднання ланцюгів.

Ланцюги без розпірок звичайно застосовуються також в постійно діючих швартовних пристроях з заданим розрахунковим ресурсом.

7.2.1.2 Категорії ланцюгів

Залежно від тимчасового опору сталі, що застосовується, ланцюги і комплектуючі їх вироби поділяються на 5 категорій: R3, R3S, R4, R4S і R5.

Власні специфікації виробників, схвалені Регістром, для категорій R4S і R5 можуть змінювати розрахункові умови ланцюга.

Кожна категорія вимагає окремого схвалення. Схвалення для вищої категорії не може слугувати підставою для схвалення нижчої категорії в разі повної ідентичності технологічного процесу, хімічного складу, що застосовується, і термічної обробки. Така технологія не може бути змінена в процесі виробництва під технічним наглядом Регістру.

7.2.1.3 Визнання підприємств-виробників ланцюгів.

7.2.1.3.1 Швартовні ланцюги і комплектуючі їх вироби повинні виготовлятися тільки визнаними у відповідності із 1.3.1.2 підприємствами.

При огляді із цією метою підприємства, у загальному випадку, повинні бути виконані випробування пробним і розривним навантаженням, механічні випробування матеріалу ланцюга і здійснений контроль розмірів.

7.2.1.3.2 Виробником повинні бути надані відомості про підприємство і виробництво відповідно до вимог частини 3 «Технічний нагляд за виготовленням матеріалів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів і виробів; крім того, повинна бути надана наступна документація:

щодо режимів прогріву прутків і методів формування ланцюгів (наявність системи забезпечення контролю і реєстрації температури);

параметри і режими стикового зварювання оплавленням (струм, зусилля, час, зазори тощо, забезпечення контролю і реєстрації);

метод видалення грата і відповідного контролю;

метод установки розпірок для ланок з розпірками і відповідного контролю;

термообробка, включаючи обладнання і прилади контролю і реєстрації температури і режимів, гартівне середовище, режими охолодження;

методи випробування пробним і розривним навантаженням, включаючи типи і опис випробувальних машин, методів контролю і реєстрації режимів;

неруйнівні методи контролю і місця їх застосування;

вимоги виробника до якості поверхні комплектуючих виробів швартовних ланцюгів;

процедура по заміні відбракованих ланок, що виключає нагрів сусідніх ділянок ланцюга.

7.2.1.3.3 При первісному схваленні повинні бути виконані випробування по визначенню параметрів CTOD для матеріалу ланцюга.

Випробування по визначенню параметрів CTOD виконується у відповідності з визнаними стандартами, які ґрунтуються на BS 7448, частини 1 і BS EN ISO 15653.

Зразки повинні бути прямокутного перерізу, з співвідношенням 2×1, з крайовим надрізом на згин. Місце вирізання зразків показано на рис. 7.2.1.3.3. Мінімальний розмір перерізу зразка для випробування повинний бути 50×25мм для ланцюгів калібром ≤ 120мм, для ланцюгів більшого калібру вирізаються зразки перерізом 80×40мм.

Від кожної ланки виготовляється один зразок без зварного шва (з протилежної від шва сторони) і один зразок для випробування поперек зварного шва, вершина тріщини повинна

проходити точно по металу шва. Для випробування вибираються три ланки. Випробування проводяться при температурі мінус 20°C. Мінімальне із одержаних значень CTOD повинне задовольняти вимоги табл. 7.2.1.3.3.

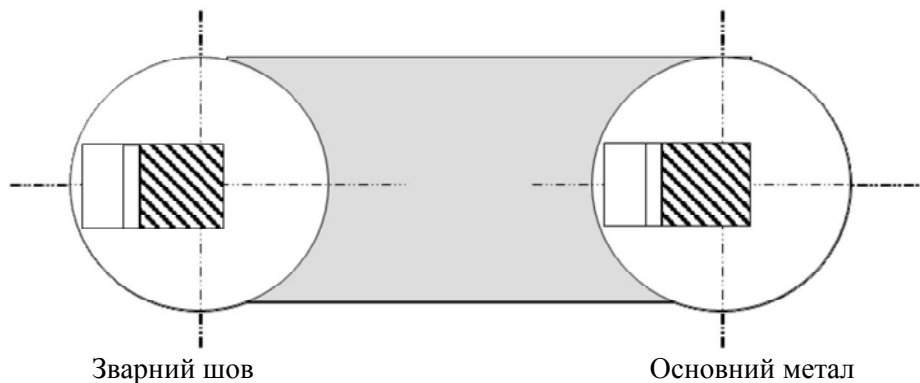


Рис. 7.2.1.3.3. Місце вирізання зразків

Таблиця 7.2.1.3.3

Категорія ланцюга	R3 (мм)		R3S (мм)		R4(мм)		R4S і R5 (мм)	
	Основний метал	Метал шва	Основний метал	Метал шва	Основний метал	Метал шва	Основний метал	Метал шва
Ланки з розпірками	0,20	0,10	0,22	0,11	0,24	0,12	0,26	0,13
Ланки без розпірок	0,20	0,14	0,22	0,15	0,24	0,16	0,26	0,17

7.2.1.3.4 Тестування печей повинне бути підтверджене за допомогою еталонних зразків, розміри яких еквівалентні максимальним розмірам ланцюга, шляхом виконання відповідних вимірювань і записів. Виробник повинен надавати процедуру перевірки печей, яка повинна включати наступні вимоги:

однорідність температури печей повинна підтверджуватися при кожному первинному огляді і, принаймні, щорічно внутрішньою системою якості підприємства;

печі мають бути перевірені шляхом проведення контрольної ланки через піч з показовою швидкістю і із застосуванням двох термопар;

одна термопара має бути прикріплена до поверхні прямої частини, і одна термопара має бути вставлена в просвердлений отвір, до середньої товщини прямої частини каліброваного блоку;

отримані криві залежності температури від часу повинні підтверджувати температурну стабільність в межах, визначених процедурою термообробки. Ця вимога пред'являється до усього поперечного перерізу і часу витримки.

7.2.1.3.5 Перед схваленням ланцюгів та їх комплектуючих категорій R4S і R5 виробник повинний здійснити експериментальні роботи і випробування або мати відповідні основні дані з розробки матеріалу ланцюгів та їх комплектуючих.

Експериментальні роботи і відповідні дані можуть включати випробування на утому довговічність, сприйнятливості до відпускної крихкості (відсутність розвитку внутрішніх тріщин при згині в температурному інтервалі, відповідному формуванню ланки в процесі її виготовлення), визначення параметрів зварювання, чутливості сталі до термічної обробки, сприйнятливості до деформаційного старіння, опірності корозійному розтріскуванню, схильності до водневої крихкості, з використанням зразків з невеликим напруженням у водневому середовищі.

Повинні бути надані звіти з результатами виконаних робіт.

7.2.1.4 Схвалення системи забезпечення якості на підприємстві-виробнику ланцюгів та їх комплектуючих.

Виробник ланцюгів та їх комплектуючих повинний мати дієздатну і задокументовану систему контролю якості, схвалену Регістром. Наявність системи забезпечення якості потрібне у доповнення, а не замість випробувань, які вимагаються цим підрозділом (див. 7.2.2 – 7.2.5).

7.2.1.5 Визнання підприємств-виробників прокату. Сортовий прокат для ланцюгів.

7.2.1.5.1 Сортовий прокат для виготовлення ланцюгів та їх комплектуючих повинний виготовлятися тільки на підприємствах, визнаних Регістром, які мають Свідоцтво про визнання виробника (див. 1.3.1.2 і 3.6). Кількість визнаних постачальників прокату для кожного

підприємства-виробника ланцюгів повинна бути обмежена. Якщо поставка прокату на підприємство-виробник ланцюгів здійснюється із декількох підприємств, то кожний із постачальників сталі повинний бути визнаний Регістром окремо.

7.2.1.5.2 Відповідне Свідоцтво про визнання виробника постачальнику прокату може бути видане тільки після задовільних результатів випробувань ланцюга із прокату, що постачається.

Кожна категорія вимагає окремого схвалення. Схвалення для вищої категорії може служити підставою для схвалення нижчої категорії у разі повної ідентичності технологічного процесу, хімічного складу, який застосовується і термічної обробки. Така технологія не може бути змінена в процесі виробництва під технічним спостереженням Регістра.

В оформленому Свідоцтві про визнання виробника (визнанні виробництва) зазвичай вводиться обмеження максимального діаметра рівне діаметру ланцюга, який пройшов випробування.

В Свідоцтві про визнання виробника повинний бути вказаний ступінь пластичної деформації, який повинний становити не менше 5:1 для ланцюгів категорій R3, R3S, R4, R4S і R5. Допускається застосування більше високого ступеня деформації при виробництві прокату.

7.2.1.5.3 Хімічний склад сталевих прокатів повинний бути схвалений Регістром і виробником ланцюга за допомогою погодження відповідної специфікації, яка подається виробником прокату.

Ця специфікація повинна підтверджуватися аналізом ковшової проби. Для категорій R4, R4S і R5 сталь повинна містити не менше 0,20% молібдену.

7.2.1.5.4 Всі результати випробувань з визначення чутливості сталі до термічної обробки шляхом імітування режимів термічної обробки ланцюгів надаються в Регістр. При цьому повинні бути підтверджені необхідні механічні властивості та вказані необхідні температурні межі і час витримки.

7.2.1.5.5 Виробник прокату повинний надати обґрунтування, які підтверджують відсутність схильності сталі до деформаційного старіння, відпускнуї крихкості, а для категорій R4, R4S і R5 - схильності до водневої крихкості.

Повинний бути представлений в Регістр відповідний детальний звіт з результати випробувань.

7.2.1.6 Визнання підприємств-виробників поковок і виливок. Комплектуючі вироби.

7.2.1.6.1 Виробники поковок і виливок у вигляді заготовок комплектуючих ланцюгів або лише самих комплектуючих повинні бути визнані Регістром і мати відповідне Свідоцтво про визнання виробника (див. 1.3.1.2 і 3.6).

В Регістр повинні бути представлені опис виробничого процесу і контролю з належними характеристиками. Область визнання визначається виробником за погодженням з Регістром.

Кількість визнаних постачальників поковок і виливок для кожного підприємства-виробника комплектуючих ланцюгів повинна бути обмежена.

Якщо поставка поковок і виливок на підприємство-виробник комплектуючих ланцюгів здійснюється із декількох підприємств, то кожний із постачальників заготовок (поковок, виливок) повинний бути визнаний Регістром окремо.

7.2.1.6.2 Відповідне Свідоцтво про визнання виробника постачальнику поковок і виливок може бути видане тільки після задовільних результатів випробувань комплектуючих, для яких вони призначені. Схвалення категорії не поширюється на категорії нижче, за винятком випадку повної ідентичності специфікацій, напівфабрикатів, хімічного складу і технології виробництва, підтвердженого виробником.

В оформленому Свідоцтві про визнання виробника (визнанні виробництва) звичайно вводиться обмеження максимального діаметра або товщини, рівне відповідним параметрам комплектуючих, які пройшли випробування, якщо інше не передбачене Регістром. Проте, з комплектуючих, що мають схожу форму і розмір, випробовуються ті, що мають найменшу міру пластичної деформації матеріалу при виготовленні.

Крім того в Свідоцтві указуються типи комплектуючих і категорії матеріалів, відповідних компонентів ланцюгів, які пройшли випробування. В Свідоцтві також необхідно указувати максимальні діаметри штирів для комплектуючих.

7.2.1.6.3 Поковки.

Ступінь пластичної деформації поковок із литих злитків/слябів призначених для кутих компонентів комплектуючих і підданих випробуванням повинні бути зафіксовані і бути рівною або більше 3:1. При цьому реальний ступінь пластичної деформації при виробництві тих же компонентів на повинний бути нижче зазначеного.

Ступінь деформації в процесі огляду має бути зафіксована в звітній документації і досягатися в процесі виготовлення. Цикл нагріву під час кування і повторного нагріву повинен контролюватися виготівником і відстежуватися в технічній документації. Виготівник повинен представити на розгляд процедури і графік технічного обслуговування штампів і оснащення.

7.2.1.6.4 Хімічний склад поковок і виливок повинний бути схвалений Регістром і виробником ланцюга за допомогою погодження відповідної специфікації, яка подається виробником поковок і виливок.

Для категорій R4, R4S і R5 сталь повинна містити не менше 0,20% молібдену.

7.2.1.6.5 Виробник поковок і виливок повинний надати обґрунтування, які підтверджують відсутність схильності сталі до деформаційного старіння, відпускнуї крихкості, а для категорій R4, R4S і R5 - схильності до водневої крихкості.

Всі результати випробувань з визначення чутливості сталі до термічної обробки шляхом імітування режимів термічної обробки ланцюгів надаються в Регістр. При цьому повинні бути підтверджені необхідні механічні властивості та вказані необхідні температурні межі і час витримки (режим охолодження після відпуску повинний протидіяти появі відпускнуї крихкості).

Повинний бути представлений в Регістр відповідний детальний звіт з результати випробувань.

7.2.1.6.6 При початковому схваленні повинні бути виконані випробування по визначенню параметрів CTOD. Як мінімум три випробування по визначенню параметрів CTOD повинні бути виконані у відповідності з визнаними стандартами, які ґрунтуються на BS 7448, частини 1 і BS EN ISO 15653. Для прямокутних комплектуючих зразки повинні бути прямокутного перерізу, з співвідношенням 2×1, з крайовим надрізом на згин і товщиною, яка дорівнює товщині випробовуваного матеріалу. Мінімальний розмір перерізу зразка для випробування повинний бути 50×25мм для ланцюгів калібром ≤ 120 мм, для ланцюгів більшого калібру вирізаються зразки перерізом 80×40мм. Відбір зразків CTOD необхідно здійснювати настільки близько до поверхні, наскільки це доцільно.

Від кожної із трьох ланок виготовляється один зразок без зварного шва (з протилежної від шва сторони) і один зразок для випробування поперек зварного шва, вершина тріщини повинна проходити точно по металу шва. Для випробувань повинні бути відібрані 3 ланки, з яких мають бути виготовлені 6 зразків відповідно. Випробування проводяться при температурі мінус 20°C. Результати випробувань представляються на розгляд. Мінімальне значення середнього значення параметра CTOD для кожної трійки зразків вказане в таблиці. 7.2.1.3.3 для основного металу.

Геометрична конфігурація комплектуючих може варіюватися. На рис. 7.2.1.6.6 вказані місця відбору проб для зразків CTOD для виробів круглого і прямокутного перерізів, таких як, приміром, сполучна скоба. При виборі орієнтації зразків повинен враховуватися напрям волокна. На рис. 7.2.1.6.6, б показані два можливі варіанти орієнтації зразків CTOD для комплектуючих прямокутного перерізу. Напрямок волокон відповідає осі X.

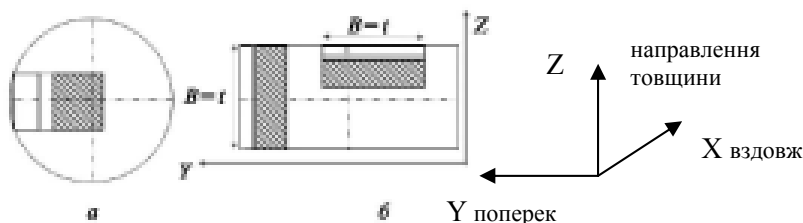


Рис. 7.2.1.6.6 Розташування зразків CTOD у виробах: а - круглого перерізу;
б - прямокутного перерізу

7.2.1.6.7 Тестування печей повинне бути підтверджене за допомогою еталонних зразків, розміри яких еквівалентні максимальним розмірам ланцюга, шляхом виконання відповідних вимірювань і записів.

При цьому термопари повинні бути розташовані на поверхні і в середині каліброваного зразка (по товщині) в спеціальному заглибленні.

Розміри печі повинні забезпечувати рівномірне нагрівання усього завантаження печі до температури, яка вказана у схваленій документації. Перевірка рівномірності температури печей для кованих і литих деталей повинна проводитися відповідно до стандартів API Spec 6A/ISO 10423, додаток М або ASTM A991. Першочерговий огляд повинен проводитися при максимальному завантаженні печі. Здійснення нагляду проводиться щорічно і може виконуватись без повного

завантаження.

Максимальна температура охолоджувальної ванни, а також максимальний час перенесення ланцюгів з печі до ванни для загартування, повинні фіксуватися і вноситися в звітну документацію. В процесі виробництва повинні дотримуватися встановлені таким чином параметри загартування, а також повинні вноситися в протокол і зберігатися дані про температуру ванни і часу транспортування.

7.2.1.6.8 Для категорій R4S і R5, відповідно, застосовні вимоги **7.2.1.3.5**.

7.2.1.7 Схвалення системи забезпечення якості на підприємстві-виробнику комплектуючих ланцюгів.

7.2.1.7.1 Схвалення відповідно з вимогами **7.2.1.4**.

7.2.2 Матеріали.

7.2.2.1 Загальні вимоги.

7.2.2.1.1 Ці вимоги поширюються на сталевий прокат, поковки і виливки, призначені для швартовних ланцюгів і комплектуючих їх виробів, для плавучих і самопідіймальних бурових установок і морських стаціонарних платформ.

7.2.2.2 Сталевий прокат (пруток).

7.2.2.2.1 Виготовлення сталі.

7.2.2.2.1.1 Виплавка сталі повинна виконуватися в кисневому конверторі, електричних або іншим схваленим Регістром способом. Сталь повинна бути спокійна з мікродобавками елементів, які подрібнюють зерно. Розмір аустенітного зерна ланцюгів категорії R3, R3S і R4 повинний бути не крупніший 6 бала (див. стандарт ASTM E112, або еквівалентний індекс розміру зерна, який відповідає стандарту DCTU ISO 643 або відповідного стандарту ISO). Виміри на круглому перерізі повинні виконуватися від третини радіусу.

7.2.2.2.1.2 Сталь для ланцюгів категорій R4S і R5 підлягає вакуумній дегазації. Розмір аустенітного зерна повинен бути не крупніший 6 бала (див. стандарт ASTM E112, або еквівалентний індекс розміру зерна, який відповідає стандарту DCTU ISO 643 або відповідного стандарту ISO). Виміри на круглому перерізі повинні виконуватися від третини радіусу.

7.2.2.2.1.3 Виробник прокату для ланцюгів категорій R4S і R5 повинний надати виробнику ланцюгів наступні дані:

а) Визначення вмісту неметалевих включень для кожної плавки. Повинна бути виконана кількісна і якісна оцінка рівня вмісту неметалевих включень, підтверджена можливість використання сталі, по зазначеному параметру, в ланцюгах та їх комплектуючих.

б) Макроаналіз, виконаний для кожної плавки, на відповідних зразках, повинний підтвердити відсутність неприпустимої осьової ліквіації та пористості (виконується відповідно з ASTM E 381 або еквівалентним йому національним стандартом).

в) Результати випробувань, які підтверджують необхідний рівень прожарюваності, виконаний для кожної плавки (наводиться у відповідності з ASTM A255 або еквівалентним йому національним стандартом).

Результати зазначених випробувань наводяться в документації на ланцюг.

7.2.2.2.2 Хімічний склад.

7.2.2.2.2.1 При проведенні будь-яких випробувань під технічним наглядом Регістра хімічний склад матеріалу повинний задовольняти вимоги погодженої з Регістром специфікації або стандарту і визначатися виробником сталі для кожної плавки по ковшовій пробі.

7.2.2.2.3 Механічні властивості.

7.2.2.2.3.1 Один (1) сталевий пруток для випробувань добирається із партії масою не більше 50т, зформованої із прутків одного діаметру.

Зразки для випробувань виготовляються із матеріалу, який пройшов термічну обробку по режиму, що відповідає режиму остаточної термічної обробки ланцюга.

7.2.2.2.3.2 Кожна партія сталевих прутків для ланцюгів категорій R3S, R4, R4S і R5 піддається випробуванням на схильність до водневої крихкості. У випадку застосування при виготовленні сталі установок безперервного розливання металу, зразки для випробувань добираються від прокатів, відповідних початку і кінцю розливання.

У випадку використання злитків зразки для випробувань добираються від прокатів, відповідних двом різним злиткам.

7.2.2.2.3.2.1 Для випробувань на розтягування добираються два (2) зразки із центральної, по товщині, частини прутка, який пройшов термічну обробку, що відповідає режиму остаточної термічної обробки ланцюга.

Перевагу необхідно надавати зразкам з діаметром 20мм (можливий розгляд використання зразків діаметром 14мм).

7.2.2.2.3.2.2 Один із зразків повинний випробовуватися у проміжку часу, рівному 3год. (максимум) після виготовлення (для зразків з діаметром 14мм цей проміжок рівний 1 та ½ год.).

Якщо ця умова не може бути дотримана, то зразок повинний бути негайно після виготовлення охолоджений до температури мінус 60°C, за якої може зберігатися до 5 діб.

7.2.2.2.3.2.3 Другий зразок повинний випробуваний після прогрівання при 250°C протягом 4 годин, для зразків з діаметром 14мм – протягом 2 годин.

7.2.2.2.3.2.4 При випробуванні на розтягування швидкість пластичної деформації не повинна перевищувати величини 0,0003 навантаження за секунду протягом всіх випробувань (що становить приблизно 10 хвилин для зразків діаметром 20мм). У звіті фіксується величина тимчасового опору, відносно подовження і звуження.

2.2.2.3.2.5 Вимоги до результатів випробувань:

$Z_1/Z_2 \geq 0,85$, де:

Z_1 – відносне звуження зразка без прогрівання (перший зразок);

Z_2 – відносне звуження зразка з прогріванням (другий зразок).

Якщо необхідне співвідношення $Z_1/Z_2 \geq 0,85$ не досягне, то прокат, може бути підданий обробці на дегазацію водню. Нові випробування повинні бути виконані після дегазації.

7.2.2.2.3.3 Для всіх категорій від кожної добраної проби вирізається один зразок на розтягування і три на ударний згин. Зразки повинні вирізатися на відстані від поверхні трохи більшій, ніж 1/6 діаметра, як показано на рис. 7.2.2.2.3.3 і у відповідності з вимогами розд.2.

Результати випробувань повинні задовольняти вимоги табл. 7.2.2.2.3.3.

7.2.2.2.4 Допустимі відхилення.

7.2.2.2.4.1 Якщо інше не застережене, допустимі відхилення по діаметру та еліпсності прокату повинні задовольняти вимоги табл. 7.2.2.2.4.1



Рис. 7.2.2.2.3.3. Розташування зразків. Пруток, поковка, виливок, злиток.

Таблиця 7.2.2.2.3.3 Механічні властивості матеріалу швартовних ланцюгів та їх комплектуючих

Категорія	Границя плинності, R_{eH} , Н/мм ² , min	Тимчасовий опір, R_m , Н/мм ²	Відносне подовження , A_s , %, min	Відносне звуження, Z , %, min	Випробування на ударний згин, KV		
					Температура °C,	Середня величина роботи удару, Дж, min	
						Основний метал	Зварне з'єднання
R3	410	690	17	50	0 - 20	60 40	50 30
R3S	490	770	15	50	0 - 20	65 45	53 33
R4	580	880	12	50	-20	50	36
R4S	700	960	12	50	-20	56	40
R5	760	1000	12	50	-20	58	42

Закінчення табл. 7.2.2.2.3.3.

1.Співвідношення границі плинності і тимчасового опору: 0,92, max.
2.Регістр вправі вимагати для категорій R3 і R3S виконання випробувань на ударний згин (KV) при температурі 0 або - 20°C.
3.Відносне звуження (Z) литої сталі: для категорій R3 і R3S – 40%, min; для категорій R4, R4S і R5 – 35%, min (див.7.2.2.4.4).
4.Максимальна твердість для R4S – HB330, а для R5 – HB340.

Таблиця 7.2.2.2.4.1

Номинальний діаметр, мм	Допуск на діаметр, мм	Допуск на еліпсність, ($d_{max} - d_{min}$), мм
< 25	- 0 + 1,0	0,6
25-35	- 0 + 1,2	0,8
36-50	- 0 + 1,6	1,1
51-80	- 0 + 2,0	1,5
81-100	- 0 + 2,6	1,95
101-120	- 0 + 3,0	2,25
121-160	- 0 + 4,0	3,00
161-220	- 0 + 5,0	4,00

7.2.2.2.5 Неруйнівний контроль і ремонт.

7.2.2.2.5.1 Неруйнівний контроль виконується у відповідності з визнаними Регістром стандартами, такими як:

ASTM E1444 і ДСТУ EN ISO 9934 або відповідних стандартів ISO чи EN - контроль прутків магнітопорошковим методом (MT);

JIS Z2319 - контроль методом розсіювання магнітного потоку (MLFT);

ДСТУ ISO 15549 або відповідного стандарту ISO чи - контроль прутків методом вихрових струмів (ET).

Методики разом з критеріями допустимих/недопустимих дефектів повинні представлятися в Регістр на погодження.

7.2.2.2.5.2 Виробник повинен підготувати для розгляду Регістром письмові процедури неруйнівного контролю. Персонал, який здійснює неруйнівний контроль, повинен бути кваліфікований і сертифікований у відповідності зі стандартом ДСТУ EN ISO 9712 або відповідними стандартами ISO чи EN, ACCP або еквівалентними їм стандартами. Кваліфікація персоналу роботодавцем або уповноваженою особою відповідно до стандарту SNT-TC-1A може бути прийнята, якщо діяльність роботодавця перевірена і визнана прийнятною, персонал має рівень III - ASNT level III, ДСТУ EN ISO 9712 або відповідних стандартів ISO чи EN - level III або ACCP professional level III і сертифікований відповідним чином. Оператори неруйнівного контролю повинні мати кваліфікацію не нижче рівня II.

7.2.2.2.5.3 Виробник повинен забезпечити неруйнівний контроль ультразвуковим методом всього прокату, призначеного для ланцюгів і їх комплектуючих згідно зі встановленими Регістром критеріями приймання. Прокат не повинен мати раковин, тріщин і флокенів. Якщо кінці поставлених прутків не піддаються контролю ультразвуковим методом, то між постачальником напівфабрикату і виробником ланцюга повинна бути укладена угода про довжину ділянок прутка, які видаляються з кінців. Дані умови повинні бути зафіксовані в документації постачальника напівфабрикату. Когерентний ультразвуковий метод може застосовуватися після схвалення Регістром.

7.2.2.2.5.4 Сто відсотків (100%) прокату повинні піддаватися неруйнівного контролю магнітопорошковим методом (MT), методом вихрових струмів (ET) або методом розсіювання магнітного потоку (MLFT).

Прутки повинні бути вільні від поверхневих дефектів, таких як волосовини, заочування і окалина. Поздовжні дефекти, якщо їх глибина не перевищує 1% діаметра прутка, повинні бути видалені зачисткою.

Всі прутки поставляються в зачищеному стані, повинні бути повністю оглянуті, а також Регістр може вимагати проведення неруйнівного контролю 10% продукції магнітопорошковим методом (MT), методом вихрових струмів (ET) або методом розсіювання магнітного потоку (MLFT) для поздовжніх дефектів. Максимально допустима глибина зачистки повинна бути обумовлена в схвалюваній документації постачальника в процесі визнання Регістром.

7.2.2.2.5.5 Обсяг неруйнівного контролю може бути зменшений у випадку підтвердження статистичними даними необхідного рівня якості на виробництві.

7.2.2.2.5.6 Ремонт прутків заварюванням не допускається.

7.2.2.2.6 Маркування.

7.2.2.2.6.1 Кожний із прутків на одному із кінців повинний мати клеймо, яке містить найменування категорії та ідентифікаційний номер.

7.2.2.3 Сталеві поковки.

7.2.2.3.1 Виготовлення.

7.2.2.3.1.1 Сталеві поковки, призначені для виготовлення комплектуючих ланцюгів повинні задовольняти вимогам схваленої Регістром документації, яка включає специфікації та звіт про виконані випробування.

Виплавка сталі повинна виконуватися в кисневому конверторі, електричних печах або іншим схваленим Регістром способом. Сталь повинна бути спокійна з мікродобавками елементів, які подрібнюють зерно. Розмір аустенітного зерна повинний бути не крупніший 6 бала (ASTM E 112) або еквівалентний індекс розміру зерна, що відповідає стандарту ДСТУ ISO 643 або відповідного стандарту ISO). Виміри на круглому перерізі повинні виконуватися від третини радіусу. Виміри на інших перерізах повинні виконуватися від чверті ширини.

7.2.2.3.1.2 Сталь для ланцюгів категорій R4S і R5 підлягає вакуумній дегазації. Розмір аустенітного зерна повинен бути не крупніший 6 бала (див. стандарт ASTM E112, або еквівалентний індекс розміру зерна, який відповідає стандарту ДСТУ ISO 643 або відповідного стандарту ISO). Виміри на круглому перерізі повинні виконуватися від третини радіусу. Виміри на інших перерізах повинні виконуватися від чверті ширини.

7.2.2.3.1.3 Виробник сталі для комплектуючих ланцюгів категорій R4S і R5 повинний надати виробнику ланцюгів наступні дані:

а) Визначення вмісту неметалевих включень для кожної плавки. Повинна бути виконана кількісна і якісна оцінка рівня вмісту неметалевих включень згідно визнаними національними і міжнародними стандартам її підтверджена можливість використання сталі, по зазначеному параметру, в ланцюгах та їх комплектуючих.

б) Макроаналіз, виконаний для кожної плавки, на відповідних зразках, повинний підтвердити відсутність неприпустимої осьової ліквіації та пористості (виконується відповідно з ASTM E 381 або еквівалентним йому національним стандартом).

в) Результати випробувань, які підтверджують необхідний рівень прожарюваності, виконаний для кожної плавки (наводиться у відповідності з ASTM A255 або еквівалентним йому національним стандартом).

Результати зазначених випробувань наводяться в документації на комплектуючі.

7.2.2.3.2 Хімічний аналіз – згідно з 7.2.2.2.2.

7.2.2.3.3 Термічна обробка.

7.2.2.3.3.1 Поковки підлягають термічній обробці у відповідності з схваленою специфікацією.

7.2.2.3.4 Механічні властивості.

7.2.2.3.4.1 Механічні властивості поковок після термічної обробки повинні задовольняти вимоги табл. 7.2.2.2.3.3.

7.2.2.3.5 Механічні випробування.

7.2.2.3.5.1 Поковки для випробування пред'являються партіями. У партію повинні входити поковки приблизно одного розміру (діаметр не повинний відрізнятись більше ніж на 25мм) із однієї плавки і однієї садки (термічна обробка). Від кожної партії добирається один зразок на розтягування і комплект зразків для випробування на ударний згин.

Зразки повинні вирізатися згідно з рис. 7.2.2.2.3.3 та вимогами розд. 2.

7.2.2.3.5.2 Для ланцюгів категорій R3S і R4 мають бути виконані випробування на визначення схильності сталі до водневого окрихчування (зменшення запасу плинності). З цією метою від кожної плавки відбираються дві проби: у разі безперервного розливання - від металу, який відповідає початку і кінцю лиття; при розливанні в зливки - від металу, що відповідає двом будь-яким зливкам.

7.2.2.3.5.2.1 З кожної проби, з центральної частини прокату, видаляються зразки на розтягування (прокат має бути підданий термічній обробці в однакових режимах, бажано однієї плавки). Два зразки на розтягування від плавки повинні мати діаметр 20мм (за погодженням із Регістром допускається використання зразків діаметром 14мм).

7.2.2.3.5.2.2 Один із зразків повинен бути випробуваний в термін, що не перевищує 3 години

після його виготовлення (для зразка діаметром 14 мм - 1,5 год.). У разі неможливості виконання вказаної вище вимоги зразок має бути негайно охолоджений до -60°C після механічної обробки і витримуватися при такій температурі впродовж періоду до 5 днів.

7.2.2.3.5.2.3 Другий зразок повинен бути підданий випробуванням після витримки впродовж 4 год. (для зразка діаметром 14мм - 2год.) при температурі 250°C .

7.2.2.3.5.2.4 Швидкість деформації при випробуваннях (зміна відносного подовження в долях від розрахункової довжини) має бути менше $0,0003\text{ с}^{-1}$ впродовж усіх випробувань до руйнування зразка (що складає приблизно 10 хвилин для зразка діаметром 20мм).

7.2.2.3.5.2.5 При визначенні схильності матеріалу ланцюгів категорій R3S і R4 до водневого окрихчування $Z_1/Z_2 > 0,85$, де Z_1 і Z_2 - відносне звуження зразка при розтягуванні до і після нагріву, відповідно. У разі, якщо отримане значення Z_1/Z_2 менше 0,85, за погодженням з Регістром наданий до випробування метал може бути підданий дегазації, після якої мають бути проведені вказані вище випробування.

7.2.2.3.6 Неруйнівний контроль і ремонт.

7.2.2.3.6.1 Ультразвуковий контроль виконується у відповідності з визнаними Регістром стандартами такими як:

ДСТУ EN 10228-1 або відповідного стандарту EN, ASTM A275 і ДСТУ EN ISO 9934-1 або відповідних стандартів ISO чи EN - контроль поковок магнітопорошковим методом (MT);

ДСТУ EN 10228-3 або відповідного стандарту EN, ASTM A388 і ДСТУ EN ISO 13588 або відповідних стандартів ISO чи EN - контроль ультразвуковим методом (UT).

Методики разом з критеріями допустимих/недопустимих дефектів повинні представлятися в Регістр на погодження.

7.2.2.3.6.2 Виробник повинен подати Регістру для розгляду письмові процедури неруйнівного контролю. Персонал, який здійснює неруйнівний контроль, повинен бути кваліфікований і сертифікований у відповідності зі стандартом ДСТУ EN ISO 9712 або відповідними стандартами ISO чи EN, АССР або еквівалентними їм стандартами. Кваліфікація персоналу роботодавцем або уповноваженою особою відповідно до стандарту SNT-TC-1A може бути прийнята, якщо діяльність роботодавця перевірена і визнана прийнятною, персонал має рівень III - ASNT level III, ДСТУ EN ISO 9712 або відповідних стандартів ISO чи EN - level III або АССР professional level III і сертифікований відповідним чином.

Оператори неруйнівного контролю повинні мати кваліфікацію не нижче рівня II.

7.2.2.3.6.3 Поковки повинні піддаватися повному ультразвуковому контролю згідно з специфікацією, схваленою Регістром.

7.2.2.3.6.4 Дефекти, виявлені на необроблених поверхнях поковок, можуть бути видалені шліфуванням на глибину не більше 5% номінального діаметру. Шліфування оброблених поверхонь допускається тільки у разі потреби Регістра в ідентифікації виробу на глибину не більше 0,8мм.

7.2.2.3.6.5 Ремонт прутків зварюванням не допускається.

7.2.2.3.7 Маркування – відповідно до **7.2.2.2.6**.

7.2.2.4 Сталеві виливки.

7.2.2.4.1 Виготовлення.

7.2.2.4.1.1 Сталеві виливки, призначені для виготовлення комплектуючих ланцюгів повинні задовольняти вимогам схваленої Регістром документації, яка включає специфікації та звіт про виконані випробування.

Виплавка сталі повинна виконуватися в кисневому конверторі, електричних печах або іншим схваленим Регістром способом. Сталь повинна бути спокійна з мікродобавками елементів, які подрібнюють зерно.

Розмір аустенітного зерна повинний бути не крупніший 6 бала (див. стандарт ASTM E112 або еквівалентний індекс розміру зерна, що відповідає стандарту ДСТУ ISO 643 або відповідному стандарту ISO). Виміри на круглому перерізі повинні виконуватися від третини радіусу. Виміри на інших перерізах повинні виконуватися від чверті ширини.

7.2.2.4.1.2 Сталь для ланцюгів категорій R4S і R5 підлягає вакуумній дегазації. Розмір аустенітного зерна повинен бути не крупніший 6 бала (див. стандарт ASTM E112, або еквівалентний індекс розміру зерна, який відповідає стандарту ДСТУ ISO 643 або відповідному стандарту ISO). Виміри на круглому перерізі повинні виконуватися від третини радіусу. Виміри на інших перерізах повинні виконуватися від чверті ширини.

7.2.2.4.1.3 Виробник сталі для комплектуючих ланцюгів категорій R4S і R5 повинний надати виробнику ланцюгів наступні дані:

а) Визначення вмісту неметалевих включень згідно визнаними національними і міжнародними стандартами, для кожної плавки.

Повинна бути виконана кількісна і якісна оцінка рівня вмісту неметалевих включень, підтверджена можливість використання сталі, по зазначеному параметру, в ланцюгах та їх комплектуючих.

б) Макроаналіз, виконаний для кожної плавки, на відповідних зразках, повинний підтвердити відсутність недопустимої осьової ліквіації та пористості (виконується відповідно з ASTM E 381 або еквівалентним йому національним стандартом).

в) Результати випробувань, які підтверджують необхідний рівень прожарюваності, виконаної для кожної плавки (наводиться у відповідності з ASTM A255 або еквівалентним йому національним стандартом).

Результати зазначених випробувань наводяться в документації на комплектуючі.

7.2.2.4.2 Хімічний аналіз – згідно з **7.2.2.2.2**.

7.2.2.4.3 Термічна обробка.

7.2.2.4.3.1 Всі виливки підлягають термічній обробці у відповідності з наданою для схвалення та схваленою специфікацією.

7.2.2.4.4 Механічні властивості.

7.2.2.4.4.1 Механічні властивості виливок після термічної обробки повинні задовольняти вимоги табл. 7.2.2.2.3.3. Зазначені вимоги для відносного звуження зменшені до 40% для категорій R3 і R3S та до 35% для категорій R4, R4S і R5.

7.2.2.4.5 Механічні випробування.

7.2.2.4.5.1 Виливки для випробування пред'являються партіями. У партію повинні входити виливки приблизно одного розміру, із однієї плавки, однієї садки (термічна обробка). Від кожної партії добирається один зразок на розтягування і комплект зразків для випробування на ударний згин.

Зразки повинні вирізатися у відповідності з рис. 7.2.2.2.3.3 та вимогами розд. 2.

7.2.2.4.6 Неруйнівний контроль і ремонт.

7.2.2.4.6.1 Ультразвуковий контроль виконується у відповідності з визнаними Регістром стандартами такими як:

ДСТУ EN 10228-1 або відповідному стандарту EN, ASTM A275 і ДСТУ EN ISO 9934-1 - контроль поковок магнітопорошковим методом (MT);

ДСТУ EN 10228-3 або відповідному стандарту EN, ASTM A388 і ДСТУ EN ISO 13588 або відповідних стандартів ISO чи EN - ультразвуковий контроль методом (UT).

Методики разом з критеріями допустимих/недопустимих дефектів повинні представлятися в Регістр на погодження.

7.2.2.4.6.2 Виробник повинен надати в Регістр для розгляду процедури неруйнівного контролю. Персонал, який здійснює неруйнівний контроль, повинен бути кваліфікований і сертифікований у відповідності зі стандартом ДСТУ EN ISO 9712 або відповідними стандартами ISO чи EN, ACCP або еквівалентними їм стандартами. Кваліфікація персоналу роботодавцем або уповноваженою особою відповідно до стандарту SNT-TC-1A може бути прийнята, якщо діяльність роботодавця перевірена і визнана прийнятною, персонал має рівень III - ASNT level III, ДСТУ EN ISO 9712 або відповідних стандартів ISO чи EN - level III або ACCP professional level III і сертифікований відповідним чином.

Оператори неруйнівного контролю повинні мати кваліфікацію не нижче рівня II.

7.2.2.4.6.3 Виливки повинні піддаватися повному контролю ультразвуковим методом згідно з схваленою Регістром специфікацією.

7.2.2.4.6.4 Дефекти, виявлені на необроблених поверхнях поковок, можуть бути видалені шліфуванням на глибину не більше 5% номінального діаметру. Шліфування оброблених поверхонь допускається тільки у разі потреби Регістра в ідентифікації виробу на глибину не більше 0,8мм.

7.2.2.4.6.5 У разі виникнення необхідності ремонту в об'ємі 5% товщини відливки дефектна ділянка має бути відремонтована зварюванням. Вибірка матеріалу повинна мати форму, що забезпечує вільний доступ для зварювання. Отримана в результаті ремонту поверхня має бути, по можливості, гладкою, а ділянка дефектів має бути повністю перевірена методом неруйнівного контролю.

7.2.2.4.6.6 Ремонт зварюванням розділяється на основний і незначний. Ремонт зварюванням

вважається основним, якщо глибина оброблення досягає 25мм або 25% і більше від діаметру/товщини виробу. Усі інші ремонтні роботи вважаються незначними.

7.2.2.4.6.7 Ремонт зварюванням може застосовуватися тільки після його схвалення Регістром. Протоколи і звіти, що надаються в Регістр, повинні містити креслення і фотоматеріали, що відображають об'єм і місце ремонту. Перед проведенням ремонтних робіт вилівка повинна пройти термічну обробку для поліпшення зерна. Також термічній обробці повинні піддаватися вилівки, що пройшли процедуру ремонту.

7.2.2.4.6.8 При основному і незначному ремонті зварюванням виробник повинен надавати в Регістр креслення і фотоматеріали, що відображають ділянки, які підлягають ремонту до і після проходження процедури.

7.2.2.4.6.9 Усі ремонтні роботи зварюванням повинні проводитися атестованими зварювальниками по схвалених технологічних процесах зварювання. Атестація зварювальників повинна відповідати стандартам ДСТУ EN ISO 9606 або відповідних стандартів ISO чи EN, ASME IX, ASTM A488 або еквівалентним їм стандартам. Технологічні процеси зварювання повинні відповідати стандартам ДСТУ EN ISO 15614 або відповідних стандартів ISO чи EN, ASME IX, ASTM A488 або еквівалентним їм стандартам, що включають додаткові вимоги: випробування на ударний вигин повинні проводитися від зварного металу, зони сплаву, зон термічного впливу в 2 і 5мм від зони сплаву. Результати випробувань повинні відповідати вимогам Правил до основного металу.

7.2.2.4.7 Маркування – відповідно до **7.2.2.2.6**.

7.2.2.5 Матеріал для розпірок.

7.2.2.5.1 Розпірки, призначені для ланок ланцюга, повинні бути виготовлені із сталі, яка відповідає сталі ланцюга, і повинні задовольняти вимогам представленої схваленої Регістром специфікації.

У загальному випадку, вміст вуглецю в сталі не повинний перевищувати 0,25%, якщо розпірки устанавлюються на місце з використання зварювання.

7.2.3 Конструкція і виготовлення ланцюгів.

7.2.3.1 Конструкція.

7.2.3.1.1 Креслення, які представляються в Регістр для схвалення, повинні супроводжуватися розрахунками, які надають можливість визначити особливості та деталі конструкції ланцюга і його комплектуючих.

Креслення представляються постачальником або виробником ланцюга і його комплектуючих. Типові конструкції представлені в стандарті ISO 1704 (в Україні ДСТУ 3074).

Для ланцюгів без розпірок конфігурація і співвідношення розмірів повинні відповідати вимогам цього розділу.

Для ланцюгів без розпірок конфігурація і співвідношення розмірів повинні відповідати цього розділу. Застосування для ланцюгів без розпірок інших конфігурацій і співвідношень розмірів, чим описані в цьому розділі, Регістр розглядає як нові конструкції ланцюга, скоб, вертлюгів або не стандартні. Для застосування останніх неохідне подання даних, що підтверджують можливість застосування конструкцій ланцюга за призначенням, одночасно повинні бути подані результати випробувань на утомність і корозійну утомність. Документація на ланцюг і його комплектуючі підлягають схваленню Регістром.

7.2.3.1.2 Застосовні до ланцюгів з розпірками креслення, які показують деталі конструкції розпірок, надаються для інформації.

Розпірки повинні бути втиснені у ланки ланцюга для фіксації їх у одному положенні. Форма і глибина втиснення розпірок не повинна негативно впливати на якість ланок.

7.2.3.1.3 Механічна обробка сполучних ланок Кентера повинна забезпечувати радіус галтельних переходів не менше 3% від калібру ланки.

7.2.3.2 Виготовлення ланцюгів.

7.2.3.2.1 Загальні вимоги.

7.2.3.2.1.1 Ланцюги повинні виготовлятися безперервної довжини із сортового прокату методом стикового контактного зварювання оплавленням.

Термічна обробка повинна виконуватися в прохідній печі. Термічна обробка партіями не допускається за винятком випадків, коли поставляються короткі ланцюги, такі як ланцюгові вставки.

7.2.3.2.1.2 Використання з'єднувальних скоб для заміни дефектних ланок можливе тільки за письмової згоди замовника, в якій зазначається кількість і тип дозволених замін.

Застосування сполучних загальних ланок обмежується кількістю, не більше трьох на кожні

100м ланцюга.

7.2.3.2.2 Фіксація параметрів виробничого процесу.

7.2.3.2.2.1 Регістру повинні надаватися записи прогріву прутків, режими зварювання оплавленням і термічної обробки.

7.2.3.2.3 Прогрів прутків.

7.2.3.2.3.1 Прутки, які використовуються для сполучних ланок повинні нагріватися контактним нагрівом, індукційним нагрівом або в печі.

7.2.3.2.3.2 При розігріві металу методом опору фаза розігріву повинна бути проконтрольована оптичним пірометром. Відповідна фіксація температури повинна виконуватися принаймні один раз кожні 8 годин.

7.2.3.2.3.3 При розігріві металу в прохідних печах температура розігріву повинна бути проконтрольована контактною термopарою. Відповідні показання термopари приймаються як температура прутка. Контроль температури повинний виконуватися принаймні один раз кожні 8 годин.

7.2.3.2.4 Стикове зварювання оплавленням.

7.2.3.2.4.1 При стиковому зварюванні оплавленням кожної ланки повинні контролюватися наступні параметри:

рух машини для стикового зварювання;
величина струму, як функція часу;
гідравлічний тиск.

7.2.3.2.4.2 Фіксація параметрів повинна виконуватися не рідше 1 разу кожні 4 години.

7.2.3.2.5 Термічна обробка ланцюга.

7.2.3.2.5.1 Ланцюги повинні бути піддані аустенізації при температурі вище критичної точки перетворення, температура і час визначаються виробником.

7.2.3.2.5.2 Якщо застосовне, ланцюги повинні піддаватися відпуску, температура і час визначаються виробником.

Охолодження після відпуску повинне виконуватися із швидкістю, яка дозволяє уникнути відпускну крихкість.

7.2.3.2.5.3 Температура і час витримки або швидкість ланцюга у прохідний печі повинні контролюватися і фіксуватися.

7.2.3.2.5.4 Визначення розміру зерна повинно бути виконане для готового виробу. Розмір аустенітного зерна для категорій R3, R3S, R4, R4S і R5 повинен бути не крупніший 6 бала (див. стандарт ASTM E112 або еквівалентний індекс розміру зерна, що відповідає стандарту ДСТУ ISO 643 або відповідних стандартів ISO чи EN). Виміри на круглому перерізі повинні проводитися на поверхні третини радіуса і в центрі для основного металу, ЗТВ (зона термічного впливу) і зварного шва.

7.2.3.2.6 Механічні властивості.

7.2.3.2.6.1 Механічні властивості готового ланцюга і його комплектуючих повинні задовольняти вимогам табл. 7.2.2.2.3.3. Місця добору проб – у відповідності з рис. 7.2.3.2.6.1.

Зразок для випробування на ударний згин

Зразок для випробування на ударний згин

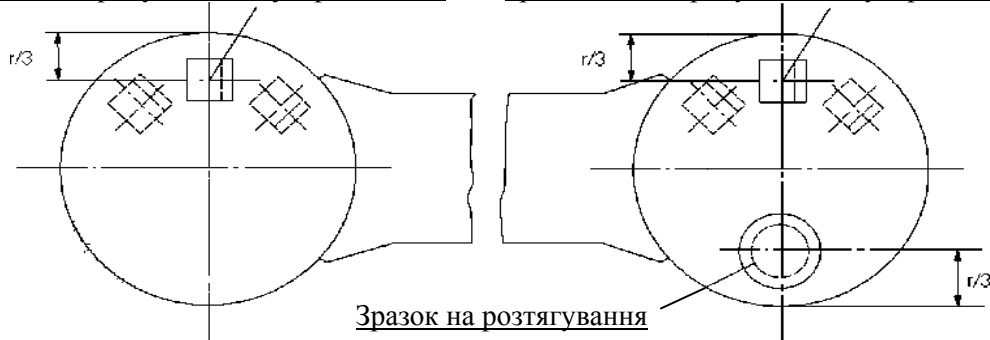


Рис. 7.2.3.2.6.1

Розташування зразків. Ланки ланцюга.

7.2.3.2.7 Величина пробного і розривного навантаження.

7.2.3.2.7.1 Величина пробного і розривного навантаження ланцюга та його комплектуючих установлюється у відповідності з вимогами табл. 7.2.3.2.7.1.

Таблиця 7.2.3.2.7.1 Формули розрахунку пробного і розривного навантаження, ваги і довжини п'ятиланкового зразка

Величина навантаження, кН	Категорія R3 ланка з розпірками	Категорія R3S ланка з розпірками	Категорія R4 ланка з розпірками	Категорія R4S ланка з розпірками	Категорія R5 ланка з розпірками
Пробне	$0,0148d^2(44 - 0,08d)$	$0,0180d^2(44 - 0,08d)$	$0,0216d^2(44 - 0,08d)$	$0,0240d^2(44 - 0,08d)$	$0,0251d^2(44 - 0,08d)$
Розривне	$0,0223d^2(44 - 0,08d)$	$0,0249d^2(44 - 0,08d)$	$0,0274d^2(44 - 0,08d)$	$0,0304d^2(44 - 0,08d)$	$0,0320d^2(44 - 0,08d)$
Величина навантаження, кН	Категорія R3 ланка без розпірок	Категорія R3S ланка без розпірок	Категорія R4 ланка без розпірок	Категорія R4S ланка без розпірок	Категорія R5 ланка без розпірок
Пробне	$0,0148d^2(44 - 0,08d)$	$0,0174d^2(44 - 0,08d)$	$0,0192d^2(44 - 0,08d)$	$0,0213d^2(44 - 0,08d)$	$0,0223d^2(44 - 0,08d)$
Розривне	$0,0223d^2(44 - 0,08d)$	$0,0249d^2(44 - 0,08d)$	$0,0274d^2(44 - 0,08d)$	$0,0304d^2(44 - 0,08d)$	$0,0320d^2(44 - 0,08d)$
Вага ланцюга, кг/м	Ланка з розпірками = $0,0219d^2$				
Вага ланцюга, кг/м	Ланка без розпірок Вага розраховується для кожного типу конструкції і надається для розгляду				
Зразок ланцюга, який вимірюється	П'ять ланок				
Мінімум	$22d$				
Максимум	$22,55d$				

7.2.3.2.8 Неруйнівний контроль.

7.2.3.2.8.1 Усі готові ланцюги повинні бути відповідної якості, яка забезпечується виробником.

Кожна ланка повинна пройти необхідний неруйнівний контроль у відповідності з 7.2.4.5, згідно з погодженими з Регістром методиками.

7.2.3.2.9 Розміри і допустимі відхилення.

7.2.3.2.9.1 Дизайн і розміри ланок і комплектуючих ланцюг виробів повинні відповідати вимогам ISO 1704 (в Україні ДСТУ 3074) або схваленій Регістром відповідній документації.

7.2.3.2.9.2 Допустимі наступні відхилення розмірів ланок:

.1 для діаметру, заміряного у вершині ланки:

- до 40мм — 1мм;
- від 40 до 84мм — 2мм;
- від 84 до 122мм — 3мм;
- від 122 до 152мм — 4мм;
- від 152 до 184мм — 6мм;
- від 184мм до 210мм: — 7,5мм.

Примітка. Площа поперечного перерізу в вершині ланки не повинна мати негативного відхилення. Для діаметрів 20мм і більше плюсовий допуск може становити 5% номінального діаметра. При діаметрах менше 20мм значення плюсового допуску повинно бути погоджене з Регістром.

Площа поперечного перерізу в вершині ланки повинна бути розрахована з використанням середнього діаметра з від'ємним допуском і плюсовим допуском, вимірювання повинні проводитися щонайменше в двох місцях приблизно на 90° один від одного;

.2 для діаметру, заміряного у іншому, ніж вершина, місці:

діаметр не повинний мати мінусових відхилень;

плюсовий допуск може досягати 5% від номінального діаметру за винятком стикового зварювання, де воно повинне відповідати специфікаціям виробника і бути погоджене з Регістром.

При діаметрах менше 20мм плюсовий допуск повинен бути погоджений з Регістром при проведенні огляду;

.3 допуск по довжині п'яти ланок, що указується виробником, не повинний перевищувати 2,5% і не повинний бути мінусовим;

.4 усі інші розміри ланки, належним чином регламентовані виробником, не повинні перевищувати 2,5%, при цьому всі частини повинні належним чином підходити одна до одної;

.5 виміри відхилень ланок з розпірками і без розпірок повинні виконуватися відповідно з табл. 7.2.3.2.9.2-1, рис. 7.2.3.2.9.2-1 та табл. 7.2.3.2.9.2-2 і рис. 7.2.3.2.9.2-2 відповідно;

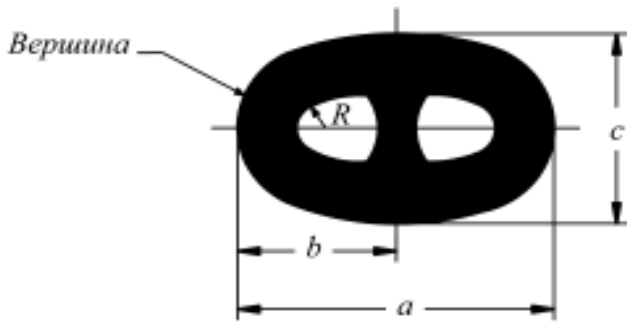


Рис. 7.2.3.2.9.2-1

Ланка з розпірками – внутрішній радіус R і зовнішній радіус повинні бути постійними.

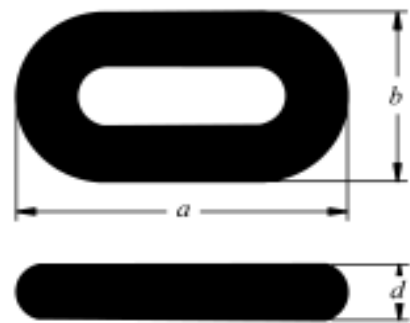


Рис. 7.2.3.2.9.2-2

Ланка без розпірок – внутрішній радіус R і зовнішній радіус повинні бути постійними

Таблиця 7.2.3.2.9.2-1 Співвідношення розмірів і допустимі відхилення ланцюга з розпірками

Розміри (див. рис. 7.2.3.2.9.2-1)	Параметри	Номінальний розмір	Мінусове відхилення	Плюсове відхилення
1	2	3	4	5
a	Довжина ланки	$6d$	$0,15d$	$0,15d$
b	Половина довжини ланки	$a^*/2$	$0,1d$	$0,1d$
c	Ширина ланки	$3,6d$	$0,09d$	$0,09d$
e	Відхилення від осі	0 градусів	4 градуси	4 градуси
R	Внутрішній радіус	$0,65d$	0	—

Примітки: d – номінальний діаметр ланцюга, a^* – реальна довжина ланки.

Таблиця 7.2.3.2.9.2-2 Співвідношення розмірів, допустимі відхилення ланцюга без розпірок

Розміри (див. рис. 7.2.3.2.9.2-2)	Параметри	Номінальний розмір	Мінусове відхилення	Плюсове відхилення
a	Довжина ланки	$6d$	$0,15d$	$0,15d$
b	Ширина ланки	$3,35d$	$0,09d$	$0,09d$
R	Внутрішній радіус	$0,60d$	0	—

Примітки: 1. d – номінальний діаметр ланцюга.

2. Допускаються інші співвідношення розмірів за національними або міжнародними стандартами, їх застосування підлягає погодженню з Регістром.

.6 розпірки ланцюгів з розпірками повинні установлюватися в середній частині ланки під прямим кутом до сторони ланки. Відхилення визначаються відповідно до табл. 7.2.3.2.9.2-1 та рис. 7.2.3.2.9.2-1, при цьому розпірка повинна бути щільно підігнана, а її кінці лежати урівень з внутрішньою частиною ланки.

7.2.3.2.10 Ланцюги з розпірками – приварювання розпірок.

7.2.3.2.10.1 Приварювання розпірок може бути схвалене для ланцюгів категорій R3 і R3S.

Приварювання розпірок для ланцюгів категорій R4, R4S і R5 не допускається, якщо відсутнє схвалення Регістра.

7.2.3.2.10.2 Приварювання розпірок у разі схвалення, повинне виконуватися до термічної обробки ланцюга.

7.2.3.2.10.3 Кінці розпірки повинні бути щільно закріплені всередині ланки і приварені з сторони, протилежної шву контактного зварювання ланки.

Приварювання повинне бути виконане по усьому периметру, якщо не погоджене інше.

7.2.3.2.10.4 Приварювання розпірок з двох кінців не дозволяється, якщо відсутнє схвалення Регістра.

7.2.3.2.10.5 Приварювання повинне виконуватися кваліфікованим зварником по схваленій Регістром технології, схваленими зварювальними матеріалами із низьким вмістом водню.

7.2.3.2.10.6 Розміри кутових швів, як мінімум, повинні відповідати вимогам API, специфікації 2F (див. рис. 7.2.3.2.10.6).

7.2.3.2.10.7 Шви повинні бути належної якості, без таких дефектів, як тріщини, непровари, пористість, подрізи глибиною більше 1мм.

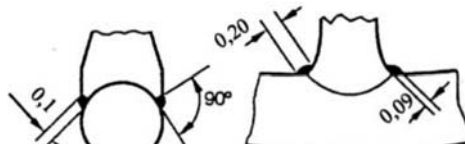


Рис. 7.2.3.2.10.6

7.2.3.2.10.8 Усі шви повинні піддаватися неруйнівному контролю зовнішнім оглядом і вимірюванням. Крім того, як мінімум 10% від загальної кількості зварних швів повинні бути піддані неруйнівному контролю магнітопорошковим або капілярним методами після виконання випробувань пробним навантаженням. У разі виявлення недопустимих дефектів, контролю піддаються усі зварні шви представленого ланцюга.

7.2.3.2.11 Монтажні ланки (з'єднувальні ланки).

7.2.3.2.11.1 Для заміни дефектних ланок ланцюга можуть використовуватися монтажні ланки, виготовлені за схваленою Регістром методикою, яка дозволяє уникнути додаткової термічної обробки ланцюга. Для подібної заміни вимагається окреме схвалення кожної категорії. При цьому випробування повинні виконуватися на максимальному із заявлених розмірі ланцюга.

7.2.3.2.11.2 Виготовлення, установлення і термічна обробка монтажних ланок не повинні впливати на властивості ланки ланцюга, які контактують з ними.

Температура додаткової термічної обробки не повинна перевищувати 250°C.

7.2.3.2.11.3 Кожна ланка повинна піддаватися випробуванням пробним навантаженням і неруйнівним методам контролю у відповідності з табл. 7.2.3.2.7.1 і 7.2.4.5, відповідно.

Додаткова ланка повинна бути виготовлена ідентично з монтажною ланкою; ланка повинна бути випробувана у відповідності з 7.2.4.4 і 7.2.4.5.

7.2.3.2.11.4 Кожна монтажна ланка повинна бути замаркована відповідним чином:

на розпірці – для ланцюгів з розпірками;

безпосередньо на зовнішній стороні прямої частини ланки, протилежній зварному шву – для ланцюгів без розпірок.

Маркування необхідно виконувати згідно з 7.2.4.7 з додатковим зазначенням кількості монтажних ланок. Ланки, які контактують з монтажною ланкою, повинні також бути замарковані на розпірці чи на прямій частині ланки.

7.2.4 Випробування готових ланцюгів.

7.2.4.1 Загальні вимоги.

7.2.4.1.1 Ці вимоги поширюються, але не обмежують вимоги до ланок ланцюгів з розпірками і без розпірок, з кінцевими ланками, збільшеними ланками і до монтажних ланок.

7.2.4.1.2 Усі ланцюги повинні піддаватися випробуванням пробним навантаженням, вибіркового випробуванням розривним навантаженням вибіркового механічним навантаженням після остаточної термічної обробки, у присутності представника Регістра.

У разі наявності у виробника відповідної методики фіксації і запису пробного навантаження, яку Регістр визнає адекватною прийнятій системі реєстрації, представнику Регістра не обов'язково бути присутнім на усіх випробуваннях пробним навантаженням.

Представник Регістра повинний особисто упевнитися у тому, що випробувальні машини відкалібровані і перебувають у задовільному стані.

Перед випробуваннями ланцюг не повинний мати слідів грату, фарби або іншого покриття і повинний мати відповідну підготовлену поверхню згідно з стандартом неруйнівного контролю. Ланцюг повинен піддаватися піскоструйному або дробоструйному обробленню.

7.2.4.2 Випробування пробним і розривним навантаженням.

7.2.4.2.1 Увесь ланцюг повинний витримати випробування пробним навантаженням, наведеним в табл. 7.2.3.2.7.1 без руйнування і без тріщин у зварному шві. Фактичне пробне навантаження не повинне перевищувати те, яке вимагається, більше ніж на 10%.

У разі виявлення пластичної деформації в розпірках ланцюга, випробування необхідно продовжувати при навантаженні, яке не повинне перевищувати величину, застосовану при первісних випробуваннях ланцюга, проведених під час визнання підприємства.

7.2.4.2.2 Випробування розривним навантаженням повинні виконуватися принаймні на одному триланковому зразку, відібраному від представленого до постачання ланцюга або ланцюга, виготовленого одночасно та за тією ж технологією.

Частота випробувань і кількість триланкових зразків, які відбираються від ланцюга, визначається згідно до вимог табл. 7.2.4.2.2 та із урахуванням того, що на випробування повинні бути представлені триланкові зразки кожної плавки.

Результати випробувань вважаються задовільними, якщо зразки витримали відповідне розривне навантаження, указане у табл. 7.2.3.2.7.1, протягом 30с без руйнування і утворення тріщин у зварних швах.

Таблиця 7.2.4.2.2 Довжина ділянки ланцюга для добору зразків для випробування

Калібр ланцюга, мм	Довжина ділянки ланцюга, м
min - 48	91
49 - 60	110
61 - 73	131
74 - 85	152
86 - 98	175
112 - 124	222
125 - 137	250
138 - 149	274
150 - 162	297
163 - 175	322
176 - 186	346
187 - 198	370
199 - 210	395
211 - 222	420

7.2.4.2.3 Для ланцюгів діаметром більше 100мм, як альтернатива, зразки для випробування розривним навантаженням за погодженням з Регістром можуть бути із однієї ланки. При погодженні повинні бути надані дані, які підтверджують можливість застосування альтернативного варіанта.

При випробуванні альтернативних зразків, кожний із зразків повинний представляти одну плавку. Частота випробувань визначається згідно вимог табл. 7.2.4.2.2.

7.2.4.2.4 Якщо можливості випробувальних машин обмежені, повинна бути використана інша машина, яка має достатню потужність (або, наприклад, дві машини, завантажені паралельно), за умови, що процедури випробування і калібрування узгоджені з Регістром..

7.2.4.3 Розміри і допустимі відхилення.

7.2.4.3.1 Виміри ланцюга виконуються після виконання випробувань пробним навантаженням, як мінімум, на 5% від кількості ланок і у відповідності з 7.2.3.2.7.1.

7.2.4.3.2 Довжина всього ланцюга визначається шляхом вимірів ділянок по п'ять ланок. Першому виміру підлягають п'ять ланок, розташованих за першими п'ятьма ланками ланцюга. У наступну ділянку із п'яти ланок, що виміряється, повинні включатися, принаймні, дві ланки із попередніх п'яти, і т.д.

Виміри довжини ланцюга краще виконувати при розтягуванні із навантаженням від 5 до 10% мінімального значення пробного навантаження. Допуски вимірів для п'яти ланок вказані в табл. 7.2.3.2.7.1, будь-які відхилення від допусків п'яти ланок мають бути погоджені з Регістром. Кінцеві ділянки з п'яти ланок можуть не замірятися.

7.2.4.3.3 Геометричні параметри ланцюга мають бути записані і повинні зберігатися у файлі.

7.2.4.4 Механічні випробування матеріалу готового ланцюга.

7.2.4.4.1 Ланки для виготовлення зразків для механічних випробувань відокремлюються від готового ланцюга, який пройшов термічну обробку. Із ланки вирізається один зразок для випробувань на розтягування і дев'ять зразків для випробування на ударний згин:

один зразок для випробувань на розтягування і один комплект зразків для випробувань на ударний згин – із ділянки ланки, протилежної зварному шву;

один комплект зразків для випробувань на ударний згин – із вигнутої ділянки ланки;

один комплект зразків для випробувань на ударний згин, вирізаних із ділянки поперек зварного шва із надрізом на лінії сплавлення (надріз по центру).

7.2.4.4.2 Частота випробувань на ударний згин визначається згідно вимог табл. 7.2.4.2.2.

Механічні властивості повинні задовольняти вимогам табл. 7.2.2.2.3.3.

7.2.4.4.3 При сталому виробництві і стабільному рівні задовільних результатів випробувань (статистичні дані), Регістр може допустити зменшення обсягу випробувань на ударний згин із вигнутої ділянки ланки.

7.2.4.4.4 Випробування на твердість повинні проводитися на готовому ланцюзі. Кількість точок, частота і місця визначення твердості мають бути погоджені із Регістром. Записані результати призначені тільки для інформації і використовуються як додаткова перевірка, щоб переконатися в тому, що процес термічної обробки був стабільним під час виробництва ланцюга.

7.2.4.5 Неруйнівний контроль.

7.2.4.5.1 Після випробування пробним навантаженням уся поверхня кожної ланки ланцюга і комплектуючих виробів підлягає зовнішньому огляду, перевірці розмірів та взаємній рухливості елементів та виробів.

Грат, нерівності поверхні, задирки повинні бути зашліфовані по контуру. На поверхні виробів не повинно бути дефектів прокату, поверхневих тріщин, вм'ятин, надрізів та борозен, особливо у районі фіксації прутка при зварюванні оплавленням.

Розпірки ланок повинні бути надійно закріплені. Ланцюг для огляду повинний бути розташований таким чином, щоб був забезпечений доступ до усіх його поверхонь. Для забезпечення оптимального доступу до поверхні рекомендується підвісити ланцюг у вертикальному положенні, проте доступ для огляду зони сполучення може бути можливий тільки при горизонтальному положенні ланцюга.

7.2.4.5.2 Неруйнівний контроль повинний виконуватися у відповідності з визнаними Регістром стандартами і методиками, а також погодженими з Регістром критеріями допустимих/недопустимих дефектів. Виробник повинен представити в Регістр для розгляду процедури неруйнівного контролю. Персонал, який здійснює неруйнівний контроль, повинен бути кваліфікований і сертифікований у відповідності зі стандартами ДСТУ EN ISO 9712 або відповідними стандартами ISO чи EN, ACCP або еквівалентними їм стандартами. Кваліфікація персоналу роботодавцем або уповноваженою особою відповідно до стандарту SNT-TC-1A може бути прийнята, якщо діяльність роботодавця перевірена і визнана прийнятною, персонал має рівень III - ASNT level III, ДСТУ EN ISO 9712 або відповідними стандартами ISO чи EN level III або ACCP professional level III і сертифікований відповідним чином.

Оператори неруйнівного контролю повинні мати кваліфікацію не нижче рівня II.

7.2.4.5.3 Поверхня кожної ланки ланцюга в області зварного шва, включаючи поверхню, яка охоплюється затискачами при зварюванні, а також в області приварювання розпірок, повинна піддаватися неруйнівному контролю магнітопорошковими методами, схваленими Регістром. Погодженням з Регістром підлягають відповідні методики і обладнання. Додатково на 10% ланок магнітопорошковий контроль повинний виконуватися по всій доступній поверхні. На поверхні ланок і поверхні зварних швів не повинно бути тріщин, непроварів і пористості. Випробування повинні проводитися відповідно до стандарту ASTM E709 або іншого визнаного стандарту (наприклад, ДСТУ EN ISO 9934 або відповідних стандартів ISO чи EN) з використанням флуоресцентних магнітопорошкових методів.

Ланки не повинні мати лінійних індикаторних слідів, що перевищують 1,6мм в поперечному напрямку, відповідних лінійних індикаторних слідів, що перевищують 3,2мм в поздовжньому напрямку, і відповідних круглих індикаторних слідів, що перевищують 4,8мм.

7.2.4.5.4 Для дослідження стикового зварювання плавленням застосовується неруйнівний контроль ультразвуковим методом. Процедури мають бути представлені в Регістр для схвалення. Процедури і устаткування повинні застосовуватися відповідно до схваленої документації. Заводські стандарти калібрування для конфігурацій ланцюгів мають бути схвалені. Частота перевірки - кожна ланка.

Зварний шов не повинен мати дефектів, що викликають відображення ультразвукових хвиль, рівних або які перевищують калібрувальний стандарт. Стикові зварні шви повинні піддаватися контролю ультразвуковим методом (UT) відповідно до стандарту ASTM E587 або іншими визнаними стандартами з використанням одного нахилоного перетворювача поперечних хвиль в діапазоні від 45 до 70°.

Метод з одним перетворювачем має обмеження перевірки центральної частини і дефектів стикового зварного шва, таких як плоскі плями, які можуть мати погану відбивну здатність. Там, де необхідно, можна виявити дефекти з використанням тандемної техніки, дифракційно-тимчасового методу (TOFD) або когерентного ультразвукового методу.

7.2.4.5.5 При застосуванні стикового зварювання шви мають бути піддані візуальному огляду. Валики повинні мати плавний перехід до ланки без підрізів, що перевищують 1,0мм Крім того, щонайменше 10% стикових швів по довжині підлягають контролю капілярним методом відповідно до стандарту ASTM E1417 або магнітопорошковим методом відповідно до стандарту ASTM E1444 або

іншим еквівалентним стандартом. Тріщини, непровари або пористість не допускаються. При виявленні дефектів, перевірка має бути розширена на всю довжину зварного шва.

7.2.4.6 Повторні випробування і критерії ремонту.

7.2.4.6.1 Якщо довжина виміряних п'яти ланок менша тієї, що вимагається, ланцюг може бути розтягнений навантаженням, що перевищує погоджене пробне, при цьому величина цього навантаження не повинна перевищувати схвалену Регістром для цього ланцюга.

Розтягуванню повинні піддаватися лише обрані випадково відрізки ланцюга. Якщо довжина п'ятиланкової ділянки перевищує погоджені допуски, дефектні ланки можуть бути видалені згідно **7.2.4.6.2**.

7.2.4.6.2 Якщо на окремих ланках ланцюга виявлені недопустимі дефекти або ланки не відповідають іншим установленим вимогам, то дефектні ланки можуть бути видалені, а на їх місці установлені монтажні (з'єднувальні) ланки. Термічна обробка і технологія заміни повинні бути погоджені з Регістром.

Інші методи ремонту є предметом письмового схвалення Регістром і кінцевого замовника. Ремонт ланок зварюванням не допускається.

7.2.4.6.3 Якщо тріщини, підрізи або інші дефекти виявлені на зварному бути видалені місцевим зачищенням, але на глибину, яка не перевищує 5% діаметра ланки при забезпеченні плавних переходів до поверхні.

Остаточний розмір повинний відповідати вимогам визнаних Регістром стандартів або іншої погодженої з Регістром документації.

7.2.4.6.4 Якщо при ультразвуковому контролі зварного з'єднання виявлені недопустимі внутрішні дефекти ланка підлягає заміні у відповідності з **7.2.4.6.2**.

7.2.4.6.5 Якщо в ланці один або декілька зазначених розмірів, таких як довжина, ширина та співвісність, не відповідають необхідним, повинні бути виконані порівняльні виміри не менше, ніж на 40 ланках (по 20 ланок з кожної сторони від дефектної ланки).

Якщо один із розмірів не укладається в допустимі відхилення більше ніж двох ланок, усі ланки підлягають відповідним вимірам.

Заміна дефектних ланок – відповідно з **7.2.4.6.2**.

7.2.4.6.6 Якщо при випробуваннях розривним навантаженням відбулося руйнування, про це негайно повинний бути проінформований представник Регістра, який здійснює нагляд. Випадок повинний бути зареєстрований.

Представнику Регістра повинні бути надані відповідні пояснення.

Два додаткові зразки, від тієї ж, що була уже представлена, ділянки ланцюга (див. табл. 7.2.4.2.2), повинні бути піддані випробуванням на розривне навантаження.

На ґрунті задовільних результатів додаткових випробувань та результатів дослідів випадку руйнування може бути прийняте рішення щодо прийняття представленої до випробувань ділянки ланцюга. У разі незадовільних результатів хоча би одного із додаткових випробувань, представлена ділянка ланцюга бракується і підлягає заміні у відповідності з 7.2.4.6.2.

7.2.4.6.7 Якщо при випробуваннях пробним навантаженням відбулося руйнування, про це негайно повинний бути проінформований представник Регістра, який здійснює нагляд. Випадок повинний бути зареєстрований. Якщо при цьому руйнування відбулося на двох або більше ланках, то представлена ділянка бракується.

Необхідні дослідження повинні бути проведені на інших ділянках ланцюга (див. табл. 7.2.4.2.2), виходячи із аналізу виявлених причин руйнування.

7.2.4.6.8 На додаток до проведених обстежень руйнувань при випробуваннях пробним навантаженням, два зразки добираються з кожної сторони від ланки, що зруйнувалася.

Якщо одночасно роблять декілька ланцюгів, то допускається, що попередні і наступні ланки із стиковим контактним зварюванням оплавленням матимуть іншу довжину ланцюга або інший кінець відрізка ланцюга. У таких випадках Регістр вимагає, щоб було проведено два додаткові випробування на розрив для відрізків ланцюгів, які включають попередні і наступні зварені ланки.

Якщо в ході дослідження виявлені дефекти в швах стикового контактного зварювання оплавленням або зварюванням плавленням з низьким рівнем міцності (наприклад, «клеєве зварювання»), то має бути проведене додаткове неруйнівне дослідження, таке як когерентний ультразвуковий метод, для визначення дефектів в інших ланках. Має бути проведена повна оцінка випробувальної машини стиковим контактним зварюванням оплавленням з одночасною оцінкою стану кінців швів до зварювання.

На ґрунті задовільних результатів додаткових випробувань та результатів дослідів випадку руйнування може бути прийняте рішення щодо прийняття представленої до випробувань ділянки ланцюга.

У разі незадовільних результатів хоча би одного із додаткових випробувань, представлена для випробування пробним навантаженням ділянка ланцюга бракується і підлягає заміні у відповідності з **7.2.4.6.2**. Якщо в ході дослідження виявлено дефекти в швах стикового контактного зварювання оплавленням або зварювання плавленням з низьким рівнем міцності (наприклад, «клейове зварювання»), то повинно бути проведене додаткове неруйнующе дослідження, таке як когерентний ультразвуковий метод, для визначення дефектів в інших ланках. Повинна бути проведена повна оцінка випробувальної машини стиковим контактним зварюванням оплавленням з одночасною оцінкою стану кінців швів до зварювання.

7.2.4.6.9 Якщо результати випробування на розтягування незадовільні, проводяться повторні випробування згідно з **1.3.2.4**.

У разі незадовільних результатів хоча б одного із додаткових випробувань, представлена для випробування ділянка ланцюга бракується і підлягає заміні у відповідності до **7.2.4.6.2**.

7.2.4.6.10 Якщо результати випробування на ударний згин незадовільні, проводяться повторні випробування згідно з **1.3.2.4**.

У разі незадовільних результатів додаткових випробувань, представлена для випробування ділянка ланцюга бракується і підлягає заміні у відповідності до **7.2.4.6.2**.

7.2.4.7 Маркування.

7.2.4.7.1 Маркування ланцюга виконується у наступних місцях:

на кожному із кінців;

через інтервал, який не перевищує 100м;

на кожній монтажній ланці;

на ланках, які примикають до монтажних ланок або скоб.

7.2.4.7.2 Усі марковані ланки повинні бути указані в сертифікаті виробника і маркування повинне надавати можливість визначати початок і кінець ланцюга.

На додаток до наведених вимог щодо маркування, перша і остання ланка кожної окремої ділянки ланцюга, яка використовується у ланцюгах безперервного виробництва, повинні бути відзначені та відповідним чином замарковані.

Маркування повинне бути виконане методом, який дозволяє виразно читати його протягом усього терміну служби ланцюга.

7.2.4.7.3 Маркування ланцюга виконується на розпірках ланок і повинне містити наступне:

категорію ланцюга;

номер Сертифіката/Свідоцтва;

клеймо Регістра.

7.2.4.7.4 Номер Сертифіката/Свідоцтва ланцюга може бути замінений на скорочення його позначення, якщо на це є вказівка в Сертифікаті/Свідоцтві.

7.2.4.7.5 Сертифікат/Свідоцтво на ланцюг повинний містити інформацію про кількість і розташування монтажних ланок.

Номер Сертифіката/Свідоцтва і номер заміненої ланки можуть бути замінені на скорочення їх позначення, якщо на це є вказівка в Сертифікаті/Свідоцтві.

7.2.4.8 Документація.

7.2.4.8.1 Результати огляду ланцюга та звіт про випробування для кожної безперервної довжини ланцюга повинні бути оформлені виробником у вигляді буклету, розробленої ним форми. Цей буклет повинний містити результати усіх вимірів, звіт про випробування та огляди, результати виконаного неруйнівного контролю, записи режимів, які контролюються у процесі виробництва, а також будь-які відхилення від установленної технології і режимів виробництва і відповідні коригувальні дії, перелік виконаних ремонтних робіт та світлини.

7.2.4.8.2 Для кожної окремої безперервної довжини ланцюга повинний бути оформлений окремий Сертифікат/Свідоцтво.

7.2.4.8.3 Усі супровідні документи і звіти повинні мати посилання на номер Сертифіката/Свідоцтва.

7.2.4.8.4 Виробник повинний забезпечити збереження та доступність усієї документації про виготовлення ланцюга протягом не менше 10 років.

7.2.5 Випробування і огляд комплектуючих ланцюги виробів.**7.2.5.1 Загальні вимоги.**

7.2.5.1.1 Ці вимоги поширюються, але не обмежують вимоги до таких комплектуючих як монтажні (з'єднувальні) скоби, кінцеві скоби, вертлюжні скоби і пристрої для підводного з'єднання ланцюгів.

7.2.5.1.2 Усі комплектуючі ланцюга після остаточної термічної обробки у присутності інспектора Регістру підлягають випробуванням пробним навантаженням, вибіркоким випробуванням розривним навантаженням та вибіркоким випробуванням по визначенню механічних властивостей.

У разі наявності у виробника відповідного обладнання і методики фіксації і запису випробувань пробним навантаженням, які задовольняють положення Регістру, представнику Регістра не обов'язково бути присутнім на цих випробуваннях.

Представник Регістра повинний особисто упевнитися у тому, що випробувальні машини своєчасно відкалібровані та перебувають у задовільному стані.

Перед випробуваннями представник Регістра повинний особисто упевнитися у тому, що комплектуючі не мають слідів грату, фарби або іншого покриття. Поверхні виробів без механічної обробки повинні піддаватися абразивноструминевій обробці.

7.2.5.1.3 Для виробництва комплектуючих Регістру повинна бути надана специфікація процесу виробництва (MPS), в якій детально викладені всі важливі моменти виробництва, які включають виливки, кування, термічну обробку (включаючи компоновку і розташування компонентів в печах для термічної обробки), гартування, механічні випробування, пробних і розривних навантажень і неруйнівний контроль.

7.2.5.2 Випробування пробним і розривним навантаженням.

7.2.5.2.1 Усі комплектуючі ланцюга повинні піддаватися випробуванням пробним навантаженням відповідного ланцюга з розпірками, для якого вони призначені.

7.2.5.2.2 Усі комплектуючі ланцюга повинні піддаватися випробуванням розривним навантаженням, відповідним категорії та розміру ланцюга, для якого вони призначені.

Принаймні одне комплектуюче повинне випробуватися розривним навантаженням із кожної партії або із кожних 25 виробів (в залежності від того, що менше).

При індивідуальному виробництві або при виробництві виробів малими партіями (менше 5 виробів) проводяться альтернативні випробування. Альтернативні випробування мають бути схвалені Регістром і наступні додаткові умови мають бути застосовані:

.1 альтернативні випробування можуть бути викладені в письмовій процедурі і представлені в специфікації процесу виробництва (СПП);

.2 метод кінцевих елементів застосовується для розривного навантаження і демонструє, що комплектуючі деталі мають запас безпеки вище і більше розривного навантаження ланцюга;

.3 випробування на деформаційне старіння (відповідно до схваленої Регістром процедури) проводиться на матеріалі, виготовленому з тими ж параметрами на момент схвалення;

.4 якщо комплектуючі мають великий розмір, який робить термічну обробку партіями нездійсненною, або мають унікальну конструкцію, тензодатчики повинні застосовуватися під час випробувань на міцність і розривне навантаження під час початкового схвалення і виготовлення. Показання тензодатчиків, отримані під час виготовлення, мають бути порівнянні з результатами, отриманими при початковому схваленні.

7.2.5.2.3 Партія комплектуючих для ланцюгів у відповідності з **7.2.2.3** і **7.2.2.4** повинна бути з металу однієї плавки і одного режиму термічної обробки.

7.2.5.2.4 Комплектуючі, які піддавалися випробуванню розривним навантаженням, повинні бути виключені із процесу випробувань і не можуть бути використані за призначенням, за виключенням випадку, обумовленого у **7.2.5.2.5**.

7.2.5.2.5 Якщо пред'являються комплектуючі збільшеного розміру, або комплектуючі, виготовлені з матеріалу з підвищеними механічними властивостями, то вони можуть бути використані за призначенням при виконанні наступних умов:

.1 комплектуючі успішно витримали випробування розривним навантаженням, відповідним до ланцюга, для якого вони призначалися;

.2 при цьому виконанні випробування повинні підтвердити, що опір руйнуванню виробу не менше ніж у 1,4 рази перевищує приписане для даного ланцюга розривне навантаження.

.3 перевірена міцність після старіння, результати випробувань відповідають вимогам до міцності категорії ланцюга;

.4 тензодатчики застосовувалися в місцях з високою напругою для контролю деформації під час випробування на розривне навантаження.

7.2.5.3 Розміри і припустимі відхилення.

7.2.5.3.1 Принаймні у одного комплектуючого (один тип, розмір і номінальна міцність) із 25 пред'явлених після випробування на пробне навантаження повинні бути проконтрольовані розміри.

Виробник повинний забезпечити результати, відповідні вимогам замовника.

7.2.5.3.2 На комплектуючі поширюються наступні припустимі відхилення від необхідних розмірів:

.1 номінальний діаметр: +5%, -0%;

.2 інші розміри: $\pm 2\%$.

Зазначені допустимі відхилення не застосовні до проблених поверхонь.

7.2.5.4 Механічні випробування.

7.2.5.4.1 Комплектуючі повинні піддаватися випробуванням по визначенню механічних властивостей у відповідності з 7.2.2.3 і 7.2.2.4.

Зразки повинні вирізатися із проб, які добираються від повнорозмірних комплектуючих, що пройшли випробування пробним навантаженням, та термічну обробку спільно з комплектуючими виробами, які вони представляють.

Щонайменше один комплектуючий від кожної партії або від кожного 25 виробу, залежно від того, що менше, має бути випробуваний. Випробування на твердість повинні проводитися на завершених комплектуючих. Кількість точок, частота і місця визначення твердості мають бути погоджені з Регістром. Данні, які записані призначені тільки для інформації і використовуються як додаткова перевірка, щоб переконатися в тому, що процес термічної обробки був стабільним під час виробництва комплектуючих.

Використання окремих проб не допускається, за винятком випадків, зазначених в 7.2.5.4.4.

7.2.5.4.2 Добір зразків від кованих скоб.

Від кованих нероз'ємних скоб і кованих скоб Кентера три зразки на ударний згин і один зразок на розтягування добираються від вершини скоби. Якщо геометрія скоб (скоби малого діаметру) не дозволяє вирізати зразки на розтягування від вершини, то вони можуть добиратися від прямої ділянки скоби.

Механічні властивості і величина роботи удару повинні задовольняти вимогам табл. 7.2.2.2.3.3 для зразків, вирізаних згідно з рис. 7.2.2.2.3.3.

7.2.5.4.3 Добір зразків від литих скоб.

Від литих нероз'ємних скоб і литих скоб Кентера зразки для визначення механічних властивостей можуть добиратися від прямих ділянок скоб. Механічні властивості і величина роботи удару повинні задовольняти вимогам табл. 7.2.2.2.3.3 для зразків, вирізаних згідно з рис. 7.2.2.2.3.3.

7.2.5.4.4 Місця добору проб комплектуючих іншої геометрії, ніж зазначено вище, вибираються за погодженням з Регістром. Листовий прокат повинен випробовуватися відповідно до стандартів його виробництва.

7.2.5.4.5 При індивідуальному виробництві або при виробництві комплектуючих малими партіями (менше 5 тонн), Регістру може бути запропонована альтернативна схема механічних випробувань. При цьому кожна пропозиція для Регістра повинна бути деталізована виробником і супроводжуватися наданням відповідної процедури.

Можуть бути застосовані наступні положення:

.1 якщо застосовуються окремі ковані або литі проби і зразки, то їх структура і властивості мають бути такими як і у основного виробу (площа перерізу для відливань і міра пластичної деформація для поковок), включаючи термічну обробку в одній печі по одному технологічному процесу. Термопары мають бути приєднані як до проби, так і до основного виробу;

.2 у випадку схвалення Регістра на застосування проб і зразків положення, вказані вище, мають бути підтверджені відповідним об'ємом випробувань.

7.2.5.4.6 Партія комплектуючих для ланцюгів у відповідності з 7.2.2.3 і 7.2.2.4 визначається як така, що складається із виробів однієї плавки і одного режиму термічної обробки.

7.2.5.4.7 Механічні випробування таких деталей, як штирі виконуються на пробах згідно з рис. 7.2.2.2.3.3, добраних із середньої довжини жертвового штиря, того ж діаметру, що і підготовлений до постачання штиря. Для овальних штирів діаметр штиря для випробувань береться відповідним до меншого розміру.

Механічні властивості можуть визначатися на подовженому штирі. Подовжена частина штиря

повинна бути того ж діаметру, що і готовий штир і складатися із металу для випробувань і резервної частини, розташованих з однієї сторони (див. рис.7.2.5.4.7).

Довжина резервної ділянки штиря, яка видаляється після остаточної термічної обробки принаймні повинна бути рівна діаметру штиря.

Штир Проба Резервна частина

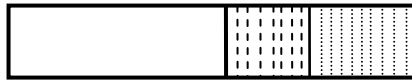


Рис. 7.2.5.4.7 Розташування проби і резервної частини

7.2.5.5 Неруйнівні методи контролю.

7.2.5.5.1 Після випробування пробним навантаженням усі комплектуючі ланцюга підлягають зовнішньому огляду. Особлива увага повинна бути звернена на оброблені частини поверхні і зони, піддані високим напруженням. Перед проведенням неруйнівного контролю комплектуючі повинні мати належним чином підготовлену поверхню відповідно до застосовуваного стандарту неруйнівного контролю. Усі необроблені поверхні повинні піддаватися піскоструминевій або дробоструминевій обробці для виконання ретельного контролю.

Якщо допустимо конструктивно, комплектуючі повинні бути відділені для огляду внутрішніх поверхонь. Усі комплектуючі повинні пройти неруйнівний контроль магнітопорошковим, капілярним і ультразвуковим методами.

Критерії, по яких приймаються випробування, згідно схваленої Регістром заводської документації, повинні виконуватися в повному об'ємі.

7.2.5.5.2 Неруйнівний контроль повинний виконуватися у відповідності з визнаними Регістром стандартами, такими як:

ДСТУ EN 10228-1, ДСТУ ISO 4986 або відповідними стандартами ISO чи EN і ASTM A275, рекомендаціями МАКТ №69 - контроль поковок магнітопорошковим методом (MT);

ASTM A609 і ДСТУ EN ISO 13588 або відповідними стандартами ISO чи EN - контроль поковок ультразвуковим методом (UT);

ASTM E709 - контроль відливов магнітопорошковим методом (MT);

ASTM A609 і ДСТУ EN ISO 13588 або відповідних стандартів ISO чи EN - контроль відливов ультразвуковим методом (UT).

Методики і критерії дефектів, які допустимі або які не допустимі, повинні представлятися в Регістр на погодження.

Виробник повинен представити в Регістр для розгляду процедури неруйнівного контролю. Персонал, який здійснює неруйнівний контроль, повинен бути кваліфікований і сертифікований у відповідності зі стандартами ДСТУ EN ISO 9712 або відповідними стандартами ISO чи EN, АССР або еквівалентними їм стандартами. Кваліфікація персоналу роботодавцем або уповноваженою особою відповідно до стандарту SNT-TC-1A може бути прийнята, якщо діяльність роботодавця перевірена і визнана прийнятною, персонал має рівень III - ASNT level III, ДСТУ EN ISO 9712 або відповідними стандартами ISO чи EN level III або АССР professional level III і сертифікований відповідним чином.

Оператори неруйнівного контролю повинні мати кваліфікацію не нижче рівня II.

7.2.5.5.3 Виробник повинний надати звіт про виконання неруйнівного контролю із задовільними результатами. Звіт повинний містити короткі дані про обладнання і кваліфікацію операторів.

7.2.5.5.4 Ремонт зварювання повністю виготовлених комплектуючих не допускається.

7.2.5.6 Незадовільні випробування.

7.2.5.6.1 У разі незадовільних результатів будь-якого із випробувань уся представлена партія бракується за винятком випадків, коли причина незадовільних випробувань визначена і представнику Регістра надані докази відсутності причини невдалих випробувань на будь-якому із знову представлених по окремоті виробів комплектуючих даної партії.

7.2.5.7 Маркування.

7.2.5.7.1 Кожний комплектуючий виріб повинний мати маркування, яке містить найменування категорії ланцюга.

7.2.5.7.2 Номер Сертифіката/Свідоцтва комплектуючого виробу може бути замінений на скорочення його позначення, якщо на це є вказівка в Сертифікаті/Свідоцтві.

7.2.5.8 Документація.

7.2.5.8.1 Результати контролю та звіт про випробування комплектуючих виробів для кожного замовлення повинні бути оформлені виробником у вигляді буклету, розробленої ним форми.

Цей буклет повинний містити результати усіх вимірів, звіт про випробування та огляди, звіт про результати виконаного неруйнівного контролю, записи режимів, які контролюються у процесі виробництва, світлини компонентів ланцюга в процесі термічної обробки, а також будь-які відхилення від установленої технології і режимів виробництва і відповідні коригувальні дії, перелік виконаних ремонтних робіт.

7.2.5.8.2 Для кожного типу комплектуючих повинний бути оформлений окремий Сертифікат/Свідоцтво виробника.

7.2.5.8.3 Усі супровідні документи і звіти повинні мати посилання на номер Сертифіката/Свідоцтва виробника.

7.2.5.8.4 Виробник повинний забезпечити збереження та доступність усієї документації про виготовлення комплектуючих виробів протягом не менше 10 років.

7.2.6 Ланцюгові уставки швартовного пристрою, призначеного для односточкових причалів.

7.2.6.1 Загальні вимоги.

7.2.6.1.1 Ці вимоги поширюються на ланцюгові уставки (ланцюгова уставка — ланцюг, який установлюється на кінці швартовного троса, який пропускається через судновий роульс і використовується для з'єднання швартовного троса із палубним ланцюговим стопором нафтоналивних суден) довжиною рівною приблизно 8 м і калібром 76 мм у швартовному пристрої при швартуванні нафтоналивних суден до однієї точкових причалів, до плавучих систем нафтовидобутку, зберігання і вивантаження, FPSO або подібних до них.

7.2.6.2 Схвалення виробництва.

7.2.6.2.1 Визнання підприємств-виробників.

Ланцюг ланцюгової уставки повинний виготовлятися визнаними Регістром, відповідно із вимогами **7.2.1.3**, підприємствами.

7.2.6.3 Матеріали.

7.2.6.3.1 Матеріали, які використовуються для виготовлення ланцюгових уставок повинні задовольняти вимогам **7.2.2.2**.

7.2.6.4 Конструкція, виготовлення, випробування та огляд.

7.2.6.4.1 Конструкція, виготовлення, випробування та огляд ланцюгів для ланцюгових уставок повинні відповідати вимогам **7.2.3**, **7.2.4** та **7.2.5**, за винятком того, що партія може відповідати одній садці печі при термічній обробці.

7.2.6.4.2 Пристрої кінцевих з'єднань повинні бути схваленого типу.

7.2.6.4.3 Ланки ланцюга повинні бути з розпірками категорій R3 або R4.

7.2.6.4.4 Ланцюг ланцюгової уставки повинний витримувати розривне навантаження:

для категорії R3 — 4884 кН;

для категорії R4 — 6001 кН.

При цьому, для схвалення Регістру можуть бути представлені документально підтверджені результати випробувань на аналогічних швартовних ланцюгах відповідних категорій, які були виконані не пізніше ніж за шість місяців до представлення уставки представнику Регістра.

7.2.6.4.5 Ланцюг ланцюгової уставки повинний бути випробуваний пробним навантаженням, відповідно вимогам **7.2.4.2**. Величина пробного навантаження:

для категорії R3 — 3242 кН;

для категорії R4 — 4731 кН.

7.2.6.4.6 Вимоги, викладені у цій главі, також застосовані до ланцюгів інших діаметрів, наприклад, 84 і 96 мм, за умови дотримання вимог до результатів випробувань на розтягування, вказаних для категорій і діаметрам ланцюгів відповідно до табл. 7.2.3.2.7.1.

8. ВИМОГИ ЩОДО ВИГОТОВЛЕННЯ ЯКОРІВ

8.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

8.1.1 Ці вимоги поширюються на якорі та матеріали, які використовуються для їх виготовлення, що підлягають технічному нагляду.

Вимоги розділу також поширюються на виготовлення і випробування, а також огляд:

сталевих литих або кутих якорів та їх деталей;

зварених якорів, виготовлених із використанням прокату.

8.1.2 Якорі підрозділяються на наступні типи:

.1 звичайного типу:

без штовкові якорі;

штовкові якорі;

.2 якорі підвищеної тримаючої сили (ННР);

.3 якорі високої тримаючої сили (SHNP).

Будь-які зміни конструкції якоря, виконані в процесі виготовлення, повинні бути попередньо узгоджені з Регістром.

8.1.3 Типи якорів:

8.1.3.1 Звичайні безштовкові якорі.

.1 Звичайні типи якорів «без штовкові» повинні бути прийняті в цілому і повинні мати належну конструкцію яка задовольняє Правилам Регістра.

.2 Маса коробки безштовкових якорів, включаючи штифти і фітинги, повинна бути не менше 60% від загальної маси якоря.

.3 Для якорів рівної маси потрібна маса кожного станового безштовкового якоря яка приведена в табл. **3.1.3-1** частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення». Маса окремих якорів може варіюватися до 7% від вказаної маси за умови, що загальна маса якорів не менша, ніж необхідна маса якорів однакової маси.

8.1.3.2 Якорі підвищеної тримаючої сили (ННР).

.1 Якір підвищеної тримаючої сили є якорем з утримуючою силою, щонайменше, в два рази більшої, ніж у звичайного безштовкового якоря тієї ж маси. Якір ННР повинен підходити для використання судном і не вимагати попереднього регулювання або спеціального розміщення на морському дні.

.2 Якщо спеціальний тип якорів позначений «якорем підвищеної тримаючої сили» з доведеною підвищеною утримуючою здатністю і застосовується як становий якір, маса кожного якоря може складати 75% від маси, потрібної для звичайних безштовкових якорів таб. **3.1.3-1** Частині III «Пристрої, обладнання і забезпечення».

8.1.3.3 Якорі високої тримаючої сили (SHNP).

.1 Якорі високої тримаючої сили - це якір з утримуючою здатністю, щонайменше, в чотири рази більше, ніж у звичайного безштовкового якоря тієї ж маси. Якір SHNP підходить для використання суднами обмеженого району плавання і не вимагає попереднього регулювання або спеціального розміщення на морському дні.

.2 Використання якорів SHNP обмежене суднами обмеженого району плавання, відповідно до **3.3.4** Частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення». Маса якоря SHNP, в загальному випадку, не перевищує 1500кГ.

.3 Вимоги до конструкції якорів SHNP застосовуються для EN>205. Для EN<205 критерії конструкції якорів SHNP відносяться до маси якоря, яка приведена в рекомендації МАКТ No.10 для звичайних безштовкових якорів, зменшеною, відповідно до **3.1.3** Частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення».

.4 Коли якорі SHNP з доведеною силою утримання застосовуються в якості станових якорів, маса кожного такого якоря може бути зменшена до 50% від маси, необхідної для звичайних безштовкових якорів по табл. **3.1.3-1** Частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення».

.5 Для визнання якоря SHNP повинні бути виконані задовільні повномасштабні випробування у відповідності з вимогами **8** додатка **3** до розд. **3** частини 4 «Технічний нагляд за виготовленням виробів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів і виробів, що підтверджують, що якір має утримуючу здатність, щонайменше, в чотири рази більшу ніж у звичайного безштовкового якоря тієї ж маси або, щонайменше, в два рази більшу ніж у визнаного якоря ННР тієї ж маси.

8.1.4 Якорі і деталі якорів повинні виготовлятися підприємствами, визнаними Регістром, відповідно із вимогами **1.3**.

8.2 МАТЕРІАЛ

8.2.1 Матеріал якоря.

Усі якорі повинні бути виготовлені із матеріалу, який задовольняє наведеним нижче вимогам.

8.2.1.1 Виливки лап, веретена, вертлюжної скоби, якірної скоби повинні бути виготовлені і випробувані відповідно із вимогами **3.8**, для виливків зварних конструкцій.

Сталь повинна бути оброблена алюмінієм, що подрібнює зерно.

Якщо, відповідно **8.4.2.1**, вибрана програма В, то потрібне виконання випробувань на ударний згин (*KV*).

Застосування матеріалу для виливків вертлюжної скоби вимагає спеціального погодження.

8.2.1.2 Поковки штифтів, веретена, вертлюжної скоби, скоби якоря повинні бути виготовлені і випробувані відповідно із вимогами **3.7**.

Поковки веретена, вертлюга, скоби якоря повинні задовольняти вимогам, пропонованим для вуглецевої і вуглецево-марганцевої сталі, призначеної для зварних конструкцій.

Матеріал для виливків вертлюжної скоби може задовольняти вимогам стандартів, застосування яких погоджене із Регістром.

8.2.1.3 Катані заготовки, листовий прокат і круглий прокат, призначені для виготовлення якорів, повинні бути виготовлені і випробувані відповідно із вимогами **3.2**.

8.2.1.4 Прутки, призначені для штифтів, вертлюгів і якірних скоб, повинні бути виготовлені і випробувані відповідно із вимогами **3.2** або **3.7**.

8.2.2 Матеріал якорів високої тримаючої сили (SHHP), на доповнення до вимог **8.2.1**, повинний задовольняти наступним вимогам:

сталеві зварені якоря — **3.2** цієї частини;

розд. 4 частини XIV «Зварювання»;

сталеві литі якоря — **3.8** цієї частини;

якірна скоба — **3.7**, **3.8** цієї частини.

Категорія сталі для зварених якорів високої тримаючої сили, повинна вибиратися у відповідності із вимогами **1.2.1** частини II «Корпус» для другої групи в'язей. Рівень вимог при випробуваннях на ударний згин зварного з'єднання повинна задовольняти відповідним вимогам для основного металу (див. розд. 4 частини XIV «Зварювання»). Величина необхідної роботи удару (*KV*) для матеріалу якірної скоби повинна задовольняти вимогам **7.1** (див. табл. 7.1.4.3.3) для сталі 3 категорії.

Величина необхідної роботи удару (*KV*) для матеріалу виливків якорів повинна бути не нижче 27Дж при 0°C.

8.3 ВИГОТОВЛЕННЯ ЯКОРІВ

8.3.1 Допуски.

Якщо інше не зазначене у стандартах або не наведене у відповідних кресленнях і специфікаціях, повинні бути застосовані наступні допуски:

Зазори із будь-якого боку веретена у зоні охоплення кінцевої скоби:

3мм — для малих якорів, масою до 3т;

4мм — для якорів масою рівною 3т і більше, до 5т;

6мм — для якорів масою рівною 5т і більше, до 7т;

12мм — для якорів масою рівною 7т і більше.

Палець скоби якоря повинний мати щільну посадку (візуально) і бути оброблений на конус для забезпечення належної щільності посадки.

Допуск на діаметр отвору для пальця скоби якоря повинний бути не більше 0,5мм для пальців до 57мм, і — 1,0мм для пальців більших діаметрів.

Штифт веретена якоря повинний мати щільну посадку усередині коробки і мати довжину достатню для запобігання горизонтального переміщення.

Люфт не повинний перевищувати 1% від довжини коробки якоря.

Поперечні переміщення веретена якоря не повинні перевищувати 3° (див. рис. 8.3.1).

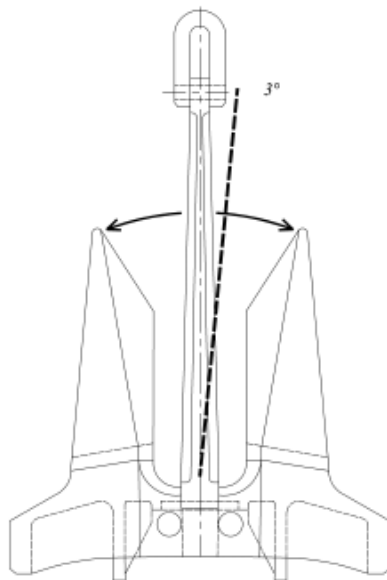


Рис.8.3.1

8.3.2 Зварювання якорів.

Зварні конструкції якорів повинні виготовлятися у відповідності із схваленими Регістром процедурами.

Зварювання повинне виконуватися кваліфікованими зварювальниками, які мають Свідоцтво про допуск зварювальника (див. розд. 5 частини XIV «Зварювання»).

Зварювальні матеріали повинні бути схвалені Регістром.

Неруйнівний контроль повинний виконуватися у відповідності із вимогами розд. 3 частини XIV «Зварювання».

8.3.3 Термічна обробка.

Литі і куті деталі якорів повинні бути належним чином термооброблені: відпалені, нормалізовані, або нормалізовані і відпущені відповідно із вимогами 3.7 і 3.8.

При виготовленні якорів може знадобитися виконання термообробки для зняття напружень після зварювання.

Термічна обробка для зняття напружень повинна виконуватися у відповідності із схваленою Регістром документацією. Температура, при якій виконується термообробка, не повинна перевищувати температуру відповідної термічної обробки для основного металу.

8.3.4 Неруйнівний контроль.

Усі ділянки поверхні якоря повинні бути зачищені у відповідності із вимогами, прийнятними для методів виготовлення деталей якоря.

На поверхні деталей якоря повинні бути відсутні тріщини, надрізи і інші дефекти, що перешкоджають використанню його за призначенням.

8.3.5 Ремонт.

Будь-який необхідний ремонт кутих і литих якорів виконується відповідно із вимогами розд. 7 і 8.

Ремонт якорів після їх виготовлення за погодженням із Регістром повинний виконуватися кваліфікованими зварниками, визнаними Регістром.

Зварювання при ремонті повинне виконуватися за тими параметрами та із використанням тих же технологічних процесів, які були схвалені при виготовленні якоря.

8.3.6 Монтаж якорів.

Монтаж і припасування деталей повинні виконуватися у відповідності із схваленою Регістром документацією.

Установлення, закріплення за допомогою зварювання штифта якоря, пальця якірної скоби тощо повинні виконуватися у відповідності із схваленою Регістром документацією.

8.4 ВИПРОБУВАННЯ І ОФОРМЛЕННЯ ДОКУМЕНТІВ**8.4.1 Випробування пробним навантаженням.**

Випробування повинні виконуватися на схваленому обладнанні.

Випробування якорів звичайного типу, підвищеної тримаючої сили (ННР) і високої тримаючої сили (ШНР) повинні виконуватися згідно з вимогами розд. 3 частини 4 «Технічний нагляд за виготовленням виробів для суден» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів і виробів.

8.4.2 Випробування компонентів.**8.4.2.1 Програма випробувань.**

Випробування виконуються за однією із наведених нижче програм для матеріалу кожного із компонентів.

Таблиця 8.4.2.1-1 Застосовність програм для різноманітних компонентів

Випробування	Компоненти		
	Литі деталі	Куті деталі	Зварені деталі
Програма А	+	–	–
Програма В	+ ¹	+	+

¹ Середня величина роботи удару при випробуваннях на ударний згин (KV) при 0°C повинна задовольняти вимозі 27Дж.

Таблиця 8.4.2.1-2 Вид випробування залежно від програми випробувань

Програма А	Програма В
Випробування киданням	–
Обстукування молотком	–
Огляд	Огляд
Звичайний неруйнівний контроль	Звичайний неруйнівний контроль
–	Великий неруйнівний контроль

8.4.2.2 Випробування якоря киданням.

Кожна лапа і веретено якоря повинні без руйнування витримати скидання із 4м на сталеву плиту. Плита повинна бути із сталі, придатної для подібних випробувань компонентів якоря, і відповідної товщини.

8.4.2.3 Випробування обстукуванням.

Після випробування киданням кожна лапа і веретено якоря повинні бути підвішені над землею за допомогою неметалевих строп та піддаватися обстукуванню молотком масою не менше 3кг.

Контролюється звучання матеріалу.

8.4.2.4 Зовнішній огляд і вимірювання.

Після випробування пробним навантаженням виконується візуальний огляд і вимірювання усіх доступних поверхонь.

8.4.2.5 Неруйнівний контроль.

Після випробування пробним навантаженням повинний бути виконаний неруйнівний контроль відповідно із вимогами табл. 8.4.2.5-1 і 8.4.2.5-2.

В 2.5 частини 3 «Технічний нагляд за виготовленням матеріалів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів і виробів наведені обсяги та критерії неруйнівного контролю поковок і виливків, які в рівній мірі застосовні для компонентів якорів.

Таблиця 8.4.2.5-1 Неруйнівний поверхневий контроль для якорів підвищеної тримаючої сили (ННР)

Місця проведення контролю	Метод контролю
Зовнішні поверхні виливків	РТ або МТ
Внутрішні поверхні виливків	РТ або МТ
Місця ремонту зварюванням	РТ або МТ
Куті деталі	–
Зварені деталі	РТ або МТ
РТ – капілярний метод контролю МТ – магнітопорошкова дефектоскопія	

Таблиця 8.4.2.5-2 Неруйнівний контроль для якорів високої тримаючої сили (SHNP)

Місця проведення контролю	Метод контролю
Зовнішні поверхні виливків	РТ або МТ і УТ
Внутрішні поверхні виливків	РТ або МТ і УТ
Усі поверхні виливків	РТ або МТ
Місця ремонту зварюванням	РТ або МТ
Куті деталі	–
Зварені деталі	РТ або МТ
РТ – контроль капілярним методом МТ – контроль магнітопорошковим методом УТ – контроль ультразвуковим методом	

8.4.2.6 Великий неруйнівний контроль.

Після випробування пробним навантаженням і звичайного неруйнівного контролю повинний бути виконаний великий неруйнівний контроль відповідно із вимогами табл. 8.4.2.6.

Таблиця 8.4.2.6 Великий неруйнівний контроль для якорів підвищеної тримаючої сили (ННР) і високої тримаючої сили (SHNP)

Місця проведення контролю	Метод контролю
Зовнішні поверхні виливків	РТ або МТ і УТ
Внутрішні поверхні виливків	РТ або МТ і УТ
Усі поверхні виливків	РТ або МТ
Випадково вибрана ділянка	УТ
Місця ремонту зварюванням	РТ або МТ
Куті деталі	–
Зварені деталі	РТ або МТ
РТ – контроль капілярним методом МТ – контроль магнітопорошковим методом УТ – контроль ультразвуковим методом	

В 2.5 частини 3 «Технічний нагляд за виготовленням матеріалів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів і виробів наведені обсяги та критерії неруйнівного контролю поковок і виливків, які в рівній мірі застосовні для компонентів якорів.

8.4.2.7 Критерії ремонту.

Якщо дефекти виявлені неруйнівними методами контролю, ремонт виконується відповідно із вимогами 8.3.5. Тріщини та інші дефекти, що є результатом випробування киданням і обстукуванням, не ремонтуються, а відповідна деталь бракується.

8.4.3 Контроль маси і розмірів.

Якщо не погоджене інше, відповідальність за контроль маси і розмірів лежить на виробникові.

Представник Регістра тільки простежує цей контроль.

Маса якоря не включає масу скоби (вертлюга), якщо вона не є невід'ємною частиною.

8.4.4 Повторні випробування.

Повторні механічні випробування виконуються відповідно із вимогами 1.3.2.4.

8.4.5 Маркування.

Якорі, які задовольняють вимогам цього підрозділу, повинні мати клеймо на лапах і веретені.

Маркування на веретені повинне бути приблизно на рівні носка лапи. На лапі маркування повинне знаходитися приблизно на відстані $\frac{2}{3}$ від верхньої точки носка якоря, на центральній лінії, проведений від носка правої лапи до п'ятки.

Маркування повинне містити наступні відомості:

масу якоря;

ідентифікаційний номер (наприклад, № протоколу випробувань або № сертифікату);

клеймо Регістра;

марку виробника.

На веретені і лапи, виготовлені литтям, наносяться унікальні ідентифікаційні номери (позначення) виливків.

8.4.6 Документація, що видається на якорі.

На якорі, що відповідають цим вимогам, Регістр оформляє Сертифікат, який повинний містити наступні відомості:

найменування виробника;
тип якоря;
маса якоря;
ідентифікаційні номери веретена і лап;
категорія (марка) матеріалу;
пробне навантаження;
термічна обробка;
наявність клейма Регістра.

8.4.7 Фарбування.

До завершення усіх випробувань, оглядів та усіх видів контролю фарбування якоря не провадиться.

9. ТИТАНОВІ СПЛАВИ

9.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

9.1.1 Ці вимоги поширюються на напівфабрикати і вироби із титанових сплавів, які підлягають нагляду Регістру при їх виготовленні у відповідності до вимог інших розділів і частин Правил. Ці вимоги поширюються на напівфабрикати із титанових сплавів, які деформуються (листи, плити, поковки, пресовані профілі) призначені для глибоководних апаратів і цивільного суднобудування. Вимоги розділу поширюються також на поковки із титанових сплавів, призначених для виготовлення корпусних конструкцій атомних енергетичних установок (АЕУ) та труби.

9.1.2 Визначення сплаву наводиться у відповідності із національними стандартами. Регістр може допустити до застосування титанових сплавів і напівфабрикатів, які виготовляються за іншими національними або міжнародними стандартами у відповідності з вимогами **1.1.3**.

Застосування напівфабрикатів із титанових сплавів, які не відповідають вимогам цього розділу по хімічному складу, механічним властивостям або стану постачання може бути допущено після надання даних що включають детальне вивчення властивостей сплавів, їх корозійності, як загальної, так і в контакті з іншими матеріалами, особливостей технології зварювання, а також вивчення поведінки цих сплавів в умовах, для роботи в яких вони призначені.

Усі напівфабрикати із титанових сплавів повинні виготовлятися під технічним наглядом Регістру визнаними відповідно до **1.3.1.2** підприємствами. Документація на поставку напівфабрикатів із титанових сплавів повинна бути визнана Регістром. Всі матеріали повинні виготовлятися підприємствами, визнаними Регістром (що мають Свідоцтво про визнання виробника згідно з **1.3**) і поставлятися з сертифікатами і клеймами Регістру.

9.1.3 Представнику Регістру, виконуючому технічний нагляд на підприємстві, яке не має плавильного виробництва, повинні надаватися сертифікати виробника злитків, слябів або заготовок разом із зазначенням виробника, марки сплавів і хімічного складу. Слід надати відомості про систему, яка дозволяє ідентифікувати злитки, сляби або заготовки. Підприємство, яке виконує плавлення титанових сплавів, повинне мати визнання Регістру.

9.2 ТИТАНОВІ СПЛАВИ, ЯКІ ДЕФОРМУЮТЬСЯ

9.2.1 Загальні вимоги.

Ці вимоги поширюються на напівфабрикати із титанових сплавів, які деформуються і виготовлені із наступних титанових сплавів:

прокат (лист, плита) - сплави: VT1-00, VT1-0, ПТ-3В;
пресований профіль (штабульбовий) - сплав: ПТ-3В;
заготовки штамповані - сплави: ПТ-3В;
поковки – сплави: ПТ- 3В, 5В, 37;
прути - сплави: VT1- 00, VT1-0, VT6, VT6С, ПТ-3В.

9.2.2 Хімічний склад.

Хімічний склад титанових сплавів, що деформуються, повинний відповідати вимогам табл. 9.2.2.

За необхідності, за вимогою Регістру, проби для визначення хімічного складу додатково повинні добиратися безпосередньо від напівфабрикату (листа, панелі, поковок тощо).

Таблиця 9.2.2 Хімічний склад титанових сплавів, що деформуються

Ка- тего- рія	Основні елементи, %						Домішки, %, не більше						
	Al	V	Zr	Mo	Nb	C	Zr	Fe	Si	C	O ₂	H ₂	N ₂
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
VT 1-00	-	-	-	-	-	-	-	0,15	0,08	0,05	0,10	0,008	0,04
VT 1-0	-	-	-	-	-	-	-	0,30	0,13	0,07	0,25	0,010	0,04
ПТ-3В	3,5-5,0	1,2-2,5	-	-	-	-	0,3	0,25	0,25	0,10	0,15	0,008	0,04

Закінчення табл. 9.2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
BT 6	5,3- 6,8	3,5- 5,3	-	-	-	-	0,3	0,60	0,10	0,10	0,20	0,015	0,05
BT 6C	5,3- 6,5	3,5- 4,5	-	-	-	-	0,3	0,25	0,15	0,10	0,15	0,015	0,05
5B	4,7- 6,3	1,0- 1,9	-	0,7- 2,0	-	0,06 - 0,14	0,1	0,25	0,12	-	0,13	0,008	0,04
37	4,3- 6,3	-	0,2- 1,0	1,5- 2,5	До 1,0	0,06 - 0,14	-	0,25	0,12	-	0,14	0,008	0,04

Примітки: 1. В сплавах BT1-00 і BT1-0 допускається вміст алюмінію до 0,3 і 0,7%, відповідно.
 2. Для поковок, які використовуються для АЕУ, застосовуються наступні обмеження:
 вміст N2 < 0,03% для сплавів ПТ-3В і 5В;
 вміст Мо: 1,0-2,0% для сплаву 5В.

9.2.3 Механічні властивості.

Механічні властивості титанових сплавів, що деформуються, повинні відповідати вимогам табл.

9.2.3-1 ÷ 9.2.3-4.

Таблиця 9.2.3-1 Механічні властивості листового прокату і плит

Сплав	Границя плинності, min, $R_{p0,2}$, МПа	Тимчасовий опір, min, R_m , МПа	Товщина t , мм	Відносне подовження, A_{5d} , %, min
BT1-00	-	295	0,3 - 1,8	30
			1,8 - 6,0	25
			6,0 - 10,5	20
BT1-0	-	295	11 - 60	14
			60 - 150	10
BT1-0	-	375	0,3 - 1,8	25
			1,8 - 6,0	30
			1,8 - 6,0	25
			6,0 - 10,5	20
BT1-0	-	370	11 - 60	13
		295	60 - 150	10
ПТ-3В	588	638	0,3 - 145	10

Таблиця 9.2.3-2 Механічні властивості пресованого профілю

Сплав	Границя плинності, $R_{p0,2}$, min, МПа	Тимчасовий опір, min, R_m , МПа	Номер профілю	Відносне подовження A_{5d} , %, min	Ударна в'язкість KCU , кДж/м ²
ПТ-3В	588	638	6, 8, 10, 12	10	690

Таблиця 9.2.3-3 Механічні властивості поковок і штампованих заготовок

Сплав	Напрямок вирізання зразків	Границя плинності , min, $R_{p0,2}$, МПа	Тимчасовий опір, min, R_m , МПа	Діаметр або товщина (стілки), мм	Відносне подовження, min, A_{5d} , %	Відносне звуження, Z , %	Ударна в'язкість KCU , кДж/м ²
1	2	3	4	5	6	7	8
ПТ-3В	Уздовж	589	638	До 100 вкл.	6-10	25	687
				Від 100 до 200 вкл.	9	25	25
				Від 200 до 450 вкл.	8	22	589
				Від 450 до 650 вкл.	7	-	-

Закінчення табл. 9.2.3-3

1	2	3	4	5	6	7	8
	Тангенціальне (поперечне)	540	589	До 100 вкл.	7	20	589
				Від 100 до 200 вкл.	7	15	
				Від 200 до 450 вкл.	6	15	
				Від 450 до 650 вкл.	5	13	
5В	Уздовж	755	805	До 100 вкл.	9	22	491
				Від 100 до 650 вкл.	8	18	
	Тангенціальне			Від 120 до 200 вкл.	7	15	
				Від 200 до 650 вкл.	5	11	
37	Уздовж	764	815	До 200 вкл.	10	22	491
				Від 200 до 650 вкл.	7	17	
	Тангенціальне	736	786	Від 120 до 200 вкл.	9	18	
				Від 200 до 650 вкл.	8	12	

Таблиця 9.2.3-4 Механічні властивості прутків

Категорія	Границя плинності, min, $R_{p0.2}$, МПа	Тимчасовий опір, min, R_m , МПа	Відносне подовження, min, A_{5d} , %		Ударна в'язкість KCU , кДж/м ²
BT6	-	835 - 1049	140 - 250	6	-
BT6C	-	755 - 981	140 - 250	6	-
BT1-00	-	295	10 - 12	20	-
		295	12 - 100		100
		265	100 - 150		600
BT1-0	-	345	10 - 12	-	-
			12 - 100	15	700
			100 - 150	-	500
ПТ-3В	590	635-885	10 - 22	11	700
		635-855	25 - 150	-	-

Примітки: 1. Заготовки для виготовлення зразків перед механічною обробкою повинні бути загартовані.
2. Прутки сплавів: BT6, BT6C – ковані, BT1-00, BT1-0 – катані, ПТ-3В – гарячекатані.
3. Прутки із сплаву ПТ-3В діаметром більше ніж 25мм повинні постачатися в загартованому стані.
4. Ударна в'язкість для прутків діаметром 10 ÷ 12мм не визначається.

9.2.4 Стан постачання.

Стан постачання титанових сплавів повинен бути вказаний у узгодженій з Регістром документації.

Термічна обробка (гартування) напівфабрикатів із титану і титанові сплави проводиться для поліпшення структури або для зняття напруженості. Напівфабрикати можуть постачатися без термічної обробки або в загартованому стані.

Параметри теплової та термомеханічної обробки, які забезпечують властивості сплавів встановлюються виробником напівфабрикатів. Стан постачання повинний бути указаний у сертифікаті якості на напівфабрикат.

Листи і плити повинні постачатися в загартованому, травленому стані без газонасиченого шару.

Газонасичений шар видаляється шляхом витравлення або суцільною абразивною зачисткою поверхні з наступним травленням. Відсутність газонасиченого шару контролюється пробою на кут згину.

9.2.5 Добір проб.

Добір проб для визначення механічних властивостей напівфабрикатів повинен добиратися у відповідності з узгодженої з Регістром документації.

Вирізання заготовок для зразків, а також виготовлення самих зразків для проведення випробувань повинні проводитися способами, що дозволяють уникнути можливої зміни властивостей сплавів унаслідок наклепу.

Розміри проб повинні бути достатніми для проведення як одноразових, так і можливих повторних випробувань зразків, вирізаних в поздовжньому, поперечному або тангенціальному напрямку. Кожен зразок повинний маркуватися таким чином, щоб після його виготовлення і зачищення його можна було ідентифікувати із конкретним напівфабрикатом і визначити місце вирізання і орієнтацію. Виготовлення зразків виконувати у відповідності із вимогами **9.2.6.**

9.2.5.1 Якщо не вказане інше, проби для визначення механічних властивостей повинні добиратися так, щоб було забезпечене виготовлення зразків, поздовжня вісь яких спрямована у такий спосіб:

.1 прокат:

зразки для випробувань на розтягування повинні вирізатися:

поперек напрямку прокатки - листи і плити із титанових сплавів марок BT1-00, BT1-0 усіх товщин і сплаву ПТ-3В товщиною від 0,3 до 8,0мм;

уздовж напрямку прокатки – листи і плити із сплаву ПТ-3В товщиною від 8,0мм до 145мм.

Зразки для випробувань на ударний згин для визначення ударної в'язкості повинні вирізатися уздовж напрямку прокатки.

При виготовленні зразків поверхневий металевий шар слід видаляти;

.2 поковки, штамповки із сплаву ПТ-3В:

проби добираються в поздовжньому напрямку, що співпадає з поздовжньою віссю поковки, тангенціальному напрямку, перпендикулярно поздовжньої осі і радіусу поковки і поперечному напрямку, перпендикулярно поздовжньої осі для поковок квадратного і прямокутного перерізу.

Для випробувань на розтягування вирізання зразків проводиться із найбільшого перерізу поковки; від суцільних поковок - на відстані 1/3 радіусу від чорнової поверхні;

від порожнистих поковок з товщиною стінки до 100мм - на відстані 1/2 товщини стінки поковки; від порожнистих поковок з товщиною стінок більш ніж 100мм - на відстані 1/3 товщини стінки поковки від зовнішньої поверхні;

від поковок типу дисків - на відстані до 120мм від зовнішньої бічної поверхні поковки.

Для випробування на ударний згин вирізання зразків повинна бути виконана на відстані від чорнової поверхні не більше одностороннього припуску на механічну обробку.

Для випробування на ударний згин і для визначення масової частки водню проби повинні добиратися на відстані від чорнової поверхні не більше одностороннього припуску на механічну обробку;

.3 пресований профіль:

для випробувань на розтягування зразки повинні вирізатися із стінки профілю, заготовки для виготовлення зразків на ударну в'язкість і згин технологічної проби на заданий кут повинні вирізатися із полки профілю;

.4 прутки:

зразки повинні вирізатися тільки вздовж напрямку прокатки;

для прутків діаметром менше або рівному 35мм — із центру перерізу;

для прутків діаметром більш ніж 35мм — на відстані 1/2 радіусу від поверхні.

Контролю механічних властивостей підлягають 5% прутків від запропонованої партії. Контроль повинен виконуватися на двох розривних і на двох ударних зразках.

9.2.6.Обсяг випробувань.

9.2.6.1. Випробування повинні проводитися у відповідності з вимогами національних і/або міжнародних стандартів та розділу 2.

Якщо не вказане інше, випробування на розтягування проводяться на зразках з розрахунковою частиною $L_0 = 5,65\sqrt{S_0}$ та циліндричних зразках з розрахунковою частиною $L_0 = 5d_0$, маючи дизайн частина $L_0 = 5d_0$, а випробування на ударний згин для визначення ударної в'язкості КСУ здійснюється на зразках із U- подібним надрізом у відповідності з **2.2.3.1.**

9.2.6.2 Напівфабрикати із титанових сплавів, які деформуються, до випробувань партіями.

Партія повинна складатися із напівфабрикатів сплаву однієї марки (однієї плавки), однієї форми і

розмірів (для листів і плит – однієї товщини), однакового стану постачання і виготовлених за єдиним технологічним процесом.

Величина партії і обсяг випробувань металу повинен відповідати документації на постачання, погодженої із Регістром. Розмір партії не повинен перевищувати 8000кг.

9.2.6.3. В цілому, якщо не вказано інше, залежно від типу напівфабрикату випробування повинні бути виконані в наступному обсязі:

.1 прокат:

механічні властивості сплавів ВТ1-00, ВТ1-0 і ПТ-3В повинні встановлюватися на кожному листі, плиті;

.2 поковки, штамповки:

сплави марок ПТ-3В, 5В, 37.

Механічні властивості на поковках з розмірами перерізу 100мм або менш та/або масою 30кг або менше визначають на 15% від партії, а для поковок і штампованих заготовок з розміром перерізу більше, ніж 100мм та/або вагою понад 30кг — на кожній поковці (штамповці).

Для поковок із сплавів марок ПТ-3В, 5В і 37 випробуванням на розтягування, ударний згин і контроль за масовою часткою водню підлягає кожна поковка. Як правило, із однієї відібраної проби вирізаються два зразки для випробувань на розтягування при температурі 20°C і 350°C. Ударна в'язкість контролюється випробуваннями на ударний згин двох зразків при температурі 20°C.

Від поковок довжиною 3000мм або більш вказані вище випробування (визначення механічних властивостей і контроль за масовою часткою водню) виконуються на металевих пробах відібраних з обох кінців поковки.

Контроль за масовою часткою водню виконується відповідно до нормативної документації виробника;

.3 пресований профіль:

механічні властивості готових профілів визначаються не менше ніж на 10% від об'єму партії, але не менше ніж на двох профілях. Контроль за геометричними розмірами, якості поверхні, кута скручування, кутових розмірів та поздовжньої кривизни повинні бути виконані для кожного профілю в партії. Контроль макроструктури повинен виконуватися на поперечному макротемплеті, вирізаному із утяжинного кінця кожного профілю;

.4 прутки:

сплави марок ВТ1-00, ВТ1-0, ВТ6, ВТ6С.

визначення механічних властивостей готових прутків, контроль їх макро- і мікроструктури здійснюється не менше ніж на 5% від обсягу партії.

При незадовільних результатах випробувань повторні випробування проводяться у відповідності із вимогами **1.3.2.3** і/або з погодженою з Регістром документацією.

Контроль макро- і мікроструктури прутків здійснюється на 5% прутків від обсягу партії, але не менше ніж на одному із прутків.

9.2.7 Огляд.

Напівфабрикати із титанових сплавів, що деформуються, підготовлені до постачання, не повинні мати внутрішніх і зовнішніх дефектів, які негативно впливають на їх застосування за призначенням.

Візуальному контролю повинні піддаватися усі напівфабрикати, а також перевірки розмірів і стану поверхні.

Методи неруйнівного контролю застосовуються на вимоги користувача у відповідності до погодженої з Регістром документації. Проте передбачається, що підприємства-виробники використовують необхідні при виробництві титанових сплавів, що деформуються, методи неруйнівного контролю із метою підтримання якості продукції на рівні відповідних стандартів.

Допускається виправлення виявлених поверхневих дефектів шліфуванням або зачищенням за умови, що результати цих виправлень не виведуть розміри напівфабрикату за межі допустимих відхилень.

Відповідальність за розміри напівфабрикатів із титанових сплавів і відповідні допустимі відхилення лежить на виробнику матеріалу.

Представник Регістру може вимагати засвідчення замірів напівфабрикатів.

Для прокату із титанових сплавів товщиною менше, ніж 10,2мм мінусові відхилення по товщині повинні відповідати схваленій Регістром документації. Граничні відхилення прокату товщиною більш ніж 10,2мм повинні відповідати значенням, наведеним у табл. 9.2.7-1 і 9.2.7-2.

Таблиця 9.2.7-1 Граничні мінусові відхилення по товщині прокату із титанових сплавів в залежності від його товщини

Категорія	Граничні мінусові відхилення по товщині плит, мм, в залежності від ширини прокату, мм		
	Номінальна товщина, мм	600,700,800, 900,1000	1200,1300,1400, 1500,1600
BT1-00 BT1-0 ПТ-3В	11, 12, 13, 14, 15, 16	1,0	1,2
	18, 20, 22, 25, 28, 30, 32, 35	1,5	1,5
	38, 40, 45, 50, 55, 60	2,0	2,0
	70, 80, 90, 100	2,5	2,5
	110, 120, 130, 140, 150	3,0	3,0
ПТ-3В	Від 12 до 16	1,2	1,2
	Від 16 до 20	1,5	1,5
	Від 20 до 35	1,5	1,5
	Від 35 до 50	2,0	2,0

Таблиця 9.2.7-2 Граничні мінусові відхилення по діаметру прутків із титанових сплавів

Категорія	Номінальний діаметр, мм	Граничне відхилення по діаметру, мм
BT1-00 BT1-0	10, 12	0,6
	14, 16, 18	0,8
	20, 22, 25, 28, 30, 32, 35, 38, 40, 42, 45, 48	1,0
	50, 52, 55, 60	1,4
	65, 70, 75, 80, 85, 90, 100	1,5
	110, 120, 130, 140, 150	3,0
ПТ-3В	10, 12	0,6
	14, 16, 18	0,8
	20	1,0
	35, 40, 45, 50, 55, 60	2,0
	65, 70, 75, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150	3,0

9.2.8 Маркування.

Основні вимоги до маркування викладені в **1.4** і умовах постачання.

Кожний напівфабрикат повинний мати чітко нанесені обумовленим способом і в обумовленому місці маркування виробника і клеймо Регістру.

Маркування, як мінімум, повинне містити:

найменування і/або позначення підприємства-виробника;

марку сплаву і стан постачання відповідно до вимог цього підрозділу;

номер партії, напівфабрикату або ідентифікаційний номер відповідно до прийнятої на підприємстві системи, яка дозволяє простежити увесь процес виготовлення;

клеймо служби якості.

Допускається здійснювати маркування на бирках, якщо напівфабрикати поставляються у зв'язках.

9.2.9 Документи.

На кожну партію або напівфабрикат, якщо постачання здійснюється поштучно, які пройшли випробування у відповідності із **9.2.6**, повинен видаватися Сертифікат Регістру або, за узгодженням з Регістром, Сертифікат якості виробника, завірений представником Регістру. Форма і зміст Сертифікату якості виробника повинні бути узгоджені з Регістром і покупцем.

Сертифікат Регістру повинний містити:

номер замовлення;

будівельний номер проекту, якщо він відомий;

найменування, номер, розміри і масу напівфабрикату;

марку (категорію) сплаву і стан постачання;

номер партії або напівфабрикату або ідентифікаційний номер, які дозволяють ідентифікувати матеріал, що постачається і простежити весь процес виготовлення;

найменування виробника;

позначення креслень і документації, у відповідності до якої виконується постачання матеріалу.

Обов'язковим додатком до Сертифіката Регістру повинні бути сертифікати якості виробника з

указаними результатами хімічного аналізу і механічних властивостей, які підтверджують відповідність матеріалу вимогам Регістру, протоколи випробувань.

У випадку постачання матеріалів із сертифікатами підприємства-виробника, завіреними представником Регістру, форма та їх зміст повинні бути погоджені із Регістром і замовником.

9.3 ТИТАНОВІ СПЛАВИ ДЛЯ АЕУ

9.3.1. Загальні вимоги.

9.3.1.1. Ці вимоги поширюються на поковки із титанових сплавів, які підлягають нагляду Регістру і які застосовуються для виготовлення корпусних конструкцій АЕУ.

Поківки виготовляють наступних розмірів:

суцільні поковки з круглим перерізом діаметром 80 - 650мм, довжиною 500 - 6000мм;

кільцеві поковки із зовнішнім діаметром 150 - 3200мм, внутрішнім діаметром 100-2900мм, довжиною 50-1400мм;

диски діаметром 100-1800мм, висотою 50-800мм;

розкотисті кільця з зовнішнім діаметром 300 - 1800мм, висотою 40-450мм, товщиною стінки 30-120мм.

9.3.1.2 Як попередні заготовки, повинні застосовуватися:

злитки;

поковки і ковані прутки;

розкотисті кільця.

9.3.1.3 Ступінь пластичного деформування поковок, яке розраховуються з урахуванням поперечного перерізу виливки, повинна бути такою, щоб після термічної обробки забезпечувалася відсутність дефектів, однорідність структури і необхідні механічні властивості.

9.3.2 Хімічний склад.

Хімічний склад матеріалу поковок із титанових сплавів ПТ-3В і 5В для конструкцій АЕУ (обичайка, кришка, дно) повинні відповідати вимогам табл. 9.2.2.

Хімічний склад поковок (окрім вмісту водню) визначається виготовленням при литті злитків на пробі, відібраний в процесі її розливки. Вміст водню визначається при здавальних випробуваннях на технологічних пробах, вирізаних із поковок.

9.3.3 Механічні властивості.

Мінімально необхідні значення міцності (R_m і $R_{p0,2}$) і пластичних (A_5 і Z) властивостей матеріалу поковок залежно від розміру перерізу і робочої температури наведені в табл. 9.3.3-1 і 9.3.3-2.

Таблиця 9.3.3-1 Механічні властивості поковок із сплаву ПТ-3В залежно від робочої температури і розмірів перерізу

Діаметр або товщина стілки, мм	Характеристика	Температура випробувань, °C							
		20	50	100	150	200	250	300	350
100-200	Тимчасовий опір, R_m , МПа	640	598	536	467	408	392	377	345
	Границя плинності, $R_{p0,2}$, МПа	590	540	471	417	353	324	305	295
	Відносне подовження, A_5 , %	9,0	9,2	9,5	11,5	13,5	14,4	15,3	14,6
	Відносне звуження, Z , %	22	22	23,3	28,2	33,0	35,2	37,4	36,5
Відносне звуження, Z , %	Тимчасовий опір, R_m , МПа	640	598	536	472	408	392	377	345
	Границя плинності, $R_{p0,2}$, МПа	590	540	471	412	353	324	305	295
	Відносне подовження, A_5 , %	8,0	8,2	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
	Відносне звуження, Z , %	22	22,6	23,3	28,2	33	35,2	37,4	36,4

Таблиця 9.3.3-2 Механічні властивості поковок із сплаву 5В залежно від робочої температури і розмірів перерізу

Температура °C	Поковки (переріз до 100 мм)				Поковки (переріз від 100 мм до 500 мм)			
	Тимчасовий опір, R_m , МПа	Границя плинності, $R_{p0,2}$, МПа	Відносна подовження, A_5 , %	Відносна звуження, Z , %	Тимчасовий опір, R_m , МПа	Границя плинності, $R_{p0,2}$, МПа	Відносне подовження, A_5 , %	Відносне звуження, Z , %
20	780	730	9,0	18	755	687	7	15
150	620	560	9,0	20	600	540	8	20
250	530	460	10	20	500	440	8	20
350	450	390	12	25	420	370	8	20

Термічна обробка повинна виконуватися в електричних печах, забезпечених реєструючою апаратурою. Піч повинна забезпечувати необхідну якість виконання операції і відповідний рівень контролю, незалежно від розмірів заготовки.

9.3.4 Стан постачання.

Загальні вимоги до стану постачання у відповідності з 9.2.4.

9.3.5 Добір проб.

Добір проб у відповідності з 9.2.5.

9.3.6 Обсяг випробувань.

Обсяг випробувань поковок у відповідності з 9.2.6.

9.3.7 Огляд.

9.3.7.1 Огляд поковок у відповідності з 9.2.7.

9.3.7.2 Поковки, для контролю якості внутрішньої і зовнішньої поверхонь (для кільцевих поковок), пред'являються Регістру. Поковки не повинні мати внутрішніх і зовнішніх дефектів, які негативно впливають на їх застосування за призначенням.

9.3.7.3 Якщо в процесі наступної механічної обробки або випробувань виявляються дефекти, недопустимі Правилами Регістру або погоджені Регістром документації, то поковка бракується, незважаючи на супровідні документи та сертифікати.

9.3.7.4 Допускається виправлення виявлених поверхневих дефектів місцевим зачищенням або зняттям металу дефектної ділянки за допомогою бор фрези в межах допусків на обробку. Повнота видалення дефектів повинна перевірятися методами неруйнівного контролю (капілярним, ультразвуковим, радіографічним).

9.3.7.5 Можливість ремонту поковок з застосуванням зварки, також технологія ремонту, наступна термічна обробка, методика і критерії контролю повинні бути погоджені з Регістром.

9.3.8 Маркування.

Основні вимоги до маркування викладені в 9.2.8.

9.3.9 Документи.

Вимоги до супроводжувальної документації на поковки у відповідності з 9.2.9.

9.4 ТРУБИ

9.4.1 Загальні вимоги.

9.4.1.1 Ці вимоги поширюються на титанові гаряче- і холоднодеформовані труби, які підлягають нагляду Регістру під час виготовлення, а також зварні труби, призначені для виготовлення теплообмінних апаратів, парогенераторів, судових систем і трубопроводів.

9.4.1.2 Титанові труби виготовляються за погодженими із Регістром стандартами або технічними вимогами підприємствами, визнаними згідно із 1.3.1.2, а також у відповідності з вимогами цього підрозділу.

9.4.2 Хімічний склад.

9.4.2.1 Хімічний склад матеріалу із титанових сплавів вибирається за стандартами залежно від необхідних механічних властивостей при кімнатній або розрахунковій підвищеній температурах, при цьому вміст водню не повинен перевищувати:

для холоднодеформованих труб - 0,007%;

для гаряче деформованих труб - 0,005%;

для зварних труб - 0,007%.

9.4.2.2. Хімічний склад матеріалу титанових труб, за винятком вмісту водню (для зварних труб – вміст водню і азоту), визначається у відповідності до хімічного складу злитка або заготовки із трубу,

з яких виготовляється партія труб. Вимоги до хімічного складу злитків і заготовок із труб із титанових сплавів, повинні відповідати вимогам табл. 9.4.2.2 та погоджених із Регістром документації.

Таблиця 9.4.2.2 Хімічний склад злитків і заготовок для труб із титанових сплавів

Мар-ка спла-ву	Хімічний склад, %													
	Вміст елементів, %, не більше													
	Ti	Al	V	Mo	Zr	Mn	Cr	Si	Fe	O ₂	H ₂	N	C	Σ ін-ших
BT1-00	Осно-ва	0,30	-	-	-	-	-	0,08	0,15	0,1	0,008	0,04	0,05	0,10
BT1-0		0,70	-	-	-	-	-	0,10	0,25	0,2	0,010	0,04	0,07	0,30
ПТ-1М		0,2÷0,7	-	-	0,3	-	-	0,10	0,2	0,12	0,006	0,04	0,07	0,30
ПТ-7М		1,8÷2,5	-	-	2÷3	-	-	≤0,12	≤0,25	≤0,15	≤0,006	≤0,04	≤0,1	≤0,30
ПТ-3В		3,5÷5,0	1,2÷2,5	-	≤0,12	-	-	≤0,12	≤0,25	≤0,15	≤0,006	≤0,04	≤0,1	≤0,30

9.4.3 Механічні і технологічні властивості.

9.4.3.1 Титанові сплави для суднових трубних систем по рівню міцності класифікуються наступним чином:

BT1-00, BT1-0 – з границею плинності ≥ 300 МПа;

ПТ-1М - з границею плинності ≥ 400 МПа;

ПТ-7М - з границею плинності ≥ 500 МПа;

ПТ-3В - з границею плинності ≥ 600 МПа.

Механічні властивості труб із титанових сплавів, повинні відповідати вимогам погоджених із Регістром стандартів і/або технічної документації.

9.4.3.2 Труби під час виготовлення повинні піддаватися таким випробуванням:

на розтягування (із визначенням тимчасового опору, границі плинності і подовження) відповідно до 2.2.2;

на розтягування при підвищеній температурі (з визначенням тимчасового опору і границі плинності);

на сплющування відповідно до 2.2.5.2;

на роздавання (крім гарячедеформованих і ребристих труб);

на ударну в'язкість (для гарячедеформованих труб) відповідно до 2.2.3.1;

визначення вмісту водню по нормативній документації виробника;

визначення вмісту азоту (для зварних труб) по нормативній документації виробника;

контролю ультразвуковим методом на виявлення дефектів по нормативній документації виробника.

9.4.3.3 Механічні властивості.

Механічні властивості труб із титанових сплавів повинні відповідати вимогам табл. 9.4.3.3-1 ÷ 9.4.3.3-3.

Таблиця 9.4.3.3-1 Механічні властивості холоднодеформованих труб із титанових сплавів

Мар-ка спла-ву	Тимчасовий опір розриву, R_m , МПа	Умовна границя плинності, $R_{p0,2}$, МПа	Відносне подовження, A_5 , %	Тимчасовий опір розриву, R_m , МПа	Умовна границя плинності, $R_{p0,2}$, МПа	Тимчасовий опір розриву, R_m , МПа	Умовна границя плинності, $R_{p0,2}$, МПа
Не менше							
При температурі 20°C				При температурі 150°C		При температурі 350°C	
BT1-0	353 - 569	245	24	216	147	-	-
ПТ-1М	353 - 569	216	27	225	157	-	-
ПТ-7М	480 - 667	382	20			245	176

Таблиця 9.4.3.3-2 Механічні властивості гарячедеформованих труб із титанових сплавів

Марка сплаву	Тимчасовий опір розриву, R_m , МПа	Умовна границя плинності, $R_{p0,2}$, МПа	Відносне подовження, A_5 , %	Відносне звуження, Z , %	Ударна в'язкість KCU , кДж/м ²	Тимчасовий опір розриву R_m , МПа	Умовна границя плинності, $R_{p0,2}$, МПа	Тимчасовий опір розриву R_m , МПа	Умовна границя плинності, $R_{p0,2}$, МПа
Не менше									
При температурі 20°C					При температурі 150°C		При температурі 350°C		
ПТ-1М	343 – 539	245	24	45	784	215	147		
ПТ-7М	470 - 666	372	18	36	784			235	176
ПТ-3В	686 - 863	588	10	30	637			343	294

Таблиця 9.4.3.3-3 Механічні властивості холоднодеформованих спеціальних труб із титанових сплавів (ребристі і малих діаметрів)

Марка сплаву	Тимчасовий опір розриву, R_m , МПа	Умовна границя плинності, $R_{p0,2}$, МПа	Відносне подовження, A_5 , %	Тимчасовий опір розриву, R_m , МПа	Умовна границя плинності, $R_{p0,2}$, МПа
Не менше					
При температурі 20°C				При температурі 350°C	
ВТ1-00	294 - 490	-	30	-	-
ПТ-7М	480 - 667	373	20	235	176

9.4.4. Стан постачання.

Труби повинні постачатися в гартованому стані і без термічної обробки. Стан постачання вказується у Сертифікаті якості виробника. Стан постачання обумовлюється визнаними Регістром стандартами і/або погоджених із Регістром документації.

Вид і режим термічної обробки встановлюються заводом-виробником, повідомляються Регістру і вказуються у сертифікаті.

9.4.5 Добір проб.

Проби для виготовлення зразків добираються від кінців труб. Якщо потрібно проводити випробування на двох зразках, то проби повинні добиратися від двох кінців.

9.4.6 Обсяг випробувань.

Титанові труби підлягають випробуванням партіями. Партія повинна складатися з труб однієї марки, одного розміру, які виготовлені зі сталі однієї плавки і пройшли термічну обробку за однаковим режимом.

Кількість труб у партії повинна бути не більша:

для холоднодеформованих – 300шт.,

для гарячедеформованих труб – 75шт.

Випробування виконуються не менш ніж на 5% труб партії, але не менше ніж на двох трубах.

Від кожної підготовленої труби до проведення випробувань добирають:

по одному зразку від кожного кінця труби для визначення масової частки водню;

по одному зразку від кожного кінця труби зразок для випробування на розтягування при кімнатній температурі;

по одному зразку від кожного кінця труби для випробування на розтягування при підвищеній температурі;

по одному зразку від кожного кінця труби для випробування на сплющування;

по одному зразку від кожного кінця холоднодеформованої труби для випробування на роздавання.

Кожна труба в партії піддається ультразвуковому контролю на наявність дефектів.

Всі труби повинні бути випробувані гідравлічним тиском. Пробний тиск встановлюється стандартами на труби або погодженою Регістром документацією.

Гідравлічні випробування можуть не проводитися, якщо усі труби піддаються ультразвуковому або іншому еквівалентному контролю.

9.4.7 Огляд.

Візуальному контролю піддаються усі труби.

На поверхні труб не допускаються сліди масла і бруду, тріщини, задири, плени, глибокі вм'ятини, залишки окалини, розривини, заочухання, глибокі риски.

Допускаються окремі незначні забоїни, вм'ятини, риски, тонкий шар ґрату, сліди зачищення дефектів і дрібні плени, якщо вони не виводять товщину стінки за межі мінусових відхилень.

Якість поверхні повинна відповідати погодженій із Регістром документації.

9.4.8 Маркування і документи.

Ідентифікація, маркування і документи, що видаються, — у відповідності із вимогами 1.4.

9.5 ЛИВАРНІ ТИТАНОВІ СПЛАВИ**9.5.1 Загальні вимоги.**

Вимоги цього підрозділу поширюються на деталі і конструкції із ливарних титанових сплавів, які застосовуються у суднобудуванні і судновому машинобудуванні і при виготовленні підлягають нагляду Регістру.

9.5.2 Хімічний склад.

Хімічний склад ливарних титанових сплавів повинен відповідати вимогам табл. 9.5.2.

Таблиця 9.5.2 Хімічний склад ливарних титанових сплавів

Марка сплаву	Хімічний склад, %			Допустимі домішки, не більше							Інші домішки %
	Al	V	B	O ₂	H ₂	N ₂	C	Fe	Si	V	
ТЛЗ	3,0–4,5	-	0,0020 - 0,0060	0,15	0,008	0,04	0,15	0,25	0,12	0,15	0,50
ТЛ5	3,5–5,0	1,5–2,5	0,0020 - 0,0060	-	0,008	0,04	0,15	0,25	0,12	-	0,50

Примітки: 1. У виливках із сплаву марки ТЛЗ, які не піддавалися окисдуванню, масова частка ванадію може складати до 0,4%.

2. В інших домішках можуть бути присутні наступні елементи: молібден, марганець, хром, олово, цирконій, ніобій, нікель, мідь.

3. Вміст бору, відмінного від вказаного в таблиці, не є браковою ознакою, якщо виконуються вимоги по механічним властивостям.

9.5.3 Механічні властивості.

Механічні властивості ливарних титанових сплавів повинні відповідати вимогам табл. 9.5.3.

Таблиця 9.5.3 Механічні властивості ливарних титанових сплавів

Марка сплаву	Границя плинності, $R_{p0,2}$, МПа, мін	Тимчасовий опір, R_m , МПа, мін	Відносне подовження, A_5 , %, мін	Ударна в'язкість, кДж/м ²	
				KCU	KCV
ТЛЗ	440	490	10	688	392
ТЛ5	590	640	8	490	294

Застосування сплавів із хімічним складом і механічними властивостями, які відрізняються від зазначених у табл. 9.5.2 і табл. 9.5.3, визначається у відповідності з 9.1.2.

9.5.4 Стан постачання.

Вимоги до стану постачання у відповідності з 9.2.4.

9.5.5 Добір проб.

Проби для визначення хімічного складу і механічних властивостей можуть бути прилиті до виливки або вилиті окремо. Розмір проб повинен бути рівним або перевищувати менший із наявних перерізів виливки. Місця розміщення проб і їх кількість визначається виробником і повинні бути погоджені із Регістром.

9.5.6 Вимоги до поверхні виливків.

Виливки із титанових сплавів залежно від призначення та умов використання підрозділяються на п'ять груп. Потрібна група вказується в замовленні. За відсутності такої вимоги до поверхні, повинна бути угода між споживачем і виробником. При виготовленні виливок із титанових сплавів в керамічних формах із вогнетривких окислів на поверхні виливків виникає шар підвищеної твердості. Глибина шару залежить від товщини стінки і ваги виливки. Цей шар видаляється:

для виливків I – III груп - в процесі очищення їхньої поверхні дробоструменевою або дробометною обробкою;

для виливків IV і V груп - механічною обробкою або будь-яким іншим способом.

В місцях зварювання, приварювання, наплавлення або вварювання шар підвищеної твердості видаляється з поверхні виливків з усіх груп.

Виливки зі всіх груп повинні бути обрублені і очищені від залишків формової суміші, а приливи, літники, пробні планки і заливки повинні бути видалені.

9.5.7 Обсяг випробувань.

Перелік контрольних операцій і видів випробувань визначаються в залежності від групи виливок, вимог документації і наведені у табл. 9.5.7.

Таблиця 9.5.7

Види обов'язкових випробувань і контролю виливок	Група виливок				
	I	II	III	IV	V
Зовнішній огляд	+	+	+	+	+
Контроль розмірів	+	+	+	+	+
Визначення хімічного складу	+	+	+	+	+
Визначення механічних властивостей	-	+	+	+	+
Контроль капілярним методом	+	+	+	+	+
Контроль радіографічним методом	-	-	+	+	+

Контроль зовнішнім оглядом та перевірка розмірів виконується для кожної виливки.

Визначення хімічного складу і механічних властивостей сплаву проводиться від кожного лиття.

Вміст домішок заліза, кремнію, молібдену, марганцю, хрому, міді, нікелю, олова, цирконію, ніобію не визначається, а гарантується постачальником виливок у відповідності з вимогами табл. 9.5.2.

Контролю капілярним методом піддаються ділянки виливок усіх груп, підготовлених для зварювання, приварювання або наплавлення, а також всі ділянки, які підготовлені для виправлення за допомогою зварювання усіх типів дефектів.

Контролю радіографічним методом піддаються:

ділянки виливок під зварювання, приварювання і наплавлення;

зони виливок поверхонь тертя і поверхонь під ущільнення;

місця зварювання, приварювання, наплавлення, а також місця виправлення дефектів за допомогою зварювання;

зазначені в кресленнях зони виливок II групи та всіх досяжних для контролю зони виливок III, IV і V групи.

Додаткові випробування виливок проводяться при наявності відповідних вказівок в замовленні і/або документації.

9.5.8 Огляд.

Виливки повинні бути пред'явлені для огляду в очищеному стані, із видаленими ливниками, прибутками і задирками. Виливки не повинні мати дефектів, що негативно впливають на міцність і застосування їх за призначенням.

Дефекти на поверхні у межах допусків на розміри можуть бути залишені або усунені механічною обробкою. При усуненні дефектів, величина яких перевищує допустиме значення, встановлене нормативною документацією, останні повинні бути видалені за допомогою зварювання. Технологічний процес зварювання повинний бути погоджений з Регістром.

9.5.9 Маркування і документи.

Ідентифікація, маркування і документи виливків повинно відповідати вимогам 1.4. Маркування повинно наноситися в місцях, вказаних в документах. Додатково вказується рік виготовлення виливки.

На пробні планки (проби для визначення хімічного складу і механічних властивостей) маркування повинно наноситися до їх відділення від виливки.

9.6 ШАРУВАТИЙ КОМПОЗИЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ «СТАЛЬ-ТИТАН»

9.6.1 Загальні вимоги.

9.6.1.1 Вимог цього підрозділу поширюються на напівфабрикати з шаруватого композиційного матеріалу «сталь–титан» (напівфабрикати «сталь–титан»), призначені для суднового машинобудування (конденсаторного і теплообмінного обладнання), такі, що підлягають технічному нагляду Регістра відповідно до вимог інших частин Правил.

9.6.1.2 Напівфабрикати «сталь–титан» повинні виготовлятися відповідно до погодженої Регістром документації, визнаними відповідно до вимог **1.3** підприємствами-виробниками і під технічним наглядом Регістра.

Представнику Регістра, що здійснює технічний нагляд у виробника напівфабрикатів «сталь–титан», який не має металургійного виробництва усіх складових композиційного матеріалу, повинні надаватися сертифікати якості виробника і Свідоцтва Регістра на складові матеріали. Регістру також мають бути представлені дані, що підтверджують можливість використання напівфабрикатів «сталь–титан» за умов експлуатації.

9.6.1.3 Виготовлення напівфабрикатів «сталь–титан» може здійснюватися методом зварювання вибухом, гарячою прокаткою, або іншими методами виготовлення.

9.6.1.4 Напівфабрикати «сталь–титан» мають бути виготовлені без застосування кінцевої операції холодної прокатки для отримання необхідної товщини.

9.6.1.5 В якості основного (сталевого) шару напівфабрикатів «сталь–титан» застосовується суднобудівельна сталь, що задовольняє вимогам **3.2**, або сталь, що відповідає національним/міжнародним стандартам, застосування яких для цілей виготовлення напівфабрикатів «сталь–титан» погоджено з Регістром (стандарти вказуються в схваленій документації).

9.6.1.6 В якості титанового шару напівфабрикатів «сталь–титан» застосовується листовий і штабовий прокат, виготовлений із деформованих титанових сплавів у обпаленому стані, який задовольняє вимогам **9.2**.

9.6.1.7 В загальному випадку сталевий і титановий прокат для напівфабрикатів «сталь–титан» повинен виготовлятися, визнаними згідно вимог **1.3** підприємствами і під технічним наглядом Регістра.

9.6.2 Хімічний склад і механічний властивість.

9.6.2.1 Хімічний склад і механічні властивості складових матеріалів, а також властивості напівфабрикатів «сталь–титан» повинні відповідати погодженій з Регістром документації. При цьому хімічний склад і механічні властивості основних складових матеріалів, призначених для виготовлення напівфабрикатів «сталь–титан», повинні задовольняти вимогам **3.2** або національним/міжнародним стандартам (див. **9.6.1.5**) і **9.2**.

9.6.2.2 Стан постачання.

9.6.2.2.1 Напівфабрикати «сталь–титан», повинні поставлятися у стані, що відповідає схваленій Регістром документації.

9.6.2.3 Обсяг випробувань.

9.6.2.3.1 Обсяг випробувань і добір проб складових матеріалів, сталі і титанових сплавів для напівфабрикатів «сталь–титан» повинні відповідати вимогам **3.2** або національним/ міжнародним стандартам (див. **9.6.1.5**) і **9.2**, відповідно.

9.6.2.3.2 При початковому огляді, з метою визнання виробництва напівфабрикатів «сталь–титан» Регістром згідно з **1.3**, обсяг випробувань головного зразка визначається програмою, розробленою виробником напівфабрикатів «сталь–титан» і схваленою Регістром. Програма випробувань при визнанні виробника повинна включати наступні випробування:

визначення міцності з'єднання шарів зразків з композиційного матеріалу «сталь–титан» на відрив і на зріз;

визначення стійкості до розшарування шарів зразків з композиційного матеріалу «сталь–титан» статичним вигином;

мікроаналіз металу зони розшарування шарів композиційного матеріалу «сталь–титан».

Випробування виконуються на контрольній партії. Для кожного заявленого технологічного процесу (одні постачальники початкових матеріалів, один розмір, один стан постачання) до випробувань надаються 2 напівфабрикати від партії.

Контроль зовнішнім оглядом і контроль ультразвуковим методом для визначення зони несучільності шарів виконуються на кожному напівфабрикаті.

9.6.2.3.3 В процесі виробництва обсяг випробувань визначається відповідно до погодженої з Регістром документацією на постачання матеріалу або національного/ міжнародного стандарту, застосування якого погоджене з Регістром. До випробувань напівфабрикати надаються партіями. Партія повинна складатися з напівфабрикатів одного стану постачання, одного розміру, виготовлених по одному технологічному процесу і з початковими матеріалами, отриманими від одного постачальника. У загальному випадку для випробувань повинні відбиратися не менше 10% напівфабрикатів.

Від кожного напівфабрикату, наданого для випробувань, відбираються проби для визначення міцності з'єднання шарів на відрив і на зріз.

Контроль зовнішнім оглядом і контроль ультразвуковим методом для визначення зони несучильності шарів виконуються на кожному напівфабрикаті партії.

9.6.2.3.4 Відбір проб і випробування.

9.6.2.3.4.1 Проби для випробувань відбираються на відстані не менше 25мм від краю напівфабрикату з місця, максимально віддаленого від точки ініціювання вибуху.

9.6.2.3.4.2 Визначення стійкості до відшарування шарів композиційного матеріалу "сталь - титан" статичним вигином.

Випробування на згин біметалічних зразків на кут 80° виконується для якісної оцінки стійкості до відшарування сталевих і титанових шарів. Критерієм якості є відсутність відшарування шарів при згині. Для випробування на згин від проби добирають два зразки. Один зразок для вигину титанового шару з розтягнутої сторони, другий - для вигину титанового шару із стиснутої сторони. Методика виготовлення зразків і проведення випробувань застосовується згідно до визнаної Регістром документації виробника, національних і/або міжнародних стандартів.

9.6.2.3.4.3 Випробування на відрив і на зріз шарів напівфабрикатів «сталь–титан».

9.6.2.3.4.3.1 Випробування на відрив і на зріз шарів напівфабрикатів «сталь-титан», отриманих зварюванням вибухом.

Випробування виконуються на одному зразку кожного виду (випробування на відрив і на зріз).

Випробування на відрив і на зріз виконуються при кімнатній температурі.

Схеми випробувань на відрив і зріз аналогічні композиційному матеріалу «сталь–титан» (див. 5.3). Випробування на відрив слід проводити на зразках, як це показано на рис. 5.3.5.3.2-1. Випробування на зріз слід проводити на зразках, як це показано на рис. 5.3.5.3.2-2.

Межі міцності на відрив і на зріз усіх випробуваних зразків повинні відповідати вимогам схваленої Регістром документації.

Якщо границя міцності на відрив або на зріз шаруватого композитного матеріалу менше встановленого мінімуму, то у цьому випадку повинні випробовуватись два додаткових зразка на відрив і на зріз.

Кожне нове отримане значення не має бути нижче встановленого для нього мінімального значення.

Якщо границя міцності на відрив або на зріз шаруватого композитного матеріалу менше встановленого мінімуму, але більше ніж 70% від мінімального, то у цьому випадку повинні випробовуватися два додаткові зразки на відрив і на зріз з кожного кінця напівфабрикату.

Кожне нове отримане значення не має бути нижче встановленого для нього мінімального значення.

9.6.2.3.4.4 Контроль зовнішнім оглядом і неруйнівний контроль.

9.6.2.3.4.4.1 Кожний напівфабрикат «сталь–титан» повинен піддаватися 100% контролю зовнішнім оглядом і контролю ультразвуковим методом для визначення зони відшарування шарів.

9.6.2.3.4.4.2 Якість зчеплення шарів у відповідності з погодженими критеріями оцінки визначається за допомогою контролю ультразвуковим методом.

9.6.2.3.4.4.3 Мікроаналіз структури границі розділу алюмінієвого і сталевих шарів напівфабрикатів «сталь–титан».

Виробник повинен надати фотографії поверхні розділу шарів композитного матеріалу зі збільшенням $\times (10 \div 20)$ і $\times 100$. Мікроаналіз структури повинен бути виконаний на шліфах, вирізаних із зразків, які призначені для механічних випробувань.

9.6.3 Огляд.

9.6.3.1 Контролю поверхні підлягають усі поверхні напівфабрикатів «сталь–титан». Відсутність дефектів, недопустимих згідно з погодженою із Регістром документацією на постачання, гарантується виробником, відповідний запис робиться в сертифікаті якості підприємства. Поверхневі дефекти, що обумовлені способом виготовлення, допускаються, якщо їх глибина не виходить за межі мінусових відхилень, які регламентовані документацією.

Допускається виправлення виявлених дефектів шліфуванням або зачисткою за умови, що результати цих виправлень не виведуть розміри напівфабрикату за межі допустимих відхилень. Виправлення дефектів поверхні сталевих і титанових шарів напівфабрикатів «сталь–титан» за допомогою зварювання не допускається.

9.6.4 Маркування.

Основні вимоги до маркування викладені в 1.4.

Кожний напівфабрикат повинен мати чітко нанесені обумовленим способом і в обумовленому місці маркування виробника і клеймо Регістру.

Маркування, як мінімум, повинне містити:

найменування і/або позначення підприємства - виробника;

марки алюмінієвого сплаву і сталі;

стан постачання;

номер партії, напівфабрикату або ідентифікаційний номер у відповідності до прийнятої на підприємстві системи, що дозволяє відслідковувати весь процес виробництва.

Допускається виконувати маркування на бирках, якщо напівфабрикати доставляються у пакетах.

9.6.5 Документи.

Кожна партія або напівфабрикат, якщо постачання здійснюється поштучно, які пройшли випробування, повинні супроводжуватися Сертифікатом Регістру або документом виробника, завіреним представником Регістру. Як мінімум, сертифікат Регістру повинний містити:

номер замовлення;

будівельний номер судна або морської споруди, якщо він відомий;

найменування, номер, розміри і масу напівфабрикату;

марку титанового сплаву і сталі, стандарти на постачання;

стан постачання;

номер партії або напівфабрикату або ідентифікаційний номер, які дозволяють ідентифікувати матеріал, що постачається.

Обов'язковим додатком до Сертифікату Регістру повинні бути результати хімічного аналізу і механічних випробувань, які підтверджують відповідність матеріалу вимогам Регістру (додаток може являти собою Сертифікат підприємства - виробника і/або протоколи випробувань).

У випадку постачання матеріалів із Сертифікатами підприємства - виробника, завіреними представником Регістру, форма та їх зміст повинні бути погоджені з Регістром і замовником.

9.6.6 Зварювання напівфабрикатів із шаруватого композиційного матеріалу «сталь-титан».

9.6.6.1 Зварні з'єднання напівфабрикатів «сталь-титан» з елементами сталі і титану судових корпусних конструкцій виконуються роздільним зварюванням шарів між однойменними матеріалами кутовими, внапуск або стиковими швами.

9.6.6.2 Способи зварювання повинні бути схвалені у відповідності до розділів 2 і 4 (2.13 і 4.10) частини XIV «Зварювання».

10. МАТЕРІАЛИ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В СИСТЕМАХ ЗБЕРІГАННЯ ВАНТАЖУ ГАЗОВОЗІВ

10.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

10.1.1 Цей розділ містить вимоги до металевих і неметалевих матеріалів, які використовуються, які використовуються в системах зберігання вантажів газозовів.

У відповідності з **1.1.4** усі вказані у цьому розділі матеріали і вироби повинні виготовлятися визнаними відповідно до **1.3.1.2** підприємствами під технічним наглядом Регістру. Матеріали і вироби повинні відповідати вимогам погодженої із Регістром технічної документації.

Вимоги, які відносяться до вибору та застосуванню матеріалів і виробів, викладені у відповідних розділах Правил.

10.1.2 Ідентифікація, маркування і документи, що видаються на матеріали та вироби - у відповідності із вимогами **1.4**.

10.2 МЕТАЛЕВІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ СИСТЕМ ЗБЕРІГАННЯ ВАНТАЖУ ГАЗОВОЗІВ

10.2.1 Корозійностійкі (нержавіючі) сталі для систем зберігання вантажу газозовів.

10.2.1.1 Ці вимоги поширюються на сталь, яка використовується в системах зберігання вантажу газозовів. Хімічний склад, механічні властивості, стан постачання, добірки проб, обсяг проб і методи випробувань сталі, яка використовується, повинні відповідати погодженій із Регістром технічної документації. В загальному випадку, корозійностійка сталь повинна відповідати вимогам **3.16.1.3**, **3.16.1.5** і **3.16.1.9**.

Зварювальні матеріали і технологія зварювання також підлягає схваленню Регістром і повинна відповідати вимогам погодженої із Регістром технічної документації.

10.2.2 Феронікелевий сплав (36% Ni) для систем зберігання вантажів газозовів.

10.2.2.1 Ці вимоги поширюються на феронікелевий сплав (36% Ni), також відомий як Інвар, який використовується в системах зберігання вантажу газозовів. Хімічний склад, механічні властивості, стан постачання, добірки проб, обсяг проб і методи випробувань сталі, яка використовується, повинні відповідати погодженій із Регістром технічної документації.

Зварювальні матеріали і технологія зварювання також підлягає схваленню Регістром і повинна відповідати вимогам погодженої із Регістром технічної документації.

10.2.3 Алюмінієві сплави, які деформуються 1550, 1565ч, 5083.

10.2.3.1 Ці вимоги поширюються на алюмінієві сплави, які деформуються, 1550, 1565ч, 5083, призначені для використання в системах зберігання вантажу газозовів. Хімічний склад, механічні властивості, стан постачання, добірки проб, обсяг проб і методи випробувань сплавів, які використовуються, повинні відповідати погодженій із Регістром технічної документації.

Зварювальні матеріали і технологія зварювання також підлягають схваленню Регістром і повинні відповідати вимогам погодженої із Регістром технічної документації.

10.3 ФАНЕРА

10.3.1 Загальні вимоги.

10.3.1.1 Ці вимоги поширюються на листи фанери, які використовуються в теплоізоляційних панелях і ящиках вантажних танків газозовів з мембранною системою зберігання вантажів.

10.3.1.2 Фанера повинна виготовлятися і постачатися у відповідності до узгоджених з Регістром стандартів і технічних вимог, визнаних відповідно з **1.3.1.2**, підприємств. Регістр може вимагати виконання огляду і визнання Регістром постачальників сировини для виробництва фанери.

10.3.2 Властивості.

10.3.2.1 Як сировину для виготовлення фанери необхідно застосовувати деревину берези.

Листи фанери не повинні деформуватися при експлуатації.

Для ущільнювачів і кріпильних елементів теплоізоляційних конструкцій допускається застосування фанери з твердих порід деревини (бук, ясен, тощо), якщо це передбачено технологією розробника системи ізоляції вантажних танків.

10.3.2.2 Фізико хімічні властивості фанери і обсяг випробувань повинні відповідати вимогам погодженої із Регістром технічної документації. Безпечність експлуатаційних властивостей фанери повинна бути підтверджена відповідними національними/ міжнародними сертифікатами.

10.4 СКЛОВАТА

10.4.1 Загальні вимоги.

10.4.1.1 Ці вимоги поширюються на матеріали, що використовуються для заповнення швів між теплоізоляційними панелями вантажних танків газозовів.

10.4.2 Властивості.

10.4.2.1 Матеріал не повинен змінювати свої властивості під впливом морської води, азоту та скрапленого природного газу. Матеріал не повинен викликати корозію в контакті з ним металевих поверхонь. Максимальний коефіцієнт теплопровідності має бути не більше $0,35 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{C}$ при температурі 20°C . Фізико-хімічні властивості скловати, обсяг випробувань і технологія укладання має відповідати вимогам погодженої із Регістром технічної документації.

10.5 СКЛОВОЛОКНО, ЩО ЗАСОСОВУЄТЬСЯ В МЕМБРАНАХ ГАЗОВОЗІВ

10.5.1 Загальні вимоги.

10.5.1.1 Ці вимоги поширюються на матеріали, що використовуються на краях елементів мембрани і під проміжними ящиками (top bridge pads) первинної мембрани.

10.5.2 Властивості.

10.5.2.1. Скловолокно, що використовується в мембранах, слід перевіряти на сумісність з адгезійними і клеєвими сполуками.

10.5.2.2 Фізико - хімічні властивості скловолокна і обсяг випробувань повинні відповідати вимогам погодженої із Регістром технічної документації.

10.6 ГУМОТЕХНІЧНІ ВИРОБИ

10.6.1 Загальні вимоги.

10.6.1.1 Ці вимоги поширюються на матеріали, що використовуються для теплоізоляції мембран газозовів.

10.6.2 Армована поліуретанова піна (R-PUF).

10.6.2.1 Армована поліуретанова піна використовується в теплоізоляційних панелях. **10.6.2.1.1** Властивості.

10.6.2.1.1.1 Матеріал повинен відповідати наступним вимогам:

зберігати свої властивості при температурі -163°C ;

бути хімічно сумісним зі скрапленим природним газом, морською водою та азотно-аміачною сумішшю;

повинен зберігати свої властивості при зміні тиску від переміщення вантажу;

повинен зберігати свої властивості при зміні тиску з абсолютним значенням до 200мбар; повинен зберігати свої властивості протягом розрахункового віку експлуатації судна.

10.6.2.1.1.2 Фізико - хімічні властивості армованого поліуретану і обсяг випробувань повинні відповідати вимогам погодженої із Регістром технічної документації.

10.6.3 Піна низької щільності (LDF).

10.6.3.1 Піна низької щільності (LDF) використовується для заповнення простору між елементами кутових панелей і для заповнення отворів в панелях із армованого поліуретану.

10.6.3.1.1 Властивості.

10.6.3.1.1.1 Піна низької щільності (LDF) повинна бути перевірена на сумісність з армованою поліуретановою піною, з несучою мастикою та адгезійними складами:

повинна зберігати свої властивості при температурі -163°C ;

має бути хімічно сумісною зі скрапленим природним газом, морською водою та азотно-аміачною сумішшю.

10.6.3.1.1.2 Фізико - хімічні властивості піни низької щільності та обсяг випробувань повинні відповідати вимогам погодженої із Регістром технічної документації.

10.7 ПЕРЛІТ (ВУЛКАНІЧНЕ СКЛО)

10.7.1 Загальні вимоги.

10.7.1.1 Ці вимоги поширюються на матеріали, що використовуються для виготовлення систем теплоізоляції вантажних танків газозовів.

Перліт використовується як наповнювач в системі теплоізоляції між шарами мембрани. Перліт повинен бути оброблений водовідштовхувальним силіконом.

10.7.1.2 Фізико-хімічні властивості перліту та обсяг випробувань повинні відповідати вимогам погодженої із Регістром технічної документації.

10.8 ПЛІВКА, ЯКА ВИКЛЮЧАЄ ПРИЛИПАННЯ.

10.8.1 Загальні вимоги.

10.8.1.1 Ці вимоги поширюються на матеріал, що використовується між внутрішнім корпусом і несучою мастикю в системах, які використовують мембрани із Інвару.

Така плівка є гнучким матеріалом, що використовується для виключення прилипання несучої мастики до корпусу газозова. Як плівку, рекомендується використовувати негорючу крафт-бумагу з питомою вагою 0,07кг/м².

Фізико-хімічні властивості і обсяг випробувань має відповідати вимогам погодженої із Регістром технічної документації.

10.9 МАСТИКИ, В'ЯЖУЧІ РЕЧОВИНИ, ЛАКОФАРБУЮЧІ ПОКРИТТЯ

10.9.1 Несуча мастика.

10.9.1.1 Загальні вимоги.

10.9.1.1.1 Мастика наноситься у вигляді джгутів на фанерну поверхню теплоізоляційної панелі і служить додатковим кріпленням панелі вторинної теплоізоляції до корпусу і вирівнювача, а також як адгезійна речовина для заглушок отворів і передачі тиску від кутових панелей.

10.9.1.2 Властивості.

10.9.1.2.1 Матеріал, як правило, представляє собою мастикю на епоксидній основі, що складається головним чином із двох компонентів:

гуми (з заповнювачем або без);

затверджувача (з заповнювачем або без).

Матеріал повинен деформуватися від стиснення та бути сумісним з морською водою.

10.9.1.2.2 Фізико-хімічні властивості несучої мастики і обсяг випробувань повинні відповідати вимогам погодженої із Регістром технічної документації.

10.9.1.3 Матеріал, що поставляється на верф, повинен мати необхідні інструкції, що містять: умови зберігання: діапазон температур і тривалість;

пропорції для змішування з допустимими відхиленнями;

залежність температурного діапазону, необхідного для отримання бажаних властивостей, від часу;

залежність придатності мастики до кліматичних умов;

залежність придатності мастики від часу стискання.

10.9.2 Зв'язувальна речовина для ізоляційних панелей.

10.9.2.1 Загальні вимоги.

10.9.2.1.1 Матеріал використовується в мембранних системах при виготовленні плоских теплоізоляційних панелей, кутових панелей, для склеювання твердих пористих матеріалів один з одним, склеювання твердих пористих матеріалів з фанерою і триплексом і склеювання триплексу з фанерою.

10.9.2.2 Властивості.

10.9.2.2.1 Матеріал складається із суміші гуми і зміцнювача, а також може містити деякі наповнювачі. Матеріал має бути сумісним із морською водою, газоподібним метаном та амоніак-азотною сумішшю. Довговічність повинна бути розрахована, принаймні, на 40 років.

10.9.2.2.2 Фізико-хімічні властивості зв'язувальної речовини і обсяг випробувань повинні відповідати вимогам погодженої із Регістром технічної документації.

10.9.2.3 Матеріал, що постачається на верф, необхідно забезпечувати інструкціями, які містять:

умови зберігання: діапазон температур і тривалість;

пропорції для змішування з допустимими відхиленнями;

залежність температурного діапазону, необхідного для отримання бажаних властивостей, від часу;

залежність придатності клею від кліматичних умов;

залежність придатності клею від часу стискання.

10.9.3 Зв'язувальна речовина для вторинного бар'єру.

10.9.3.1 Загальні вимоги.

10.9.3.1.1. Матеріал використовується в мембранних системах при виготовленні плоских теплоізоляційних панелей, при встановленні проміжних ящиків теплоізоляції і для приклеювання гнучкого вторинного бар'єру.

10.9.3.2 Властивості.

10.9.3.2.1 Матеріал складається із суміші гуми і зміцнювача, а також може містити деякі наповнювачі. Матеріал має бути сумісним із морською водою, газоподібним метаном та амоніак-азотною сумішшю.

10.9.3.2.2 Фізико-хімічні властивості зв'язувальної речовини і обсяг випробувань повинні відповідати вимогам погодженої із Регістром технічної документації.

10.9.4 Покриття для внутрішнього захисту корпусу.

10.9.4.1 Загальні вимоги.

10.9.4.1.1 Матеріали використовуються для фарбування внутрішньої поверхні корпусу в області вантажних танків з мембранними системами. Ізоляційні панелі цих систем прикріплені до корпусу за допомогою несучої мастики і шпильок.

Щоб забезпечити хороше зчеплення внутрішня поверхня корпусу повинна бути очищена від іржі та сторонніх часток і пофарбовані.

Покриття повинно мати такі властивості:

бути здатним передавати навантаження між теплоізоляційними панелями і внутрішнім корпусом;

бути сумісним із несучою мастикою (епоксидною або поліуретановою) і морською водою;

повинно дозволяти приварювати шпильки по поверхні;

у разі застосування зварювання по поверхні, покриття не повинно негативно впливати на якість зварного шва.

10.9.4.1.2 Фізико-хімічні властивості матеріалу і обсяг випробувань повинні відповідати вимогам погодженої із Регістром технічної документації.

11. МАТЕРІАЛИ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ДЛЯ СУДЕН, ПРИЗНАЧЕНИХ ДЛЯ ТРИВАЛОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ В УМОВАХ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР

11.1 Загальні вимоги.

11.1.1 Вимоги цього підрозділу поширюються на судна, призначені для експлуатації в умовах низьких температур, які мають у символі класу додатковий знак **WINTERIZATION (DAT)**.

11.1.2 Матеріали, що застосовуються для корпусних конструкцій і виробів суднового машинобудування, які підлягають технічному огляду Регістра згідно з відповідними частинами Правил, повинні задовольняти вимогам цієї частини і визнаним Регістром стандартам і/або погодженим з ним специфікаціям.

11.1.3 Льодостійкі покриття корпусу судна, конструкцій, механізмів та обладнання повинні відповідати вимогам **6.5.3**.

11.2.1 Вибір листової і профільної сталі для елементів конструкцій корпусу, суднових пристроїв і механізмів, які піддаються тривалій дії низьких температур, здійснюється згідно з **1.2.3** частини II «Корпус» з урахуванням встановленого значення розрахункової зовнішньої температури. Вимоги до сталі залежно від вибраного рівня міцності і умов експлуатації містяться в **3.2, 3.5, 3.13, 3.14 і 3.17** цієї частини.

В окремих випадках застосування сталі для відповідальних корпусних конструкцій, на вимогу Регістра, може здійснюватися після надання даних про характеристики тріщиностійкості сталі. Оцінка інформації, що надається, здійснюється з урахуванням вимог частини XII «Матеріали» Правил класифікації, побудови і обладнання ПБУ/МСП.

11.2.2 Сталь для фундаментів механізмів і обладнання, яке встановлюється на відкритих палубах та у відкритих і закритих приміщеннях, що не обігріваються, повинна відповідати вимогам **1.2.3.1** частини II «Корпус» (група в'язей I).

Розрахункова температура конструкції повинна прийматися згідно з **1.2.3.4** частини II «Корпус».

11.2.3 Матеріали сталевих поковок і виливків для виготовлення деталей суднових пристроїв, механізмів і арматури які встановлюються на відкритих палубах та у відкритих приміщеннях, що не обігріваються, повинні задовольняти вимогам **3.7 і 3.8** відповідно і визнаним Регістром стандартам і/або погодженим з ним специфікаціям.

Вибір матеріалу здійснюється згідно з призначення поковок і виливків з урахуванням температури їх експлуатації і вимог **3.5**.

11.2.4 Застосування сірого чавуну і ковкого чавуну феритної структури для виготовлення деталей суднових пристроїв, механізмів і арматури, які встановлюються на відкритих палубах та у відкритих приміщеннях, що не обігріваються, на судах з додатковими знаками **WINTERIZATION (DAT)** не допускається.

11.2.5 Пластмаси, матеріали прокладок і ущільнень, а також матеріали органічного походження, які використовуються в суднових пристроях, механізмах, арматурі і системах, що встановлюються на відкритих палубах та у відкритих приміщеннях, що не обігріваються, на судах, повинні задовольняти застосовним вимогам розд. **6**, визнаним Регістром стандартам і/або погодженим з ним специфікації. Додатково, повинно бути представлено документальне підтвердження надійної роботи вказаних матеріалів при розрахунковій температурі або протоколи випробувань лабораторій, визнаних Регістром, іноземним класифікаційним товариством або уповноваженими державними органами.

11.2.6 Застосування якірних і швартових ланцюгів категорії I не допускається.

Матеріал якірних і швартових ланцюгів повинен задовольняти вимогам **3.6** і розд. **7**, а також визнаним Регістром стандартам і/або погодженим з ним специфікаціям. Максимальна температура випробувань на ударний згин: -20°C .

Регістру повинні бути надані результати випробувань сталі при температурі експлуатації.

ЧАСТИНА XIV. ЗВАРЮВАННЯ

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 ОБЛАСТЬ ПОШИРЕННЯ

1.1.1 Ця частина Правил поширюється на зварювання таких конструкцій, які підлягають технічному нагляду Регістру:

- .1 корпусів суден;
- .2 механізмів і механічних установок;
- .3 парових котлів, теплообмінних апаратів і посудин, які працюють під тиском;
- .4 трубопроводів;
- .5 пристроїв і обладнання.

1.1.2 Ця частина встановлює вимоги до виготовлення зварювальних матеріалів, до технологічних процесів зварювання і контролю зварних конструкцій, зазначених у **1.1.1**.

1.1.3 Ця частина Правил застосовується при проектуванні і виготовленні конструкцій, зазначених в **1.1.1**, а також в обсязі, визнаному Регістром необхідним і доцільним, при їх ремонті.

1.2 ВИЗНАЧЕННЯ І ПОЯСНЕННЯ

1.2.1 Визначення і пояснення, які стосуються загальної термінології Правил, зазначені у Загальних положеннях класифікаційної та іншої діяльності та у частині I «Класифікація» Правил класифікації та побудови суден¹.

Крім того, у цій частині Правил прийняті наступні визначення.

Високотемпературне паяння (паяння твердим припоєм) – процес паяння припоєм, при якому температура плавлення припою перевищує 450°C.

Зварювальний матеріал – електрод, дріт, флюс, захисний газ, які використовуються в процесі зварювання.

Зона термічного впливу (ЗТВ) – шар основного металу, що прилягає до зварного шва (або наплавлення), структура і властивості основного металу якого змінилися в результаті нагрівання під час зварювання або наплавлення.

Метал шва – метал, утворений сплавленими основним і наплавленим металами в результаті зварювання або тільки переплавленим основним металом.

Наплавлений метал – метал, що утворюється в результаті розплавлення електродів або дроту і не містить практично помітної домішки основного металу.

Основний метал – метал зварюваних частин, що з'єднується зварюванням.

Провар – сплавлення основного металу із наплавленим металом або сплавлення металів обох зварюваних частин.

1.3 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

1.3.1 Зварювання зазначених в **1.1.1** конструкцій повинно проводитися допущеними Регістром зварювальними матеріалами, способами зварювання, зварювальниками (операторами) і визнаними Регістром зварювальними виробництвами (цехами, дільницями).

Застосування кожного способу зварювання (або його різновидів) на конкретному підприємстві повинно бути підтверджене результатами випробувань за угодженою із Регістром програмою згідно з розд. 6 частини 3 «Технічний нагляд за виготовленням матеріалів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів і виробів.

Схвалення Регістром зварювальних матеріалів повинно виконуватись згідно з вимогами, наведеними у розд. 4.

1.3.2 До виконання зварювальних робіт на конструкціях, піднаглядних Регістру, повинні допускатися тільки зварювальники, що пройшли випробування згідно з вимогами розд. 5.

1.4 ОБСЯГ ТЕХНІЧНОГО НАГЛЯДУ

1.4.1 Загальні положення, що стосуються технічного нагляду за виготовленням матеріалів і виробів, викладені у Загальних положеннях класифікаційної та іншої діяльності.

1.4.2 Технічному нагляду Регістру для конструкцій, зазначених в **1.1.1**, підлягають:

¹ Надалі - частина I «Класифікація».

- .1 зварювальні матеріали;
- .2 технологічні процеси зварювання (вибір зварювальних матеріалів, підготовки деталей до зварювання, складання, попередній і наступний підігрів, термообробка);
- .3 методи та обсяг контролю, критерії оцінки якості швів.

1.5 ТЕХНІЧНА ДОКУМЕНТАЦІЯ

1.5.1 Обсяг технічної документації зі зварювання, що подається для схвалення проектною документацією судна в побудові, визначається частиною I «Класифікація».

Технічна документація на конструкції, зазначені в **1.1.1**, повинна містити дані щодо зварювання в обсязі вимог тих частин Правил, до яких конструкція належить.

1.5.2 Склад технічної документації на зварювальні матеріали, у разі схвалення, визначається згідно з **4.1.2.1**.

2. ТЕХНОЛОГІЧНІ ВИМОГИ ДО ЗВАРЮВАННЯ

2.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

2.1.1 Ці технологічні вимоги застосовуються при зварюванні зазначених у **1.1.1** конструкцій.

Для виконання зварювальних робіт і контролю зварних з'єднань на конструкціях, що підлягають нагляду Регістру, підприємство повинне мати у своєму розпорядженні відповідне обладнання.

2.1.2 У процесі зварювання за низької температури повинні бути забезпечені такі умови роботи, щоб зварювальник міг виконати зварні з'єднання якісно.

Робоче місце мусить бути захищене від вітру та атмосферних опадів.

2.1.3 Зварювання конструкцій, по можливості, необхідно виконувати в закритих приміщеннях, які підігріваються у зимовий період. За необхідності виконання робіт на відкритих майданчиках, повинні бути прийняті засоби для захисту зони для проведення зварювання від вітру, вологості і холоду.

При дуговому зварюванні в середовищі захисних газів, необхідно виключити можливість порушення газового захисту від вітру і протягів. Як правило, для забезпечення надійного газового захисту швидкість повітряних потоків в зоні проведення зварювальних робіт не повинна перевищувати 0,5 м/с.

Технологічні процеси дугового зварювання в середовищі захисних газів, що дозволяють виконувати зварювання високої якості при великих значеннях швидкості повітряних потоків, підлягають схваленню Регістром.

При виконанні зварювальних робіт на відкритих майданчиках в несприятливих погодних умовах рекомендується завжди проводити просушку зварних кромок шляхом нагрівання.

2.1.4 Зварювання за низької температури навколишнього повітря.

2.1.4.1 Якщо зварювання конструкцій виконується за низької температури навколишнього повітря, повинні бути прийняті відповідні заходи, що гарантують задовільну якість зварних швів. До таких заходів відносяться:

контроль і очищення зварювальних кромок від снігу, інею та льоду;

просушування зварювальних кромок шляхом підігріву, принаймні, до 20°C;

попередній місцевий підігрів зварювальних кромок перед зварюванням;

застосування теплоізолюючих засобів;

застосування технологічних процесів, що забезпечують необхідну позитивну міжпрохідну температуру в процесі зварювання.

Вибір конкретних заходів, які застосовуються при проведенні робіт по зварюванню за низької температури навколишнього повітря, визначаються виробником зварних конструкцій і погоджуються з Регістром під час схвалення технологічних процесів зварювання.

2.1.4.2 При забезпеченні належної якості зварних з'єднань, зварювальні роботи і всі пов'язані з ними роботи на конструкціях, що підлягають технічному нагляду Регістру, які виготовлені із суднобудівних сталей нормальної та підвищеної міцності товщиною до 20 мм включно, як правило, дозволяється проводити при температурі зовнішнього повітря до мінус 25°C.

При цьому, для конкретних умов, мінімально допустима температура зовнішнього повітря для зварювання без підігріву повинна бути погоджена з Регістром під час узгодження технологічних процесів зварювання.

Підігрів кромок деталей на ширині 100 мм на обидві сторони від шва щонайменше до +20°C повинний проводитися перед зварюванням в наступних випадках при температурі зовнішнього повітря:

до мінус 25°C для сталей підвищеної міцності при товщині деталей що з'єднуються більше 20 мм;

нижче мінус 15°C – для кованих деталей і виливків суднового корпусу;

нижче мінус 10°C – для деталей з'єднань із напівспокійної сталі.

Підігрів необхідно виконувати із сторони з'єднання, яке підлягає зварюванню в першу чергу. У випадку пониження температури навколишнього повітря в процесі зварювання нижче мінімально допустимого значення роботи по зварюванню з'єднань повинні бути зупинені після заповнення обробленої кромки з однієї сторони з'єднання і виконання підварочного шва або першого валика з іншої сторони з'єднання. Перед зварюванням після перерви в роботі потрібно, при необхідності, провести повторний підігрів або просушування кромок.

2.1.5 Зварювання трубопроводів із низьколегової сталі, трубопроводів головного паропроводу, а також трубопроводів, що працюють при температурі більше 350°C, повинне проводитися при температурі не нижче 0°C.

2.1.6 Конструктивні вимоги до зварних швів, що забезпечують міцність зварних з'єднань, викладені у відповідних частинах Правил.

2.1.7 Оброблення кромek деталей під зварювання повинне проводитися відповідно до стандартів або за кресленнями, схваленими Регістром.

2.1.8 Підготовка кромek під зварювання повинна проводитися способами, що забезпечують виконання вимог Правил до зварних з'єднань.

2.1.9 Зварювані кромки деталей повинні бути очищені від масла, вологи, грату, іржі, фарби та інших забруднень. Допускається зварювання сталевих деталей, покритих ґрунтом, без видалення останнього; у цьому випадку ґрунт повинний бути допущений Регістром після випробувань згідно з **6.5.4.3** частини XIII «Матеріали».

2.1.10 Послідовність зварювання конструкцій повинна бути такою, щоб не виникало надмірних залишкових напружень і деформацій.

2.1.11 Якщо необхідно перед зварюванням деталі підігрівати, то при встановленні температури підігріву повинні бути враховані: хімічний склад металу, спосіб зварювання, товщина деталей, які зварюються, рівень напружень у зварному з'єднанні та умови теплопередачі у конструкції від зони зварювання.

При зварюванні складних конструкцій температура підігріву повинна бути вказана в документації, яка подається Регістру для узгодження.

2.1.12 Зварювання і різання під водою, а також зварювальні роботи на конструкціях, із зворотного боку яких під час зварювання знаходиться вода, можуть бути допущені по технологічних інструкціях і/або стандартах підприємства, включаючи методи контролю, застосування яких узгоджене з Регістром.

2.1.13 Під час зварювання листів, пластин тощо у жорсткий контур повинні бути прийняті технологічні заходи, що знижують напруження від зварювання.

Жорстким контуром вважається замкнутий по периметру виріз, один із розмірів якого менший 60 товщини листа у даному місці. У складних конструкціях контур може вважатися жорстким і при більшому співвідношенні розмірів вирізу.

2.1.14 Правка конструкцій може проводитися тільки в обмеженому обсязі. Допускається правка теплова із механічним впливом і без нього. При цьому пошкодження поверхні шва або листа не допускаються.

Температура нагрівання при тепловій правці не повинна перевищувати 650°C, але у будь-якому випадку нагрівання не повинне призводити до структурних змін у металі.

2.1.15 Термічна обробка після зварювання потрібна в тих випадках, коли необхідні усунення залишкових напружень.

Вид термічної обробки встановлюється підприємством залежно від властивостей матеріалу і погоджується із Регістром.

2.1.16 Зварювання деталей, виготовлених холодним згинанням із суднобудівної сталі, допускається без термічної обробки, якщо внутрішній радіус згину відповідає стандартам.

У разі відсутності таких стандартів він повинний бути не менше трьох товщин листа.

2.1.17 Зварювальні матеріали із контрольованим вмістом водню у наплавленому металі повинні зберігатися і перед застосуванням піддаватися прожарюванню відповідно до рекомендацій виробника.

2.2 ЗВАРЮВАННЯ КОРПУСІВ СУДЕН І СУДНОВОГО ОБЛАДНАННЯ

2.2.1 Складання деталей повинне проводитися таким чином, щоб напруження, які виникають при складанні та наступному зварюванні, були якомога меншими.

Роботи із прихватки повинні виконуватися тільки особами, що мають відповідну кваліфікацію. Прихватки повинні виконуватися зварювальними матеріалами тих категорій, які необхідні для зварювання конструкцій. Прихватки не повинні мати дефектів, що погіршують якість зварних з'єднань.

Прихватки повинні бути перевірені на відсутність тріщин або інших дефектів. Якщо у місцях прихватки виявлені тріщини, вони повинні бути видалені до чистого металу і заварені.

При складанні повинна застосовуватися мінімальна кількість тимчасових кріпильних деталей, а у разі їх приварювання або прихватки повинні виконуватися зазначені вище вимоги.

Вихвати та інші пошкодження основного металу, які утворюються у разі видалення тимчасових кріплень, повинні бути ліквідовані заварюванням і зачищенням із забезпеченням плавного переходу до основного металу. У разі зачищення величина стоншення основного металу не повинна перевищувати допустимих відхилень по товщині листів, що регламентуються стандартами.

Виступаючі залишки швів кріпильних деталей повинні бути видалені із наступним зачищенням (при цьому допускаються потовщення, що не перевищують допусків на посилення стикових зварних швів відповідних конструкцій) на таких корпусних конструкціях:

- .1 на розрахунковій палубі (листах і поздовжньому наборі, включаючи безперервні поздовжні комінгси вантажних люків);
- .2 на днищі (листах і поздовжньому наборі);
- .3 на бортах;
- .4 на ширстреку і скуловому поясі (листах і поздовжньому наборі);
- .5 на перегородках, що обмежують цистерни;
- .6 на рамному наборі у танках;
- .7 на конструкціях, розташованих у районах інтенсивної вібрації.

Необхідність зачищення залишків швів тимчасових кріпильних деталей на інших конструкціях встановлюється замовником.

2.2.2 При складанні стикових з'єднань допускається взаємне зміщення листів до 0,1 товщини листа, але не більше 3мм.

2.2.3 Дopusкається ремонт підрізів, що перевищують значення згідно із табл. 3.3.2.1, заварюванням або шліфуванням.

2.2.4 Призначення категорії зварювальних матеріалів для зварювання конструкцій зі сталей нормальної та підвищеної міцності.

Зварювальні матеріали повинні застосовуватися для зварювання сталей тих категорій, для яких вони відповідно до табл. 2.2.4 допущені Регістром. При цьому необхідно керуватися наступними вимогами:

.1 для виконання зварних з'єднань, у яких сталь нормальної міцності зварюється зі сталлю підвищеної міцності, можуть застосовуватися зварювальні матеріали, що відповідають нижчій категорії із тих, які допускаються відповідно до вимог табл. 2.2.4 та цього пункту для кожної сталі окремо (наприклад, у зварному з'єднанні сталей категорій D та E32 можуть використовуватися зварювальні матеріали категорії 2);

.2 для виконання зварних з'єднань, у яких зварюються сталі однакових рівнів міцності, але із різними вимогами по температурі випробувань на ударний згин, можуть застосовуватися зварювальні матеріали нижчої категорії із тих, які допускаються відповідно до вимог табл. 2.2.4 для кожної сталі окремо (наприклад, для зварного з'єднання сталей категорій D32 та E32 можуть застосовуватися зварювальні матеріали категорії 2Y);

.3 для виконання зварних з'єднань зі сталей підвищеної міцності, а також при зварюванні сталі підвищеної міцності зі сталлю нормальної міцності повинні застосовуватися зварювальні матеріали із контрольованим вмістом дифузійного водню згідно з табл. 4.2.3.4.

Застосування для цих цілей зварювальних матеріалів із неконтрольованим вмістом дифузійного водню можливо тільки за дозволом Регістру для сталей із вуглецевим еквівалентом (див. 3.2.2 частини XIII «Матеріали») $C_{\text{екв}} \leq 0,41$ після проведення випробувань за схваленою Регістром програмою;

.4 застосування для зварювання сталей нормальної міцності категорій A, B, D, E зварювальних матеріалів, що отримали схвалення для відповідних категорій сталей A40, D40, E40 і/або F40, можливе тільки для конкретних марок зварювальних матеріалів при наданні позитивних результатів необхідних випробувань, виконаних згідно зі схваленою Регістром програмою;

.5 застосування для зварювання сталей підвищеної міцності зварювальних матеріалів категорій 1YS, 1YT, 1YM, 1YTM, 1YV допускається тільки для з'єднань з товщиною металу до 25мм включно;

.6 зварювальні матеріали, обрані за табл. 2.2.4, можуть бути призначені також і для зварювання іншої, ніж передбачено зазначеною таблицею сталі, якщо за механічними властивостями та хімічним складом ця сталь еквівалентна сталі, для якої був схвалений даний зварювальний матеріал;

- .7 електроди із рутиловим покриттям не повинні застосовуватися для зварювання таких з'єднань:
- монтажних стиків між секціями;
 - усіх стиків і пазів льодового поясу зовнішньої обшивки;
 - стиків балок поздовжнього набору;

стикових з'єднань суднового корпусу товщиною більше ніж 20мм;

масивних виробів (ахтерштевень, форштевень тощо), а також стикових з'єднань, що зварюються в умовах жорсткого контуру (контур вважається жорстким, якщо відношення найменшого розміру контуру до товщини листа менше 60);

.8 електроди із кислим покриттям не повинні застосовуватися для зварювання конструкцій, регламентованих частиною II «Корпус».

Таблиця 2.2.4

Категорія зварювального матеріалу	Суднобудівна сталь											
	Нормальної міцності				Підвищеної міцності							
	A	B	D	E	A32, A36	D32, D36	E32, E36	F32, F36	A40	D40	E40	F40
1, 1S, 1T, 1M, 1TM, 1V	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1YS, 1YT, 1YM, 1YTM, 1YV	+	–	–	–	+ ¹	–	–	–	–	–	–	–
2, 2S, 2T, 2M, 2TM, 2V	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2Y, 2YS, 2YT, 2YM, 2YTM, 2YV	+	+	+	–	+	+	–	–	–	–	–	–
2Y40, 2Y40S, 2Y40T, 2Y40M, 2Y40TM, 2Y40V	Див. 2.2.4.4				+	+	–	–	+	+	–	–
3, 3S, 3T, 3M, 3TM, 3V	+	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–
3Y, 3YS, 3YT, 3YM, 3YTM, 3YV	+	+	+	+	+	+	+	–	–	–	–	–
3Y40, 3Y40S, 3Y40T, 3Y40M, 3Y40TM, 3Y40V	Див. 2.2.4.4				+	+	+	–	+	+	+	–
4Y, 4YS, 4YT, 4YM, 4YTM, 4YV	+	+	+	+	+	+	+	+	–	–	–	–
4Y40, 4Y40S, 4Y40T, 4Y40M, 4Y40TM, 4Y4V	Див. 2.2.4.4				+	+	+	+	+	+	+	+
5Y40, 5Y40S, 5Y40T, 5Y40M, 5Y40TM, 5Y40V	Див. 2.2.4.4				+	+	+	+	+	+	+	+
¹ Див. 2.2.4.5.												

2.2.5 Призначення категорій зварювальних матеріалів для зварювання конструкцій зі сталі високої міцності.

Зварювальні матеріали повинні застосовуватися для зварювання сталі високої міцності тих категорій, для яких вони відповідно до табл. 2.2.5-1 і 2.2.5-2 допущені Регістром.

Таблиця 2.2.5-1

Ідентифікація категорій зварювальних матеріалів за температурою випробувань	Ідентифікація категорій сталі високої міцності за температурою випробувань на ударний згин			
	A(420/960)	D(420/960)	E(420/960)	F(420/960)
3Y (42/96)	+	+	–	–
4Y (42/96)	+	+	+	–
5Y (42/96)	+	+	+	+

Таблиця 2.2.5-2

Ідентифікація категорій зварювальних матеріалів за рівнем міцності	Ідентифікація категорій сталі високої міцності за рівнем міцності							
	(A/F)420	(A/F)460	(A/F)500	(A/F)550	(A/F)620	(A/F)690	(A/F)890	(A/F)960
(3Y/5Y) 42	+	–	–	–	–	–	–	–
(3Y/5Y) 46	+	+	–	–	–	–	–	–
(3Y/5Y) 50	+	+	+	–	–	–	–	–
(3Y/5Y) 55	–	–	+	+	–	–	–	–
(3Y/5Y) 62	–	–	–	+	+	–	–	–
(3Y/5Y) 69	–	–	–	–	+	+	–	–
(3Y/5Y) 89	–	–	–	–	–	–	+	–
(3Y/5Y) 96	–	–	–	–	–	–	+	+

При цьому слід керуватися наступними обмеженнями та вимогами:

.1 область застосування марки зварювального матеріалу, залежно від результатів випробувань може бути обмежена однією категорією міцності основного металу без поширення на нижчі категорії сталі високої міцності, як вказано в табл. 2.2.5-2;

.2 для виконання зварних з'єднань із сталей високої міцності, а також для зварювання сталі високої міцності зі сталями підвищеної або нормальної міцності повинні застосовуватися зварювальні матеріали із контрольованим вмістом дифузійного водню, які мають класифікаційні індекси H5 або H10 згідно з табл. 4.2.3.4;

.3 для зварних з'єднань сталей високої міцності не рекомендується застосування одно- та двопрохідної технології зварювання. Схвалення їх застосування можливе тільки на підставі додаткових випробувань за схваленою Регістром програмою;

.4 для зварних з'єднань сталей високої міцності не рекомендується застосування електрошлакового і електрогазового зварювання. Схвалення їх застосування можливе тільки на підставі додаткових випробувань за схваленою Регістром програмою;

.5 для зварних з'єднань сталей високої міцності не рекомендується застосування багатодугового та одностороннього зварювання на різних типах підкладок. Схвалення їх застосування можливе тільки на підставі додаткових випробувань за схваленою Регістром програмою;

.6 електроди з рутиловим і кислим типом покриття не повинні застосовуватися для зварювання конструкцій із сталей високої міцності;

.7 застосування для зварювання сталей високої міцності зварювальних матеріалів усіх категорій, що пройшли випробування в обсязі вимог розд. 4.6, можливе тільки для з'єднань із товщиною основного металу не більше ніж 70мм. Застосування зварювальних матеріалів для зварювання сталі товщиною понад 70мм може бути допущено після проведення додаткових випробувань за схваленою Регістром програмою;

.8 у тих випадках, коли вимоги до конструкції допускають застосування зварного з'єднання з міцністю нижче ніж у основного металу, можуть застосовуватися зварювальні матеріали, відповідні нижчій категорії з тих, що допускаються згідно з вимогами табл. 2.2.5-2 для зварювання сталей високої міцності. Зазначені умови повинні бути узгоджені з Регістром в процесі схвалення технологічних процесів зварювання і позначені при оформленні Свідоцтва про схвалення технологічного процесу зварювання..

2.2.6 Призначення категорії зварювальних матеріалів для зварювання конструкцій із суднобудівної сталі, які працюють при низьких температурах.

Зварювальні матеріали для зварювання конструкцій із суднобудівної сталі, які працюють при низьких температурах, повинні застосовуватися відповідно до вимог табл. 2.2.6. При цьому, при призначенні категорії зварювальних матеріалів для зварювання сталей підвищеної міцності з індексом F необхідно керуватися вимогами, перерахованими в 2.2.4, із наступними доповненнями:

.1 залежно від ступеня відповідальності та умов експлуатації конструкцій Регістр може призначити більш високу категорію зварювальних матеріалів (наприклад, 5Y замість 4Y і 5Y40 замість 4Y40);

.2 застосування зварювальних матеріалів категорій 4Y46 і 5Y46, призначених для зварювання сталей високої міцності, підлягає додатковому погодженню із Регістром.

Таблиця 2.2.6

Категорія зварювального матеріалу	Категорія суднобудівної сталі		
	F32	F36	F40
4Y, 4YS, 4YT, 4YTM, 4YV	+	+	—
4Y40, 4Y40S, 4Y40T, 4Y40M, 4Y40TM, 4Y40V	+	+	+
5Y, 5YS, 5YT, 5YM, 5YTM, 5YV ¹	+	+	—
5Y40, 5Y40S, 5Y40T, 5Y40M, 5Y40TM, 5Y40V ¹	+	+	+
4Y42, 4Y42S, 4Y42M	—	+	+
5Y42, 5Y42S, 5Y42M ¹	—	+	+
4Y46, 4Y46S, 4Y46M	—	+ ²	+
5Y46, 5Y46S, 5Y46M ¹	—	+ ²	+
¹ Див. 2.2.6.1.			
² Див. 2.2.6.2.			

2.2.7 Призначення категорії зварювальних матеріалів для зварювання конструкцій із алюмінієвих суднобудівних сплавів.

Зварювальні матеріали для зварювання конструкцій із алюмінієвих суднобудівних сплавів, залежно від категорії, повинні застосовуватися відповідно до вимог табл. 2.2.7-1.

Практичні області застосування найбільш поширених міжнародних і національних присадкових матеріалів, якими треба керуватися при схваленні таких матеріалів, наведені в табл. 2.2.7-2.

Таблиця 2.2.7-1

Категорія зварювального матеріалу	Суднобудівні алюмінієві сплави											
	Міжнародні						Національні					
	5754	5086	5083	5383, 5456	5059	6061, 6005A, 6082	1530	1550	1561	1565ч	1575	(AlSiMgMn)
RA/WA(5754)	+	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–
RB/WB(5086)	+	+	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–
RC/WC(5083)	+	+	+	–	–	+	+	+	–	–	–	+
RC/WC(5383)	+	+	+	+	–	+	+	+	–	–	–	+
RC/WC(5456)	+	+	+	+	–	+	+	+	–	–	–	+
RC/WC(5059)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	–	+
RD/WD(6061)	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	+
RD/WD(6005A)	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	+
RD/WD(6082)	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	+
R1/W1(1530)	+	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–
R2/W2(1550)	+	+	+	–	–	+	–	–	–	–	–	+
R3/W3(1561)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	–	+
R3/W3(1565ч)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	–	+
R4/W4(1565ч)	–	–	–	–	+	–	–	–	+	+	+	–
R4/W4(1575)	–	–	–	–	+	–	–	–	+	+	+	–
R5/W5(AlSiMgMn)	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	+

Таблиця 2.2.7-2

Марка зварювального матеріалу		Алюмінієві суднобудівні сплави											
		Міжнародні						Національні					
Позначення	Код хімічного складу	5754	5086	5083	5383, 5456	5059	6061, 6005A, 6082	1530	1550	1561	1565ч	1575	(AlSiMgMn)
Міжнародні матеріали ¹													
–	AlMg3	+	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–
5356	AlMg5	+	+	+	–	–	+	+	+	–	–	–	+
5183	AlMg4,5Mn	+	+	+	+	–	+	+	+	–	–	–	+
–	AlMg6Mn1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	–	–	+
Національні матеріали ²													
СвАМг3	AlMg3	+	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–
СвАМг5	AlMg5	+	+	+	–	+	+	+	+	–	–	–	+
СвАМг61	AlMg6Mn1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	–	+
Св01597	–	–	–	–	–	+	–	–	–	+	+	+	–

¹ Наведені позначення найбільш поширених присадкових матеріалів для зварювання міжнародних алюмінієвих сплавів (способи зварювання 141 = TIG і 131 = MIG) згідно з стандартом ДСТУ EN ISO 18273 або відповідними стандартами ISO чи EN.

² Наведені позначення марок зварювальної проволоки для зварювання алюмінієвих сплавів для суднобудування відповідно до стандарту ГОСТ 7871 (способи зварювання 141 = TIG і 131 = MIG).

2.3 ЗВАРЮВАННЯ ВИРОБІВ СУДНОВОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

2.3.1 Ці вимоги поширюються на зварювання конструкцій суднового машинобудування, які виготовляються із застосуванням основних і зварювальних матеріалів, що відповідають вимогам частини XIII «Матеріали» і цієї частини Правил. Виготовлення конструкцій із матеріалів, що не регламентуються Правилами, повинне виконуватися за погодженням із Регістром.

2.3.2 Вибір зварювальних матеріалів для зварювання конструкцій механізмів і механічних установок проводиться виходячи із конкретних марок сталі, що застосовуються для виготовлення, із урахуванням вимог 2.2.4 – 2.2.6.

2.3.3 Якщо конструкції працюють при підвищеній температурі або у хімічно активному середовищі, зварювальні матеріали повинні вибиратися із урахуванням цих умов.

2.3.4 Для зварювання деталей суднового машинобудування зі сталі товщиною 30мм і більше повинні застосовуватися зварювальні матеріали, що забезпечують стійкість зварного з'єднання проти утворення холодних тріщин, або виробник повинний передбачити технологічні заходи (підігрів, термічну обробку, обмеження мінімальної температури навколишнього повітря при зварюванні тощо) для запобігання утворення холодних тріщин.

2.3.5 Зварні шви конструкцій, що працюють під дією динамічних навантажень, повинні бути виконані із повним проваром. Перехід від основного металу до шва повинний бути плавним.

2.3.6 Застосування зварювання при виготовленні валів суднового валопроводу і колінчатих валів може бути допущено за погодженою з Регістром технологією і надання даних, що свідчать про стабільність результатів її застосування.

Необхідні умови для цього - виконання неруйнівного контролю усіх зварних швів і гарантована границя утомної міцності зварних з'єднань, прийнята у розрахунках.

Обсяг необхідного дослідного зварювання і програма випробувань повинні бути погоджені з Регістром до початку робіт.

2.3.7 Застосування зварювання, наплавлення, металізації розпиленням та інших подібних методів у процесі виготовлення і ремонту виробів суднового машинобудування може бути допущено при позитивних результатах випробувань, виконаних за методикою, погодженою з Регістром, та які підтверджують можливість застосування даного методу на конкретному підприємстві.

Відновлення суднових валів із вуглецевої сталі (які містять до 0,45% вуглецю), зношених або тих, які мають поверхневі тріщини, може допускатися наплавленням, якщо знос або глибина тріщин складає не більше 5% діаметра вала, але не більше 15мм.

2.4 ЗВАРЮВАННЯ СУДНОВИХ ПАРОВИХ КОТЛІВ І ПОСУДИН, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ ПІД ТИСКОМ

2.4.1 Зварні шви котлів повинні мати маркування, що дають можливість встановити, який зварювальник виконував зварювання.

Поздовжні і кільцеві шви корпусів котлів повинні виконуватися із підваркою за винятком випадків, коли коефіцієнт міцності зварного шва ϕ відповідно до табл. 2.1.6.1-1 частини X «Котли, теплообмінні апарати і посудини під тиском» взятий таким, що дорівнює 0,7 або менше.

Вирізи та отвори в корпусі котла за можливістю не повинні перерізати кільцеві і поздовжні шви корпусу котла.

Допустимість приварки до корпусу котлів монтажних кріплень, захватів та інших деталей повинна бути вказана в документації, яка подається Регістру на погодження.

Поздовжні і поперечні шви колекторів, корпусів котлів і посудин, які працюють під тиском, повинні виконуватися у стик.

2.4.2 Вибір зварювальних матеріалів для зварювання котлів і посудин під тиском проводиться виходячи із конкретних марок сталі, застосовуваних для їх виготовлення з урахуванням вимог **2.2.4 – 2.2.6**.

2.4.3 Застосування електродів із рутиловим і кислим покриттями для зварювання котлів і посудин класу I (див. **1.3.1.2** частини X «Котли, теплообмінні апарати і посудини під тиском») не допускається; для котлів і посудин класів II і III – допускається за умови, якщо ці конструкції виготовляються із вуглецевої сталі і товщина зварюваних деталей не перевищує 20мм.

2.4.4 Термічна обробка котлів і посудин виконується за стандартами або беруться до уваги рекомендації виробників сталі.

Зварні з'єднання деталей, що у зв'язку із їх розмірами або спеціальною конструкцією не можна піддавати термічній обробці для зняття напружень у цілому, за погодженням із Регістром можуть бути оброблені вроздріб. При цьому обробка повинна проводитися рівномірним нагріванням достатньо широкої ділянки уздовж шва (біля шести товщин листа з обох боків зварного шва) таким чином, щоб поширення теплових напружень в інші райони деталей було виключене. Місцева обробка зварювальним пальником не допускається.

2.4.5 При закладенні отворів у котлах ввареними заглушками повинні виконуватися вимоги національних стандартів.

2.4.6 Ремонт зношених стінок котлів і посудин наплавленням допускається тільки за погодженням із Регістром.

Площа наплавлення повинна бути не більше ніж 500см^2 , а глибина – не більше ніж 30% товщини листа. Якщо ці умови не виконані, дефектну ділянку треба замінити новим листом.

2.4.7 Під час виготовлення котлів, теплообмінних апаратів і посудин під тиском, що відносяться до класів I і II (див. **1.3.1.2** частини X «Котли, теплообмінні апарати і посудини під тиском»), для перевірки механічних властивостей швів зварних з'єднань повинні бути зварені контрольні планки при виготовленні одиничних виробів, серійному виготовленні на головному зразку виробу, при зміні конструкцій основних вузлів і деталей виробу і застосуванні нових матеріалів і засобів зварювання.

Контрольні планки для виробів, що відносяться до класу III, можуть виготовлятися на вимогу Регістра.

2.4.8 Контрольні планки повинні прикріплюватися до поздовжнього шва котла або посудини таким чином, щоб зварний шов планок був продовженням шва виробу. Шов планок повинний зварюватися за тих же технологічних умов, що і шов виробу.

З цієї проби повинні бути виготовлені і випробувані: один поперечний зразок на розтягування, два поперечних зразки на згин, три зразки на ударний згин, вирізаних відповідно до рис. 4.3.3.1.

Зразки для конструкцій класу III повинні виготовлятися на вимогу інспектора Регістру. Умови вирізання зразків із проб і проведення випробувань повинні відповідати **4.2.2**.

2.5 ЗВАРЮВАННЯ СУДНОВИХ ТРУБОПРОВОДІВ

2.5.1 Тип зварних з'єднань трубопроводів повинний відповідати стандартам.

2.5.2 Вибір зварювальних матеріалів для зварювання трубопроводів проводиться виходячи із конкретних марок сталей, застосовуваних у процесі виготовлення з урахуванням вимог **2.2.4 – 2.2.6**.

2.5.3 Зварні стикові з'єднання труб повинні бути виконані з повним проваром кореня шва. Допускається зварювання на підкладних кільцях, які видаляються після зварювання.

2.5.4 Застосування підкладних кілець, які залишаються у стикових з'єднаннях труб, допускається у тих трубопроводах, де вони не впливають негативно на їх експлуатаційні властивості.

Стикові з'єднання фланців із трубами не повинні виконуватися на підкладних кільцях, які залишаються.

2.5.5 Зварні з'єднання труб підлягають термічній обробці на трубах із низьколегованої сталі і у разі газового зварювання головних паропроводів, які працюють при температурі понад 350°C .

2.5.6 При зварюванні труб із хромомолібденової сталі, яка містить 0,8% або більше хрому і більше 0,16% вуглецю, зварювані кромки повинні підігріватися до температури $200\ldots 230^{\circ}\text{C}$. Ця температура повинна підтримуватися в процесі зварювання.

2.5.7 Зварювані кромки мідних труб із товщиною стінок 5 мм і більше перед початком зварювання повинні підігріватися до температури $250\ldots 350^{\circ}\text{C}$.

Зварювання мідно-нікелевих труб повинне проводитися без підігріву. Застосування паяння для з'єднання мідно-нікелевих трубопроводів не допускається.

2.6 ЗВАРЮВАННЯ ВИЛИВКІВ І ПОКОВОК

2.6.1 Зварювання сталевих виливків і поковок повинне проводитися незалежно від температури навколишнього повітря з попереднім підігрівом або необхідне застосування інших технологічних заходів, що забезпечують виконання вимог до зварних з'єднань, в таких випадках:

.1 при вмісті вуглецю у сталі виливків або поковок більше 0,25%;

.2 при вмісті вуглецю у сталі виливків або поковок більше 0,23%, якщо ці виливки і поковки входять до складу корпусу суден із полярними класами **PC1-PC6**, балтійськими льодовими класами **IA Super, IA, IB, IC**, льодовими класами **Ice4 – Ice6** та знаком **Icebreaker** (виливки і поковки ахтерштевня, форштевня, кронштейнів гребних валів та інших подібних конструкцій).

2.6.2 Температура підігріву і режим термічної обробки виливків і поковок визначаються залежно від конструкції, розмірів і умов експлуатації відповідно до **2.1.4, 2.1.12, 2.1.16**.

2.6.3 Дефекти на сталевих поковках і виливках допускається виправляти зварюванням тільки в тих випадках, коли була попередньо перевірена зварюваність даної сталі і враховані умови роботи литої або кованої деталі.

Виправлення дефектів зварюванням, як правило, повинне проводитися до остаточної термічної обробки. Зварювання після неї допускається тільки у виняткових випадках.

Дефекти, які систематично з'являються у поковках і виливках, виправляти зварюванням не допускається.

2.6.4 Заварювання дефектів у виливках повинне проводитися після видалення ливників і додатків і ретельного очищення виливків від формувальних матеріалів, ґрату, сторонніх краплень.

Місця, що підлягають заварюванню, повинні бути оброблені до непошкодженого металу так, щоб у всіх місцях була можливість забезпечити провар.

Стінки підготовлених під заварювання місць повинні бути пологими, а поверхня підготовленого поглиблення не повинна мати гострих кутів.

2.7 ЗВАРЮВАННЯ ЧАВУНУ

2.7.1 виправлення дефектів виливків із чавуну зварюванням допускається за погодженням із Регістром способом, який одержав схвалення Регістру на підставі результатів випробувань за програмою, погодженою з Регістром.

2.8 ЗВАРЮВАННЯ ПЛАКОВАНОЇ СТАЛІ

2.8.1 Способи зварювання плакованої сталі повинні бути допущені відповідно до розд. 6 частини 3 «Технічний нагляд за виготовленням матеріалів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів і виробів; зварювальні матеріали – згідно з розд. 4.

Форма оброблення кромки деталей під зварювання повинна відповідати національним стандартам або кресленням, схваленим Регістром.

Оброблення кромки повинне проводитися механічною обробкою або шліфуванням.

Кромки деталей під час складання повинні бути добре підігнані одна до одної і не мати зміщення на плакованій стороні.

2.8.2 Корозійна стійкість металу шва із боку плакувального шару повинна бути такою ж, як і плакувального шару.

Товщина корозійностійкого шару шва повинна бути не менша товщини плакувального шару.

Хімічний склад металу шва на стороні плакувального шару (за винятком зони кореня шва) повинний відповідати хімічному складу плакувального металу.

2.8.3 Як правило, у першу чергу повинний бути зварений шов із боку основного шару і в другу чергу – із боку плакувального шару.

Під час виконання шва із сторони основного шару зварювання повинне вестися таким чином, щоб не розплавлявся плакувальний шар.

До зварювання плакувального шару корінь шва повинний бути зачищений до чистого металу із застосуванням тільки механічної обробки або шліфування.

Зварювання плакувального шару повинне виконуватися так, щоб не було значного змішування легованого металу з нелегованим.

Для зварювання плакувального шару повинні застосовуватися зварювальні електроди і дріт за можливістю малого діаметра. Зварювання повинне виконуватися на малій погонній енергії. Шов із сторони плакувального шару повинний бути виконаний щонайменше у два шари.

Поперечні коливання електрода під час зварювання плакувального шару не допускаються. При цьому на поверхні зварюваних кромки по усій товщині основного шару попередньо повинно бути виконане наплавлення високолегованими матеріалами, які забезпечують відсутність тріщин.

Якщо ширина верхнього шару шва така, що її необхідно виконувати у декілька проходів, останній прохід повинний виконуватися по середині шва.

2.8.4 Якщо при зварюванні труб із плакованої сталі двостороннє зварювання неможливе, увесь шов повинний бути заварений зварювальними матеріалами, які відповідають матеріалу плакувального шару.

Під час зварювання тонких листів плакованої сталі увесь шов також повинний бути виконаний зварювальними матеріалами, які відповідають матеріалу плакувального шару.

2.9 ПАЯННЯ ТВЕРДИМ ПРИПОЄМ

2.9.1 Паяні з'єднання конструкцій, зазначених у 1.1.1, підлягають нагляду Регістру і повинні виконуватися відповідно до стандартів або технічної документації, погоджених із Регістром.

2.10 ЗВАРЮВАННЯ АЛЮМІНІУ І ЙОГО СПЛАВІВ

2.10.1 Зварювальні роботи повинні проводитися найдоцільнішим способом, що забезпечує якісне з'єднання, максимальну його міцність, хімічний склад, що наближається до складу основного матеріалу, і достатню стійкість проти корозії.

2.10.2 Зварні шви повинні, по можливості, розташовуватися у районах найнижчих напружень. Зварювання повинне проводитися, як правило, у нижньому положенні.

Зняття підсилення зварних швів допускається тільки за погодженням із Регістром.

2.10.3 Безпосередньо перед зварюванням (прихваткою) зварювані кромки деталей із алюмінію і його сплавів повинні знежирюватися спеціальними розчинниками (ацетон, спирт тощо) і зачищатися сталевими дотовими щітками. Прихватки перед зварюванням також повинні бути зачищені сталеву щіткою. При багатопрохідному зварюванні повинне проводитися зачищення щітками кожного попереднього шару перед накладенням наступного.

2.10.4 Зварювальні матеріали із алюмінію і його сплавів перед зварюванням повинні бути зачищені для видалення забруднень і оксидної плівки.

2.10.5 Дopusкається зварювання алюмінієвих сплавів на підкладках, які залишаються або видаляються. Підкладки, які видаляються після зварювання, повинні виготовлятися із нержавіючої сталі. Підкладки, які залишаються, повинні виготовлятися зі сплаву тієї ж марки, що і зварювані деталі.

2.10.6 При двосторонньому зварюванні перед накладенням шва із зворотного боку необхідно видалити корінь шва до чистого металу рубанням, струганням або фрезеруванням. Видалення кореня шва абразивними кругами не допускається.

2.10.7 Дopusкається гаряча правка конструкцій із алюмінію і його сплавів. Температура нагрівання під час правки повинна відповідати властивостям даного сплаву.

2.10.8 Якщо при зварюванні застосовується флюс, він повинний бути за можливістю нейтральним. Якщо, як виняток, застосовувався не нейтральний флюс, після зварювання він повинний бути ретельно видалений.

2.10.9 У районі з'єднання конструкцій із алюмінієвих сплавів на заклепках усі основні зварювальні роботи повинні бути закінчені до початку клепаання.

2.11 ЗВАРЮВАННЯ МІДІ ТА ЇЇ СПЛАВІВ, ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ТА ІНШИХ НЕЗАЛІЗНИХ МЕТАЛІВ

2.11.1 Зварювання міді та її сплавів, важких металів та інших не залізних металів проводиться відповідно до вимог національних стандартів і/або по схваленій Регістром документації.

2.12 ЗВАРЮВАННЯ СТАЛІ ВИСОКОЇ МІЦНОСТІ

2.12.1 Зварювальні матеріали, призначені для зварювання сталі високої міцності, повинні бути допущені відповідно до 4.7, а способи зварювання, які можна застосовувати – згідно з розд. 6 частини 3 «Технічний нагляд за виготовленням матеріалів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів і виробів.

2.12.2 Спосіб і технологія зварювання повинні бути схвалені Регістром після виконання технологічних випробувань за погодженою програмою. При цьому виробник зварних конструкцій повинний надати зафіксовані у документації температуру підігріву перед зварюванням, погонну енергію при зварюванні, термообробку після зварювання, температуру між проходами.

Виробник повинний мати у своєму розпорядженні систему реєстрації режимів зварювання, включаючи температуру між проходами, і пред'являти результати контролю за вимогою Регістру.

2.12.3 Зварні з'єднання необхідно виконувати багатопрохідним зварюванням.

Однопрохідне зварювання допускається тільки за погодженням із Регістром. Кожний прохід виконується безперервно із мінімальними коливаннями дуги.

2.12.4 Не допускається збудження дуги за межами підготовлених до зварювання кромок.

Приварювання монтажних, допоміжних засобів допускається за умови виконання вимог Регістру до зварювальних матеріалів і температури місцевого підігріву.

Монтажні допоміжні засоби звичайно видаляються механічним різанням із наступним зачищенням на рівні із поверхнею основного металу.

Після попереднього газового різання повинна виконуватись механічна обробка частини, що залишилася, і зачищення.

2.12.5 Кромки, підготовлені із використанням газового різання, повинні після цього оброблятися механічним способом. Зачищення кореня шва виконується тільки механічним способом.

Температура підігріву при правленні підлягає погодженню з Регістром у кожному випадку. При цьому повинні бути забезпечені необхідні властивості основного матеріалу і зварного з'єднання.

2.13 ЗВАРЮВАННЯ ТИТАНУ ТА ЙОГО СПЛАВІВ

2.13.1 Зварювальні роботи повинні здійснюватися найбільш ціленаправленими способами, що забезпечать якість зварних з'єднань, максимальну їх міцність, хімічний склад, які наближуються до складу основного металу.

2.13.2 Зварювання може виконуватися у всіх просторових положеннях.

2.13.3 На ділянках, де виконується зварювання деталей, швидкість місцевих повітряних потоків не повинна перевищувати 0,3м/с. Вимірювання швидкості переміщення повітря повинне виконуватися за допомогою ручних анемометрів. В зв'язку з цим, робочі місця зварювальників на потокових складально-зварювальних ділянках повинні розміщуватися таким чином, щоб була виключена можливість протягів і місцевих потоків повітря.

2.13.4 На ділянках, де виконується зварювання деталей, не дозволяється виконання робіт, пов'язаних з значними виділеннями пилю і диму.

2.13.5 Для забезпечення видалення забрудненого і подачі чистого повітря, виробничі приміщення для проведення робіт по зварюванню (цехи) повинні бути обладнані приточно - витяжною вентиляцією. В холодний період року повітря, що подається, повинно бути підігрітим. Робота вентиляційних установок і пневматичного інструменту в цеху і на ділянках, де виконується зварювання деталей, повинна бути організована таким чином, щоб не порушувався газовий захист при зварюванні.

2.13.6 Освітленість виробничих приміщень при виконанні зварювальних робіт повинна бути не менш 50лк.

Крім загального освітлення повинно бути передбачене місцеве освітлення безпосередньо на робочих місцях:

не менше 75лк - при перевірці якості зварних з'єднань при візуальному огляді;

не менше 150лк – при проведенні операцій вхідного контролю зварювальних матеріалів і контролю якості їх підготовки.

2.13.7 Температура повітря в приміщеннях залежно від їх призначення повинна бути:

не нижче 17°C - в приміщеннях підготовки зварювальних матеріалів і знежируючих розчинів, вакуумного відпалу, травлення, виготовлення пристосувань для піддуву повітря захисним газом, комор для зберігання упакованих і прийнятих зварювальних матеріалів, а також контрольно - вимірювального інструменту;

не нижче 5°C - в приміщеннях для проведення зачисних, газорізальних і зварювальних робіт.

Допускається виконання зварювальних робіт при зниженні температури до 1°C при забезпеченні зварювального обладнання від замерзання води в водяних шлангах.

2.13.8 Відносна вологість у виробничих приміщеннях для підготовки присадочних матеріалів і в коморах для зберігання упакованих і прийнятих зварювальних матеріалів повинна бути не більше 75%.

Допускається в період з травня по вересень збільшення відносної вологості до 80%. При відносній вологості в коморах більш ніж 80% необхідно включати обігрівачі.

2.13.9 Облицювання стін і підлоги виробничих приміщень повинне забезпечувати легке видалення пилю і не служити джерелом пилю. Цементна підлога дозволяється тільки в районі під'їзних шляхів.

2.13.10 Чистота у виробничих приміщеннях повинна забезпечуватися шляхом періодичного прибирання за допомогою пилососів або інших засобів, а також періодичним вологим прибиранням. Вологе прибирання виробничих приміщень для підготовки зварювальної проволочки і для проведення зварювальних робіт необхідно виконувати:

підлоги - принаймні два рази на зміну (на початку роботи і під час обідньої перерви);

обладнання, технологічного оснащення, стелажів і зібраних конструкцій для зварювання - принаймні раз на тиждень;

стін на висоту до 3 м і конструкцій, на яких не виконуються зварювально - збірні роботи – принаймні раз на місяць;

стін на висоті більше 3 м, вікон, ліхтарів, підкранових шляхів, вентиляції трубопроводів – при черговому косметичному ремонту цеху.

З моменту встановлення обладнання на виробах вологе прибирання стін та конструкцій над виробами не слід виконувати.

2.13.11 Під час підготовки деталей і конструкцій для зварювання необхідно передбачати наступне:

.1 механічну обробку кромки деталей під зварювання, а також їх поверхонь.

Якість механічної обробки кромки під зварювання підлягає прийняттю підрозділом технічного контролю підприємства-виготовлювача. Після механічної обробки поверхонь і кромки, які зварюються, а також поверхні деталей повинні мати наступну шорсткуватість по параметру Ra (не більше):

20мкм – в з'єднаннях листових конструкцій товщиною більше, ніж 15мм, які виконуються будь-яким видом зварювання;

10мкм – в з'єднаннях листових конструкцій товщиною менше, ніж 15мм, які виконуються будь-яким видом зварювання і в конструкціях трубопроводів з товщиною стінки більш ніж 5мм, що виконуються будь-яким видом зварювання;

5мкм – в з'єднаннях трубопроводів з товщиною стінок менш ніж 5мм, що виконуються будь-яким видом зварювання;

2 зачистку місць для зварювання, а також прилеглих поверхонь.

Операція з зачистки може виконуватися:

механізованими або ручними засобами з застосуванням металевих дротяних кругів або металевих дротяних щіток;

шліфувальними кругами з подальшим зачищенням металевими щітками;

борфрезою з подальшим зачищенням металевими щітками;

шабруванням (вручну) – при підготовці тонколистових і трубних зварних з'єднань;

наждачним папером – при підготовці зварних з'єднань трубопроводів.

З поверхні окислених деталей в зоні зварного шва повинен бути видалений окислений шар на глибину не менше ніж 100мкм – при антифрикційному окисдуванні або до металевого блиску – при захисному окисдуванні;

3 знежирення зварювальних поверхонь і кромки з прилеглими до них поверхнями.

При проведенні операцій з знежирювання необхідно застосовувати спеціальні знежирювальні засоби (водяні рідини для змивання, ацетон, спирт тощо) залежно від використовуваних напівфабрикатів для виготовлення конструкцій. При застосуванні водяних рідини для змивання ділянки після промивки потрібно насухо витерти чистими білими кретоновими серветками, а при застосуванні ацетону або спирту – просушити на повітрі.

При зварюванні трубопроводів, з метою зниження пароутворення під час підготовки зварних кромки, рекомендується проводити спеціальну очистку, яка складається із:

знежирення у водному розчині тринатрій - фосфату;

травлення у розчині азотної (вагова частка 30-40%) і фтористоводневої кислот (масова частка 3,5-6,0%).

2.13.12 Для забезпечення якості зварних швів під час зварювання титанових сплавів повинен бути передбачений обов'язковий захист зворотної сторони зварних з'єднань від впливу повітря (окислення) за допомогою піддуву інертним газом методами загального захисту конструкцій (в камерах з інертною контрольованою атмосферою або у вакуумі) або місцевого захисту. Піддув інертним газом може виконуватися:

спеціальними газозахисними засобами, що переміщуються вздовж зварного шва або які встановлені стаціонарно;

заповненням внутрішнього об'єму всієї конструкції або її частини.

Піддув захисного газу може виконуватися за допомогою наповнення внутрішнього об'єму трубопроводів.

2.13.13 Для забезпечення якості зварних з'єднань під час зварювання необхідно перевірити:

роботу всіх вузлів і механізмів зварювального обладнання і ланцюгів управління, газової системи захисту і водяного охолодження;

присутність на робочому місці головних та допоміжних матеріалів, необхідних для виконання зварювальних робіт;

тиск інертних газів в балонах, які безпосередньо під'єднані до зварювальних постів.

2.13.14 Зварювальний дріт і присадкові стрижні із комори повинні видаватися зварювальнику в кількості, яка необхідна для виконання роботи в одну зміну. Перед використанням матеріалів зварювальник повинен перевірити якість поверхні дроту і стрижнів, а також їх чистоту, шляхом протирання білою кретоною серветкою.

Неякісні і забруднені матеріали повинні бути повернуті в комору:

сірий колір мінливості без металевого блиску;

зморшуваті ділянки, а також порошковий наліт будь-якого кольору.

2.13.15 Якість зварного шва повинна оцінюватися за кольором поверхні кратера:

сріблястий без слідів мінливості;

світло - жовтий (солом'яний) колір мінливості є допустимим;

інші, крім світло - жовтого (солом'яного) кольору мінливості на поверхні кратеру є недопустимими.

При окисленні кратеру до недопустимих кольорів мінливості, зварювання повинно бути припинене для визначення і виправлення причин, які спонукали до окислення металу, а шов (валик) – повинен бути вирізаний на всю глибину проплавлення металу і по всій довжині окислення.

Забороняється продовжувати зварювання або обробляння швів без усунення причин, які призвели до окислення кратеру шва.

2.13.16 Якщо кратер шва має недопустимий колір мінливості, тоді якість захисту поверхні швів (валиків) і основного металу в процесі зварювання, слід оцінювати також по їх кольорах мінливості та зовнішньому вигляду поверхні.

Умовно допустимі кольори мінливості на поверхні швів і основного металу:

світло-жовтий (солом'яний), коричневий і фіолетовий.

Недопустимі кольори мінливості і зовнішній вигляд поверхні швів (валиків):

синій, блакитний, зелений і світло - зелений;

сірий колір мінливості без металевого блиску;

зморшкуваті ділянки, а також порошковидний наліт будь-якого кольору.

У разі наявності умовно допустимих кольорів мінливості, окисну плівку на поверхні зварних швів (валиків) і основного металу слід видаляти. Суворо забороняється виконувати зварювання на окислених поверхнях (при будь-якому кольорі мінливості), а також виконувати переплавку цих ділянок.

Зварні шви з недопустимими кольорами мінливості і зовнішнім виглядом повинні бути видалені на всю глибину проплавлення.

Перед тим, як виконати зварювання, ділянки швів (окремих валиків) і поверхні основного металу після видалення окислення та їх зачистки, а також при відновленні зварювання після перерви, повинні бути промиті розчинником.

Примітки: 1. Допустимі кольори мінливості на поверхні кратера (світло-жовтий (солом'яний)), а також умовно допустимі кольори мінливості на поверхні швів і основного металу (світло-жовтий (солом'яний), коричневий і фіолетовий) характеризують поверхнєве окислення - тонку окисну плівку, яка легко очищується за допомогою сталєвої щітки.

2. При наявності на поверхні кратера будь-якого кольору мінливості, іншого, ніж світло-жовтий (солом'яний), незалежно від кольору мінливості на поверхні виконаного валика, останній може бути окисленим на усьому перерізі (в зв'язку з окисленням в процесі зварювання рідкої ванни) і в цьому випадку він підлягає видаленню.

3. Недопустимі кольори мінливості на поверхні швів (синій, блакитний, зелений і світло - зелений) свідчать або про поверхнєве окислення з товщиною окисної плівки, яка не піддається достатньому видаленню зачисткою сталєвою щіткою, або про об'ємне окислення наплавленого металу, твердість якого перевищує твердість основного металу.

Валики із недопустимими кольорами мінливості підлягають видаленню.

4. Сірий колір мінливості без металевого блиску, а також зморщені ділянки і порошковидний наліт будь-якого кольору на наплавленому валику свідчать про об'ємне окислення, і шов підлягає видаленню на всю глибину проплавлення.

2.13.17 Після зварювання з'єднань, вихідні планки повинні бути видалені, кінці деталей повинні бути зачищені і виконаний контроль зачищених місць.

2.13.18 Однопрохідні зварювальні шви при будь-якому способі зварювання рекомендується виконувати без перерви.

При виконанні багатопрохідних швів, зварювання для кожного подальшого проходу повинно бути зроблене тільки після попереднього охолодження попереднього.

Основним критерієм достатнього охолодження повинна бути відсутність кольорів мінливості на поверхні кратеру і валика.

2.13.19 Допускається застосовувати правку для видалення загальних і місцевих деформацій листових конструкцій, які виникають під час їх виготовлення. Правку конструкцій із титанових сплавів необхідно виконувати нагріванням за допомогою електричної дуги. Дозволяється правку виконувати багатопрохідними швами. Температура нагрівання при правці повинна відповідати властивостям даного сплаву.

3. КОНТРОЛЬ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ

3.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

3.1.1 Методи неруйнівного контролю.

3.1.1.1 Неруйнівний контроль зварних з'єднань може виконуватися наступними методами:

- .1 зовнішнім оглядом і вимірюванням (VT);
- .2 магнітопорошковим (MT);
- .3 капілярним, включаючи кольоровий, люмінесцентний і люмінесцентно-кольоровий (PT);
- .4 радіографічним, включаючи рентгено- і гаммаграфічний (RT);
- .5 ультразвуковим (UT);
- .6 контролю непроникності і герметичності.

3.1.1.2 Можливості різних методів неруйнівного контролю за їх застосування для різних типів зварних з'єднань наведені в табл. 3.1.1.2-1 та 3.1.1.2-2. При цьому необхідно враховувати, що радіографічний і ультразвуковий методи мають розходження за характеристиками щодо виявлення для дефектів різного типу і розташування.

Таблиця 3.1.1.2-1 Загальні можливості застосування методів неруйнівного контролю для виявлення поверхневих дефектів для всіх типів зварних з'єднань, включаючи кутові шви без оброблення кромки, згідно з стандартом ДСТУ EN ISO 17635 або відповідними стандартами ISO чи EN

Матеріали	Методи контролю
Феритні сталі	VT, VT і MT, VT і PT
Аустенітні сталі	VT, VT і PT
Алюмінієві сплави	VT, VT і PT
Нікелеві та мідні сплави	VT, VT і PT
Титанові сплави	VT, VT і PT

Таблиця 3.1.1.2-2 Загальні можливості застосування методів неруйнівного контролю для виявлення внутрішніх дефектів у зварних з'єднаннях з повним проваром згідно з стандартом ДСТУ EN ISO 17635 або відповідними стандартами ISO чи EN

Матеріали і тип з'єднань	Номінальна товщина основного металу t , мм		
	$t \leq 8$	$8 < t \leq 40$	$t > 40$
Феритні сталі, стикові з'єднання	RT або (UT)	RT або UT	UT або (RT)
Феритні сталі, таврові і кутові з'єднання	(UT) або (RT)	UT або (RT)	UT або (RT)
Аустенітні сталі, стикові з'єднання	RT	RT або (UT)	RT або (UT)
Аустенітні сталі, таврові і кутові з'єднання	(UT) або (RT)	(UT) і/або (RT)	(UT) або (RT)
Алюмінієві сплави, стикові з'єднання	RT	RT або UT	RT або UT
Алюмінієві сплави, таврові і кутові з'єднання	(UT) або (RT)	UT або (RT)	UT або (RT)
Нікелеві та мідні сплави, стикові з'єднання	RT	RT або (UT)	RT або (UT)
Нікелеві та мідні сплави, таврові і кутові з'єднання	(UT) або (RT)	(RT) або (UT)	(UT) або (RT)
Титанові сплави, стикові з'єднання	RT	RT або (UT)	
Титанові сплави, таврові і кутові з'єднання	(UT) або (RT)	UT або (RT)	

Примітка: Методи контролю зазначені в дужках мають обмеження по застосуванню:

- нижня межа по товщині основного металу для ультразвукового методу контролю обумовлюється застосовуваними обладнанням і стандартами. Відповідно до нормативних документів, застосовуваних в суднобудуванні, ультразвуковий контроль для товщин менше 8мм не застосовується;
- для радіографічного контролю верхня межа його застосовності по товщині основного металу обумовлюється можливостями джерел радіаційного випромінювання і часом експозиції (див. 3.2.4);
- можливість застосування радіографічного контролю для таврових і кутових з'єднань обумовлюється відношенням товщини наплавленого металу в напрямку просвічування до сумарної товщини основного і наплавленого металу в напрямку просвічування (при зменшенні цього відношення менше 0,3 застосування радіографічного контролю недоцільне);
- для матеріалів з високим рівнем ослаблення сигналу (аустенітні сталі, нікелеві і мідні сплави) застосування ультразвукового методу контролю вимагає застосування спеціальних методик.

Радіографічний метод найбільш ефективний для виявлення і класифікації об'ємних (тривимірних) внутрішніх несутцільностей типу пор, шлаків, металевих включень і непроварів в корені шва, і менш ефективний при виявленні площинних (двовимірних) несучільностей типу тріщин і несплавлень, особливо якщо їхня площа не збігається з напрямком просвічування.

Ультразвуковий метод, навпаки, найбільш ефективний для виявлення площинних (двовимірних) дефектів, які є найбільш небезпечними і недопустимими у зварних конструкціях незалежно від їх лінійних розмірів і розташування. При цьому ультразвуковий метод дозволяє визначити глибину залягання виявлених дефектів, що є суттєвим при видаленні та виправленні дефектних ділянок шва. Також необхідно враховувати, що цей метод неруйнівного контролю володіє обмеженими можливостями для класифікації об'ємних внутрішніх несучильностей і їх оцінка виконується в умовних числових характеристиках.

3.1.2 Вимоги до випробувальних лабораторій та персоналу.

3.1.2.1 Неруйнівний контроль і оцінювання зварних з'єднань повинні виконуватися випробувальними лабораторіями (центрами), компетенція і статус яких задовольняють вимогам до акредитації згідно з національними стандартами або міжнародними стандартами.

Документом, який підтверджує компетенцію випробувальної лабораторії (центру), є Свідоцтво про акредитацію (визнання), видане Регістром або іншим уповноваженим національним органом. В останньому випадку копія Свідоцтва з додатками повинна бути представлена інспектору Регістра до початку виконання зварювальних робіт.

Вимоги до випробувальних лабораторій і порядок їх визнання Регістром повинні відповідати положенням розд. 9 «Визнання випробувальних лабораторій» частини 1 Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів і виробів.

3.1.2.2 Неруйнівний контроль зварних з'єднань і оцінка їх якості повинні виконуватися фахівцями, які пройшли відповідне навчання, атестацію та мають відповідний досвід практичної роботи з конкретного методу неруйнівного контролю, який повинний бути підтверджений документально. Визначення рівня кваліфікації та сертифікація персоналу в області неруйнівного контролю повинні виконуватися згідно з вимогами стандарту ДСТУ EN ISO 9712 або відповідних стандартів ISO чи EN, а також інших вимог, визнаних Регістром. Органи, які виконують атестацію персоналу в області неруйнівного контролю, повинні відповідати загальним вимогам стандарту ДСТУ EN ISO/IEC 17024 або відповідних міжнародних стандартів ISO/IEC чи EN/IEC.

3.1.2.2.1 Рівні атестації.

Особа, сертифікована відповідно до стандарту ДСТУ EN ISO 9712 або відповідних стандартів ISO чи EN, може бути атестована на один або більше із трьох перерахованих нижче рівнів.

Рівень I.

Особа, сертифікована на рівень I, повинна мати компетенцію щодо виконання неруйнівного контролю згідно з інструкціями з неруйнівного контролю і під наглядом персоналу рівня II чи III. В межах виконуваного обсягу, обумовленого сертифікатом, персонал рівня I може отримати право на виконання наступних дій згідно з інструкціями неруйнівного контролю і в області компетенції, зазначеній в сертифікаті:

- установлення обладнання неруйнівного контролю;
- виконання контролю;
- записи і класифікація результатів контролю;
- складання звіту за результатами контролю.

Персонал, сертифікований на рівень I, не несе відповідальності ні за вибір методу або методики випробувань, ні за оцінку результатів.

Рівень II.

Особа, сертифікована на рівень II, повинна мати компетенцію щодо виконання неруйнівного контролю згідно з установленними процедурами. В межах виконуваного обсягу, обумовленого сертифікатом, персоналу рівня II може бути надано право для:

- вибору способу неруйнівного контролю для застосованого методу неруйнівного контролю;
- визначення обмежень щодо застосування методу випробувань;
- застосування зведень правил, стандартів, специфікацій і процедур неруйнівного контролю для створення практичних інструкцій, адаптованих для реальних робочих умов;
- здійснення встановлення параметрів і перевірки настроювання обладнання;
- виконання контролю і спостереження за контролем;
- трактовки і оцінки результатів згідно з застосовними законодавчими положеннями, стандартами, специфікаціями і процедурами;
- підготовки інструкцій неруйнівного контролю;
- виконання і контролю всіх завдань по рівню II або нижче рівня II;
- забезпечення керування персоналом по рівню II або нижче рівня II;

складання звіту за результатами неруйнівного контролю.

Рівень III.

Особа, сертифікована на рівень III, повинна мати компетенцію щодо виконання і безпосереднього здійснення неруйнівного контролю, на який вона має сертифікат. В межах обсягу компетенції, обумовленої сертифікатом, особі, яка сертифікована на рівень III, може бути надано право для:

прийняття повної відповідальності за приміщення дня проведення випробувань або за екзаменаційний центр і штат;

установлення, аналізу редакторської і технічної відповідності і затвердження інструкцій неруйнівного контролю і процедур;

інтерпретування зведень правил, стандартів, специфікацій і процедур;

призначення конкретних методів випробувань, процедур та використовуваних інструкцій неруйнівного контролю;

виконання і контролю всіх завдань по всіх рівнях;

забезпечення керування на всіх рівнях;

прийняття участі в комісіях з приймання атестаційних іспитів для спеціалістів неруйнівного контролю всіх рівнів згідно з вимогами застосовуваного стандарту і за узгодженням з органом по сертифікації.

Персонал рівня III повинен проявляти:

компетенцію при оцінці і трактуванні результатів в межах існуючих зведень правил, стандартів, специфікацій і процедур;

достатнє практичне знання застосовуваних матеріалів, технології і процесу виготовлення для вибору методу неруйнівного контролю, завдання методик неруйнівного контролю і надавати допомогу в установленні критеріїв оцінки, де їх не існує;

загальне знання інших методів неруйнівного контролю.

З урахуванням викладеного вище, повинні дотримуватися наступні вимоги до рівня кваліфікації персоналу, який допускається до виконання неруйнівного контролю зварних з'єднань:

.1 область визнання Регістром кваліфікації фахівців з неруйнівного контролю ультразвуковим методом обмежується, як правило, тими нормативними документами (стандартами), відповідно до яких вони проходили спеціальні і практичні випробування в процесі сертифікації;

.2 до виконання неруйнівного контролю радіографічним методом допускаються фахівці не нижче I рівня кваліфікації (без права видачі висновку), до виконання неруйнівного контролю іншими методами допускаються фахівці не нижче II рівня кваліфікації;

.3 видача висновку з неруйнівного контролю конкретним методом, перевірка працездатності апаратури, а також складання технологічних карт процедури неруйнівного контролю згідно з чинними нормативними документами повинні виконувати фахівці не нижче II рівня кваліфікації;

.4 затвердження інструкцій і процедур неруйнівного контролю, призначення конкретних методів випробувань, процедур і використовуваних інструкцій неруйнівного контролю, а також інтерпретація зводу правил, стандартів, специфікацій і процедур повинні виконуватися фахівцями III рівня кваліфікації.

3.1.3 Схема контролю і звітна документація.

3.1.3.1 Якщо інше не погоджене, повинна бути розроблена і подана Регістру для схвалення схема (відомість) контролю зварних з'єднань корпусних конструкцій і трубопроводів, а також окремих виробів, які виготовляються під технічним наглядом Регістра. В останньому випадку необхідні відомості можуть бути подані на відповідних кресленнях без розробки окремого документа. Схема (відомість) контролю повинна містити наступну інформацію:

.1 деталі та зварні з'єднання, які підлягають контролю на стадії приймання зварних конструкцій;

.2 об'єм і методи контролю;

.3 розташування заздалегідь призначених ділянок контролю;

.4 вимоги до оцінювання якості зварних з'єднань;

.5 стандарти або відповідні специфікації на проведення контролю.

3.1.3.2 Після закінчення зварювальних робіт на конструкції контрольний орган підприємства-виробника визначає місця (ділянки) контролю неруйнівним методом відповідно до схваленої Регістром схеми контролю. При цьому Регістр залишає за собою право змінювати розташування окремих ділянок неруйнівного контролю, або розширювати обсяг перевірок.

3.1.3.3 Звітні документи про проведені перевірки та випробування при неруйнівному контролі повинні бути підготовлені на усі види контролю (первісний, додатковий і повторний після

виправлення) і подані інспектору Регістра разом з протоколами випробувань, що підтверджують результати неруйнівного контролю. Звіт про результати неруйнівних випробувань зварних з'єднань повинний містити інформацію, передбачену вимогами **3.2.6**.

3.1.3.4 Результати повторного контролю після виправлення повинні бути окремо виділені у звітній документації.

Висновок про результати неруйнівного контролю повинний бути підписаний особою, яка безпосередньо виконувала контроль (оператором-дефектоскопістом), і особою, відповідальною за проведення контролю, яка має відповідні повноваження від випробувальної лабораторії.

3.1.3.5 Звітна документація про результати неруйнівного контролю якості зварних з'єднань повинна зберігатися на підприємстві не менше 5 років і пред'являтися, у разі необхідності, на вимогу Регістра.

3.1.4 Специфікації на проведення неруйнівного контролю.

Неруйнівний контроль зварних з'єднань повинний проводитися згідно з схваленими (затвердженими) специфікаціями (процедурами), які принаймні повинні містити наступну інформацію (якщо застосовно):

- .1 застосовувані стандарти на проведення контролю;
- .2 матеріали і розміри;
- .3 спосіб і процес зварювання;
- .4 посилання на застосовувану специфікацію процесу зварювання;
- .5 тип з'єднання і розміри;
- .6 основне і допоміжне обладнання;
- .7 умовну чутливість контролю і спосіб її настроювання із вказівкою використовуваних еталонів і/або стандартних зразків;
- .8 необхідність і спосіб корегування чутливості;
- .9 вказівка номенклатури параметрів дефектів (порушення суцільності, розмірів або форми), які виявляються та підлягають оцінюванню;
- .10 вимоги до настроювання і калібрування застосовуваного обладнання;
- .11 форму звітних документів за результатами контролю;
- .12 вимоги до кваліфікації персоналу згідно з міжнародними або національними стандартами;
- .13 критерії оцінювання якості для приймання продукції.

3.1.5 Вимоги до порядку проведення неруйнівного приймального контролю зварних з'єднань.

3.1.5.1 Неруйнівний приймальний контроль зварних з'єднань повинний виконуватися (у разі відсутності інших указівок) після завершення усіх зварювальних і рихтувальних робіт до їх фарбування або ґрунтування, або до нанесення гальванічних та інших покриттів.

При зварюванні конструкцій зі сталі підвищеної та високої міцності час після завершення робіт зі зварювання до початку проведення приймального контролю повинний становити не менше 48 годин.

Примітки: 1. Якщо виробник може надати документальні докази відсутності схильності до утворення холодних тріщин для застосовуваних матеріалів і технологічного процесу зварювання, час після завершення робіт зі зварювання до початку проведення контролю може бути зменшений для сталей категорій A/F40 і нижче і товщиною до 40мм включно.

2. Ця вимога не поширюється на операційний технічний контроль, який виконується в процесі виготовлення продукції відповідно до вимог технічного регламенту (наприклад, пошаровий контроль зварних з'єднань зовнішнім оглядом і вимірюванням, контроль зварних з'єднань з частково заповненим обробленням тощо).

3. В конструкціях штевнів криголамів і суден полярних і льодових класів контроль проводиться не раніше ніж через 72 години після завершення зварювальних робіт.

3.1.5.2 Усі зварні з'єднання повинні первісно піддаватися прийманню за результатами неруйнівного контролю зовнішнім оглядом і вимірюванням у обсязі 100% їх протяжності з обох сторін з'єднання (у випадку технічної можливості проведення такого огляду). При цьому усі недопустимі дефекти і недосконалості форми або розмірів шва, а також інші вади, які заважають проведенню неруйнівного контролю іншими методами, повинні бути усунені, а місця виправлень повторно прийняті контрольним органом виробника зварних конструкцій.

Регістр залишає за собою право вимагати призначення додаткових ділянок неруйнівного контролю відповідними методами у тих місцях, де за результатами неруйнівного контролю

зовнішнім оглядом і вимірами були виявлені дефекти, що свідчать про грубі порушення технологічного процесу зварювання.

3.1.5.3 Якщо передбачена термічна обробка зварних з'єднань, остаточний приймальний контроль повинний виконуватися після її завершення.

3.1.5.4 Проведення повторного неруйнівного контролю перед уведенням зварних конструкцій в експлуатацію (передаванням замовнику) або при їх остаточному прийманні повинне здійснюватися у тому випадку, якщо ці конструкції були піддані навантаженням, не передбаченим розрахунками для нормальної експлуатації (наприклад, при транспортуванні до місця монтажу, при випробуваннях пробним навантаженням або тиском, що перевищують розрахункові експлуатаційні). Методи і обсяг такого контролю повинні бути погоджені з Регістром.

3.1.5.5 Недопустимі дефекти, виявлені на усіх стадіях контролю зварних з'єднань, підлягають обов'язковому виправленню. При цьому повторне виправлення однієї і тієї ж ділянки зварного з'єднання дозволяється виконувати у випадках, обумовлених погодженою із Регістром документацією. Виправлення внутрішніх дефектів на одній ділянці шва, як правило, більше двох раз не дозволяється.

3.1.5.6 Якщо при контролі зварних з'єднань виявлені тріщини, то повинні бути вжиті наступні заходи:

1 проконтрольована вся довжина технологічно самостійного зварного з'єднання, виконаного зварювальником, який допустив брак. Для швів малої протяжності (менше 1м) контролю підлягають усі однотипні з'єднання у складі секції або монтажного з'єднання, виконані за аналогічним (із забракованим) технологічним процесом зварювання;

2 зупинені зварювальні роботи, які виконуються із застосуванням аналогічної специфікації процесу зварювання;

3 виявлені та усунуті причини утворення тріщин з наданням інспектору Регістра інформації про заходи, прийняті по їх усуненню. За необхідності в специфікацію процесу зварювання внесені корегування з повторним пред'явленням документа Регістру для схвалення.

Примітки: 1. Технологічно самостійним вважається зварне з'єднання безперервної довжини, яке має по всій довжині однаковий переріз і оброблення кромки, виконане за однією специфікацією процесу зварювання в одному або в безперервно мінливому просторовому положенні зварювання.

2. До зварних з'єднань малої протяжності відносяться стикові з'єднання штабобульбового і таврового профілю, а також таврові з'єднання із суцільним проваром патрубків з настилами, палубами або перегородками.

3.1.5.7 Якщо при контролі зварних з'єднань виявлені дефекти, які відмінні від тріщин, (див. **3.1.5.6**), необхідно керуватися наступним:

1 контроль повинний бути продовжений на ділянках, що прилягають з двох сторін до дефектної ділянки, до одержання задовільних результатів;

2 на кожен забраковану ділянку повинний бути призначений додатковий контроль двох нових ділянок згідно з **3.1.5.8**;

Примітка. Ця вимога не застосовується для ділянок контролю, які прилягають до забракованих та призначених для визначення меж дефектної зони шва згідно з **3.1.5.7.1**.

3 для швів малої протяжності необхідно додатково перевірити по всій довжині чотири аналогічних шва, виконаних тим же зварювальником за однією специфікацією процесу зварювання: два попередніх та два наступних;

4 якщо результати додаткового контролю згідно з **3.1.5.7.2** та **3.1.5.7.3** свідчать про систематичний характер недопустимих дефектів, то усі технологічно самостійні зварні з'єднання або шви малої протяжності у складі секції, виконані одним зварювальником, повинні бути проконтрольовані по усій довжині;

5 якщо при первісному і додатковому контролі перевірені 50% та більше довжини цього технологічно самостійного зварного з'єднання або кількість однотипних швів малої протяжності у складі секції та встановлено, що потрібний подальший контроль, то з'єднання повинно бути проконтрольоване по всій довжині або проконтрольовані усі однотипні шви малої протяжності у складі секції.

3.1.5.8 У разі призначення ділянок додаткового контролю згідно з **3.1.5.7.2** необхідно керуватися наступним:

1 для кільцевих стикових з'єднань між блоками і монтажних стикових з'єднань ділянки додаткового контролю повинні бути розташовані приблизно посередині між раніше проконтрольованими з оцінкою «придатна» ділянками;

2 для внутрішніх секційних зварних з'єднань ділянки додаткового контролю повинні бути

розташовані на з'єднаннях, первісний контроль яких радіографічним або ультразвуковим методом не виконувався;

.3 якщо при первісному контролі на всіх внутрішніх секційних зварних з'єднаннях проконтрольовані хоча б по одній ділянці, то додатковий контроль необхідно виконувати на зварному з'єднанні, яке має дефектну ділянку;

.4 якщо контролювалася ділянка з перетинанням зварних швів, то ділянки додаткового контролю повинні бути розташовані на шві, в якому виявлений недопустимий дефект.

3.1.5.9 Якщо при додатковому контролі радіографічним або ультразвуковим методом якість ділянки зварного з'єднання оцінюється як «придатна», то на цьому додатковий контроль закінчується. У разі оцінки якості ділянки додаткового контролю як «не придатна», необхідно продовжити контроль згідно з **3.1.5.7** до отримання задовільних результатів.

3.1.5.10 При контролі зварних з'єднань після виправлення виявлених в них недопустимих дефектів необхідно керуватися наступними положеннями:

.1 контроль після виправлення всього технологічно самостійного зварного з'єднання, забракованого за результатами контролю радіографічним або ультразвуковим методом, необхідно виконувати у повному обсязі всіма методами контролю, передбаченими технічною документацією для приймального контролю цього з'єднання;

.2 контроль окремих ділянок зварного з'єднання, забракованих за результатами контролю радіографічним або ультразвуковим методом, після виправлення необхідно виконувати по усій їх протяжності тими ж методами, якими були виявлені виправлені дефекти;

.3 оцінювання якості і приймання виправлених зварних з'єднань необхідно виконувати за тими ж критеріями, що і при первісному контролі;

.4 якщо в зварному з'єднанні після виправлення не виявлені недопустимі дефекти, то воно визнається придатним;

.5 якщо в зварному з'єднанні після виправлення виявлені недопустимі дефекти, необхідно керуватися положеннями **3.1.5.5**.

3.1.5.11 При контролі зварних швів зовнішньої обшивки знімок повинний бути розташований по осі стику на перехресті швів таким чином, щоб він частково охоплював також паз, як це показано на рис. 3.1.5.11-1.

При ультразвуковому методі контролю необхідно проконтролювати ділянки шириною 100мм із кожної сторони стику, як це показано на рис.3.1.5.11-2.

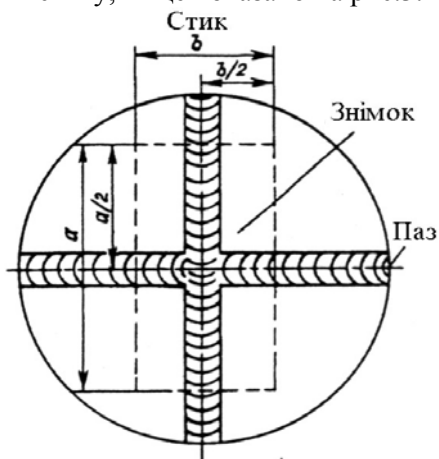


Рис. 3.1.5.11-1: a – довжина знімка, рівна ≈ 500 мм;
 b – ширина знімка, рівна ≈ 100 мм

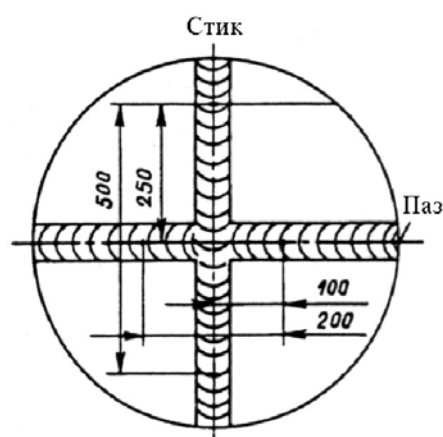


Рис. 3.1.5.11-2

3.2 ВИМОГИ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ І ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ.

3.2.1 Візуальний і вимірювальний контроль зварних з'єднань (контроль зовнішнім оглядом і вимірюванням).

3.2.1.1 Візуальний і вимірювальний контроль зварних з'єднань повинний виконуватися згідно з вимогами стандарту ДСТУ EN ISO 17637 або відповідних стандартів ISO чи EN, або інших визнаних Регістром міжнародних і національних стандартів.

3.2.1.2 Візуальний контроль зварних з'єднань повинний виконуватися для виявлення

поверхневих дефектів шва і зони, що прилягає до шва, включаючи (позначення згідно з стандартом ДСТУ EN ISO 6520 або відповідними стандартами ISO чи EN):

- тріщини (100, 104);
- підрізи (5011, 5012, 5013);
- не заварені кратери, напливи, протечі, незаповнене оброблення кромки (2025, 506, 509, 511);
- свищі, які виходять на поверхню шва (2016);
- непровари в корені однобічного шва, увігнутість-утягнення кореня шва, а також надмірне проплавлення-провисання кореня шва (4021, 515, 504);
- пори і несплавлення, які виходять на поверхню шва (2017, 401);
- коренева пористість (516);
- опіки дугою - плями коротких замикань (601);
- неправильний профіль шва - неплавність сполучення з основним металом (505);
- перевищення опуклості шва (502, 503);
- горбистість і лускатість (514);
- бризки розплавленого металу (602);
- правильність виконання обварювання перехресних швів і вільних кромки.

3.2.1.3 Візуальний контроль швів і зони, що прилягає до шва, повинний виконуватися по всій доступній для огляду довжині шва з двох сторін до того, як вони можуть стати недоступними при подальшому складанні конструкцій, за винятком випадків відсутності доступу до зворотної сторони шва в однобічних зварних з'єднаннях.

3.2.1.4 Поверхня шва і зони, що прилягає до шва, перед проведенням візуального контролю повинна бути очищена від бризок металу, шлаку, кіптяви, інших забруднень і бути вільна від захисних покриттів.

3.2.1.5 Візуальний контроль треба виконувати без застосування спеціальних оптичних приладів. Допускається застосування луп не більше, ніж з десятикратним збільшенням.

Освітленість контрольованої поверхні повинна бути не менше 350лк при рекомендованому значенні 500лк.

Для виконання контролю зовнішнім оглядом і вимірюванням повинний бути забезпечений доступ до контрольованого зварного з'єднання з відстані приблизно 600мм при ракурсі (куті) огляду не менше 30° (див. рис. 3.2.1.5). У тому випадку, коли для важкодоступних місць доступність об'єкта контролю згідно з рис. 3.2.1.5 не може бути реалізована, треба застосовувати дзеркала, бороскопи, гнучкі оптичні кабелі або відеокамери.

Для збільшення контрасту між дефектами і фоном можуть використовуватися додаткові джерела освітлення.

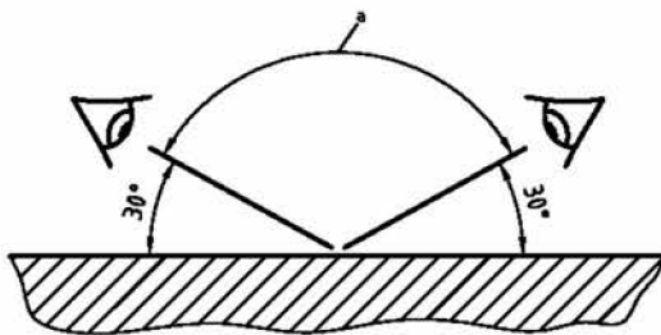


Рис. 3.2.1.5 Умови доступу до контрольованої поверхні при контролі зовнішнім оглядом і вимірюванням

3.2.1.6 У тому випадку, коли результати візуального контролю є сумнівними, наприклад, у випадку підозри в наявності тріщин, треба додатково застосовувати один із наступних методів виявлення поверхневих дефектів:

- магнітопорошковий метод контролю;
- капілярний метод контролю;
- шліфування абразивним інструментом з наступним травленням реактивом, застосовуваним для виявлення макроструктури.

3.2.1.7 Вимірювальний контроль зварних з'єднань проводять для перевірки (позначення згідно з стандартом ДСТУ EN ISO 6520 або відповідними стандартами ISO чи EN):

- профілю шва (505);
- опуклості шва (502, 503);
- розміру катета кутового шва (5213, 5214);
- асиметрії кутового шва (512);
- глибини і довжини підрізів (5011, 5012, 5013);
- висоти горбистості і лускатості, а також величини западання між валиками шва (514);
- діаметру поверхневих пор (2017);
- глибини непровару і увігнутості (утягнення) кореня однобічного шва (4021, 515);
- висоти надмірного проплавлення (504);
- глибини і довжини протікань, а також розмірів незаповненого оброблення кромки (509, 511);
- величини напливів, якщо потрібно (506);
- величини лінійного відхилення (507);
- довжини і кроку переривчастого шва.

Також вимірювальний контроль застосовується для перевірки геометричних розмірів підготовлених до зварювання з'єднань, включаючи складальні зазори, розбіжність вершин оброблення кромки, які зварюються, форми і розмірів підготовки кромки.

3.2.1.8 Контроль швів вимірюванням повинний проводитися після візуального контролю або одночасно з ним. Вимірювання зварних з'єднань треба робити не рідше, ніж через кожний метр з'єднання, але при цьому повинно бути не менше одного виміру на кожному технологічно самостійному з'єднанні (див. примітку 1 до **3.1.5.6**). При цьому в першу чергу вимірювання повинні бути виконані в місцях, де за результатами візуального контролю передбачаються відхилення від установлених розмірів. Вимірювання розмірів з'єднань з переривчастим швом треба робити вибірково.

3.2.1.9 Для виконання вимірювального контролю зварних з'єднань треба застосовувати засоби вимірювання відповідні вказівкам додатка А до стандарту ДСТУ EN ISO 17637 або відповідного стандарту ISO чи EN.

3.2.2 Капілярні методи контролю зварних з'єднань.

3.2.2.1 Капілярні методи контролю зварних з'єднань, включаючи кольоровий, люмінесцентний і люмінесцентно-кольоровий методи, повинні застосовуватися і виконуватися згідно з специфікаціями (процедурами), розробленими на підставі стандарту ДСТУ EN ISO 3452 або відповідних стандартів ISO чи EN (частини 1 ÷ 6) або інших визнаних Регістром міжнародних і національних стандартів.

3.2.2.2 Специфікація на проведення капілярного контролю повинна, як мінімум, містити наступні відомості і вимоги:

мінімальна чутливість контролю і застосовувані контрольні (еталонні) зразки (каліброване обладнання);

- вимоги до попередньої підготовки контрольованої поверхні;
- знежирення і просушка контрольованої поверхні перед нанесенням пенетранту;
- вказівки щодо особливостей застосування методу залежно від температури контрольованої поверхні або обмеження по інтервалу температур для конкретних дефектоскопічних матеріалів;
- тип індикаторного пенетранту;
- застосовувані очисник і проявник;
- нанесення і видалення індикаторного пенетранту;
- час висихання (витримки до видалення) індикаторного пенетранту;
- застосування проявника і час прояву;
- умови освітленості для проведення контролю.

3.2.2.3 Контрольована поверхня повинна бути зачищена і вільна від окалини, іржі, шлаку, бруду, масляних і жирових забруднень, слідів фарби.

Підготовка поверхні повинна включати зварний шов і основний метал на відстані не менше 10 мм по обидві сторони від меж шва, або всю ширину зони термічного впливу залежно від того, що більше.

3.2.2.4 Вимоги до температури контрольованої поверхні залежать від застосовуваних дефектоскопічних матеріалів і встановлюються відповідно до застосовуваних стандартів. Як правило, температурний діапазон знаходиться в межах від +10°C до +50°C. Поза цим температурним інтервалом (для більш низьких і високих температур), повинні застосовуватися спеціальні дефектоскопічні матеріали (пенетранти, очисники і проявники), а також еталонні коригувальні зразки

(див. стандарти ДСТУ EN ISO 3452-5 та ДСТУ EN ISO 3452-6 для температур вище +50°C і нижче +10°C, відповідно, або відповідні стандарти ISO чи EN).

3.2.2.5 Час витримки індикаторного пенетранту на контрольованій поверхні повинний відповідати специфікаціям виготовлювача і/або застосовуваним стандартам і становити, як правило, не менше 10хв. Час прояву повинний відповідати специфікаціям виготовлювача і/або застосовуваним стандартам і становити, як правило, від 10 до 30хв, але не менше 10хв.

3.2.2.6 Реєстрація результатів контролю може бути виконана будь-яким із перерахованих способів або їх комбінацією:

- письмовий опис;
- схема (ескіз);
- фотографії;
- відеозапис.

3.2.3 Магнітопорошковий метод контролю зварних з'єднань.

3.2.3.1 Магнітопорошковий метод контролю зварних з'єднань повинний застосовуватися і виконуватися згідно з специфікаціями (процедурами), розробленими на основі стандарту ДСТУ EN ISO 17638 або відповідних міжнародних стандартів ISO чи EN або інших визнаних Регістром міжнародних і національних стандартів.

3.2.3.2 Специфікація на проведення магнітопорошкового контролю повинна, як мінімум, містити наступні відомості і вимоги:

- вимоги до попередньої підготовки контрольованої поверхні;
- намагнічувальне обладнання;
- методи настроювання чутливості;
- вимірювальна апаратура та її застосування;
- умови огляду контрольованої поверхні;
- вимоги і методика розмагнічування виробу після закінчення контролю.

3.2.3.3 На контрольованій поверхні не допускається наявність окалини, іржі, шлаку, бруду, масляних і жирових забруднень, слідів фарби. Крім того, на поверхні зварного шва не допускається різких западань між валиками і лусочками, а також підрізів недопустимих розмірів.

3.2.3.4 При циркулярному намагнічуванні струмом, який пропускається через виріб, треба приймати заходи, що попереджують появу опіків від електродів, що підводять струм. При цьому, не допускається застосування мідних наконечників електроконтактів. По можливості рекомендується використовувати наконечники із металів з низькою температурою плавлення (із свинцю або цинку), так як у цьому випадку температура в зоні контакту не піднімається вище точки плавлення металу електроконтакта. Рекомендується також застосування прокладок із свинцю або алюмінієво-мідної сітки.

3.2.3.5 Для забезпечення виявлення несучільності будь-якої орієнтації зварні шви повинні бути намагнічені в двох приблизно взаємно-перпендикулярних напрямках з відхиленням не більше 30°.

Для з'єднань внаклад повинний бути забезпечений контроль всієї поверхні.

3.2.3.6 Магнітну суспензію треба наносити будь-яким способом, що забезпечує вільне переміщення часток магнітного порошку на контрольованій поверхні: сухе напилювання, розбризкування або поливання струменем суспензії, занурення у ванну із суспензією. При цьому, за можливості, повинний застосовуватися спосіб нанесення суцільного шару мокрої суспензії.

3.2.3.7 Огляд контрольованої поверхні треба проводити безпосередньо після обробки її магнітною суспензією. При контролі способом прикладеного поля огляд проводять також під час обробки виробу магнітною суспензією.

3.2.4 Радіографічний метод контролю зварних з'єднань.

3.2.4.1 Радіографічний метод контролю зварних з'єднань повинний застосовуватися і виконуватися згідно з специфікаціями (процедурами), розробленими на основі стандарту ДСТУ EN ISO 17636 або відповідних стандартів ISO чи EN або інших визнаних Регістром міжнародних і національних стандартів.

3.2.4.2 Специфікація на проведення радіографічного контролю повинна, як мінімум, містити наступні відомості і вимоги:

- матеріал контрольованого виробу;
- тип джерела радіаційного випромінювання і максимальний розмір фокусної плями джерела випромінювання;
- при просвічуванні рентгенівським випромінюванням напруга на трубці рентгенівського апарату;

радіаційна товщина просвічуваних ділянок контролю (сумарна товщина основного і наплавленого металу в напрямку центрального променя пучка випромінювання);
 схема просвічування, а також схема контролю (розташування і номери контрольованих ділянок);
 величина перекриття радіографічних знімків при суцільному контролі;
 тип і розташування еталонів чутливості;
 клас і чутливість контролю;
 тип (клас) радіографічної плівки і характеристика посилюючих екранів, якщо потрібно;
 довжина і ширина радіографічних плівок;
 вимоги щодо умов експозиції;
 вимоги щодо обробки радіографічних плівок;
 вимоги щодо оптичної щільності знімків і умов їхнього перегляду (максимальна яскравість освітленого поля негатоскопів).

3.2.4.3 Схеми просвічування зварних з'єднань повинні задовольняти вимогам міжнародних або національних стандартів. Напрямки просвічування за цими схемами повинні бути такими, щоб при просвічуванні контролювався максимальний об'єм наплавленого металу шва при мінімальній радіаційній товщині контрольованого металу зварного з'єднання. При цьому, там де це можливо, просвічування треба робити через одну стінку.

3.2.4.4 Маркування радіографічних знімків повинне, якщо застосовно, дозволяти ідентифікувати: номер корпусу (заказу), номер секції, розташування на зовнішній обшивці (лівий/правий борт), розташування (або порядковий номер знімка) і дату контролю.

3.2.4.5 Як джерело випромінювання при радіографічному контролі зварних з'єднань треба використовувати рентгенівські апарати, радіоактивні ізотопи ітербій-169, тулій-170, селен-75, іридій-192, кобальт-60, прискорювачі електронів з енергією прискорених електронів до 12 Мев. При цьому, там де це можливо, джерелам рентгенівського випромінювання повинна віддаватися перевага над джерелами гамма випромінювання. Відомості щодо застосування джерел випромінювання згідно з стандартом ДСТУ EN ISO 17636 і відповідними стандартами ISO і EN наведені на рис. 3.2.4.5 та в табл. 3.2.4.5-1, 3.2.4.5-2.

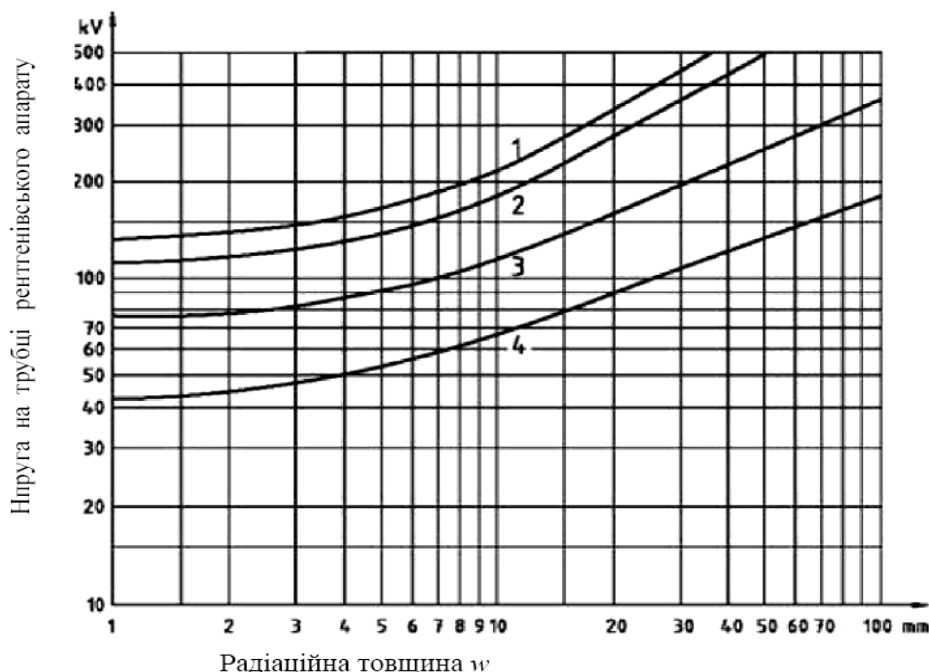


Рис.3.2.4.5 Максимальні значення напруги на трубці рентгенівського апарата залежно від радіаційної товщини контрольованого металу: 1 — мідь, нікель і сплави на їх основі; 2 — сталь; 3 — титан і титанові сплави; 4 — алюміній і алюмінієві сплави

3.2.4.6 Чутливість радіографічного контролю треба визначати за зображенням на знімку зварних з'єднань індикатора якості зображення (ІЯЗ), що відповідає вимогам ДСТУ EN ISO 19232-1, ДСТУ EN ISO 19232-2 або відповідних стандартів ISO чи EN. Допускається застосування ІЯЗ дротового або ступеневого (step/hole) типів.

ІЯЗ (еталон чутливості), як правило, треба встановлювати на контрольованому зварному з'єднанні в центрі просвічуваної ділянки зі сторони джерела випромінювання. Як виняток, встановлення ІЯЗ зі сторони плівки застосовується в наступних випадках:

при просвічуванні зварних з'єднань трубопроводів через дві стінки з використанням для оцінки якості з'єднання зображення тільки прилягаючої до плівки ділянки шва;

при панорамному просвічуванні зварних з'єднань трубопроводів.

Таблиця 3.2.4.5-1 Застосування джерел гамма-випромінювання залежно від радіаційної товщини для сталі, міді і сплавів на основі нікелю

Джерело випромінювання	Радіаційна товщина w , мм	
	Клас контролю А	Клас контролю В
Тулій-170	$w \leq 5$	$w \leq 5$
Ітербій-169 ¹	$1 \leq w \leq 15$	$2 \leq w \leq 12$
Селен-75 ²	$10 \leq w \leq 40$	$14 \leq w \leq 40$
Іридій-192	$20 \leq w \leq 100$	$20 \leq w \leq 90$
Кобальт-60	$40 \leq w \leq 200$	$60 \leq w \leq 150$
¹ Для алюмінію і титану радіаційна товщина просвічуваного матеріалу $10\text{мм} < w < 70\text{мм}$ для класу контролю А і $25\text{мм} < w < 55\text{мм}$ для класу контролю В.		
² Для алюмінію і титану радіаційна товщина просвічуваного матеріалу $35\text{мм} < w < 120\text{мм}$ для класу контролю А.		

Таблиця 3.2.4.5-2 Допустима радіаційна товщина сталі для прискорювачів електронів

Енергія прискорених електронів, Мев	Радіаційна товщина w , мм	
	Клас контролю А	Клас контролю В
Від 1 до 4	$30 \leq w \leq 200$	$50 \leq w \leq 180$
Від 4 до 12	$w \geq 50$	$w \geq 80$
Понад 12	$w \geq 80$	$w \geq 100$

3.2.4.7 Вимоги до мінімальної чутливості радіографічного контролю згідно з стандартом ДСТУ EN ISO 17636 або відповідними стандартами ISO чи EN повинні відповідати класам А або В (examination level) залежно від вимог до рівня якості зварних з'єднань і встановлюються відповідно до вказівок стандарту ДСТУ EN ISO 10675-1 або відповідних стандартів ISO чи EN, наведених в табл. 3.4.1.4.

Значення чутливості контролю, відповідні класам А і В згідно з стандартом ДСТУ EN ISO 17636 або відповідними стандартами ISO чи EN для ІЯЗ дрогового типу, наведені в табл. 3.2.4.7-1÷3.2.4.7-3.

3.2.4.8 Геометрична нерізкість зображень дефектів на знімках не повинна перевищувати половини значення мінімальної чутливості контролю згідно з **3.3.4.7**.

3.2.4.9 Довжина просвічуваних за одну експозицію ділянок зварних швів плоских елементів і кількість експозицій (ділянок) при просвічуванні зварних з'єднань трубопроводів повинні бути такими, щоб відношення радіаційної товщини просвічуваного металу на краях і в центрі просвічуваних ділянок не перевищувало 1,2 при контролі по класу А і 1,1 при контролі по класу В. При цьому, значення оптичної щільності по краях і в центрі знімків не повинне виходити за межі обмежень **3.2.4.11**.

3.2.4.10 Типи радіографічних плівок і відповідних посилюючих екранів повинні відповідати вимогам застосовуваних міжнародних або національних стандартів (ДСТУ EN ISO 17636 або відповідних стандартів ISO чи EN і аналогічних).

3.2.4.11 Оптична щільність радіографічних знімків повинна бути не менше 2,0 при контролі по класу А і не менше 2,3 при контролі по класу В. Максимальне значення оптичної щільності знімків визначається характеристиками застосовуваних негативоскопів і 4,0 для негативоскопів, що відповідають вказівкам **3.2.4.12**.

3.2.4.12 Для розшифровки радіографічних знімків зварних з'єднань треба використовувати негативоскопи з регульованими розмірами і яскравістю освітленого поля згідно з вимогами стандарту ДСТУ EN 25580 або міжнародних, наприклад стандартів EN 25580 чи ISO 5580.

3.2.4.13 Радіографічний метод контролю зварних з'єднань з застосуванням цифрових детекторів.

3.2.4.13.1 Радіографічний метод контролю зварних з'єднань з застосуванням цифрових детекторів повинен застосовуватися і здійснюватися згідно з письмовими специфікаціями (процедурами), розробленими на основі вимог стандарту ДСТУ EN ISO 17636-2 або відповідних стандартів ISO чи EN або інших визнаних Регістром міжнародних та національних стандартів.

Таблиця 3.2.4.7-1 Мінімальна чутливість радіографічного контролю для плоских елементів і при просвічуванні зварних з'єднань трубопроводів через одну стінку (ІЯЗ зі сторони джерела випромінювання) для рентгенівських апаратів і прискорювачів електронів¹

Чутливість контролю, мм	Радіаційна товщина w , мм	
	Клас контролю А	Клас контролю В
1	2	3
0,050	–	$0 < w \leq 1,5$
0,063	$0 < w \leq 1,2$	$1,5 < w \leq 2,5$
0,080	$1,2 < w \leq 2$	$2,5 < w \leq 4$
0,100	$2 < w \leq 3,5$	$4 < w \leq 6$
0,125	$3,5 < w \leq 5$	$6 < w \leq 8$
0,16	$5 < w \leq 7$	$8 < w \leq 12$
0,20	$7 < w \leq 10$	$12 < w \leq 20$
0,25	$10 < w \leq 15$	$20 < w \leq 30$
0,32	$15 < w \leq 25$	$30 < w \leq 35$
0,40	$25 < w \leq 32$	$35 < w \leq 45$
0,50	$32 < w \leq 40$	$45 < w \leq 65$
0,63	$40 < w \leq 55$	$65 < w \leq 120$
0,80	$55 < w \leq 85$	$120 < w \leq 200$
1,0	$85 < w \leq 150$	$200 < w \leq 350$
1,25	$150 < w \leq 250$	$350 < w$
1,60	$250 < w$	–

¹ При просвічуванні зварних з'єднань гамма-випромінюванням (іридій-192) наведені в таблиці значення треба знизити (зменшити чутливість):
при контролі по класу А:
на два ступені вниз для товщин понад 10мм до 24мм включно;
на один ступінь вниз для товщин понад 24мм до 30мм включно;
при контролі по класу В:
на один ступінь вниз для товщин понад 12мм до 40мм включно.

Таблиця 3.2.4.7-2 Мінімальна чутливість радіографічного контролю при просвічуванні зварних з'єднань трубопроводів через дві стінки (ІЯЗ зі сторони джерела випромінювання) і панорамному просвічуванні (ІЯЗ зі сторони плівки) для рентгенівських апаратів і прискорювачів електронів¹

Чутливість контролю, мм	Радіаційна товщина w , мм	
	Клас контролю А	Клас контролю В
1	2	3
0,050	–	$0 < w \leq 1,5$
0,063	$0 < w \leq 1,2$	$1,5 < w \leq 2,5$
0,080	$1,2 < w \leq 2$	$2,5 < w \leq 4$
0,100	$2 < w \leq 3,5$	$4 < w \leq 6$
0,125	$3,5 < w \leq 5$	$6 < w \leq 8$
0,16	$5 < w \leq 7$	$8 < w \leq 15$
0,20	$7 < w \leq 12$	$15 < w \leq 25$
0,25	$12 < w \leq 18$	$25 < w \leq 38$
0,32	$18 < w \leq 30$	$38 < w \leq 45$
0,40	$30 < w \leq 40$	$45 < w \leq 55$
0,50	$40 < w \leq 50$	$55 < w \leq 70$
0,63	$50 < w \leq 60$	$70 < w \leq 100$
0,80	$60 < w \leq 85$	$100 < w \leq 170$
1,0	$85 < w \leq 120$	$170 < w \leq 250$
1,25	$120 < w \leq 220$	$250 < w$
1,60	$220 < w \leq 380$	–
2,00	$380 < w$	–

¹ Див. примітку до табл. 3.2.4.7-1

Таблиця 3.2.4.7-3 Мінімальна чутливість радіографічного контролю при просвічуванні зварних з'єднань трубопроводів через дві стінки (ІЯЗ зі сторони плівки) для рентгенівських апаратів і прискорювачів електронів¹

Чутливість контролю, мм	Радіаційна товщина w , мм	
	Клас контролю А	Клас контролю В
1	2	3
0,050	–	$0 < w \leq 1,5$
0,063	$0 < w \leq 1,2$	$1,5 < w \leq 2,5$
0,080	$1,2 < w \leq 2$	$2,5 < w \leq 4$
0,100	$2 < w \leq 3,5$	$4 < w \leq 6$
0,125	$3,5 < w \leq 5$	$6 < w \leq 12$
0,16	$5 < w \leq 10$	$12 < w \leq 18$
0,20	$10 < w \leq 15$	$18 < w \leq 30$
0,25	$15 < w \leq 22$	$30 < w \leq 45$
0,32	$22 < w \leq 38$	$45 < w \leq 55$
0,40	$38 < w \leq 48$	$55 < w \leq 70$
0,50	$48 < w \leq 60$	$70 < w \leq 100$
0,63	$60 < w \leq 85$	$100 < w \leq 180$
0,80	$85 < w \leq 125$	$180 < w \leq 300$
1,0	$125 < w \leq 225$	$300 < w$
1,25	$225 < w \leq 375$	–
1,60	$375 < w$	–

¹ Див. примітку до табл. 3.2.4.7-1

3.2.4.13.2 Радіографічний метод контролю зварних з'єднань з застосуванням цифрових детекторів може застосовуватися для рулонного або листового прокату і труб для виявлення дефектів комп'ютерною радіографією (CR), або радіографією з застосуванням цифрових детекторних матриць (DDA).

Комп'ютерна радіографія (computed radiography, CR) – система з запам'ятовуючою фосфорною пластиною (phosphor imaging plate, IP). Повноцінна система включає в себе запам'ятовуючу фосфорну пластину (phosphor imaging plate, IP) і відповідний пристрій для зчитування (а respective reading device) (сканер (scanner)/зчитувач (reader)), який перетворює інформацію з IP в цифрове зображення.

Система цифрових детекторних матриць (digital detector array, DDA) system – система, яка включає в себе електронний пристрій, який перетворює іонізуюче або проникаюче випромінювання в масив окремих аналогових сигналів, які пізніше оцифровуються і передаються на комп'ютер для відображення як цифрове зображення, яке відповідає розподіленню радіаційної енергії, переданої на приймальну поверхню пристрою. Цифрові детектори забезпечують цифрове зображення зі значенням сірого (grey value, GV), яке можна розшифрувати і оцінити за допомогою комп'ютера.

Значення сірого (GV) – це цифрове значення пікселя на цифровому зображенні.

3.2.4.13.3 Вимоги до мінімальної чутливості радіографічного контролю з використанням цифрових детекторів, що відповідають класам А і В, повинні бути еквівалентні наведеним в таблицях 3.2.4.7-1, 3.2.4.7-2 і 3.2.4.7-3 для ІЯЗ дрового типу застосовно до плівкової радіографії.

3.2.5 Ультразвуковий метод контролю зварних з'єднань.

3.2.5.1 Ультразвуковий метод контролю зварних з'єднань повинний застосовуватися і виконуватися згідно з специфікаціями (процедурами), розробленими на основі стандарту ДСТУ EN ISO 17640 або відповідних стандартів ISO чи EN або інших визнаних Регістром міжнародних і національних стандартів.

3.2.5.2 Ультразвуковий контроль зварних з'єднань проводять по поверхні після прокатки, дробострумінної або механічної обробки. Поверхня не повинна мати вм'ятин і нерівностей, з неї повинні бути вилучені бризки металу, забруднення, окалина, що відшаровується, фарба та іржа.

Хвилястість поверхні повинна забезпечити зазор між поверхнею сканування і контактною поверхнею перетворювача не більше 0,5 мм. При необхідності, для виконання цієї вимоги треба виконувати додаткову механічну обробку поверхні. Локальні дефекти поверхні, які викликають збільшення зазору під контактною поверхнею до 1 мм, можуть бути допущені тільки за умови додаткового сканування цієї ділянки перетворювачем з іншим кутом уведення.

3.2.5.3 Розміри ділянок, на які розбивають при контролі зварні з'єднання, та їхня розмітка повинні, за можливості, відповідати прийнятим для радіографічного контролю.

Кільцеві зварні з'єднання трубопроводів розбивають на ділянки по аналогії с годинниковим циферблатом з прив'язкою, за можливості, до напрямку переміщення робочого середовища.

3.2.5.4 Ультразвуковому контролю підлягають наплавлений метал зварного шва, зона сплавлення і зона термічного впливу. Шар основного металу товщиною не менше 10мм, що примикає до зони термічного впливу, повинний включатися в контрольовану зону і оцінюватися за критеріями, установленними для зварних з'єднань.

3.2.5.5 Специфікація на проведення ультразвукового контролю повинна, як мінімум, містити наступні відомості і вимоги:

ідентифікаційні відомості про контрольований виріб: номер корпусу (замовлення), номер секції, розташування на зовнішній обшивці (лівий/правий борт), розташування (або порядкові номери ділянок контролю), номер креслення тощо;

типи (марки) основного і зварювальних матеріалів;

вид матеріалу, який зварюється (прокат, поковка, виливки тощо);

спосіб зварювання;

стадія виготовлення виробу, на якій виконується контроль (до чи після термічної обробки, повністю чи частково заварений шов), включаючи необхідний час витримки після операції попередньої перед контролем;

ескіз контрольованого зварного з'єднання з зазначенням оброблення кромки, товщини з'єднання, наявності опуклості шва і його ширини, геометричної форми поверхонь введення і вимог до шорсткості;

рівень проведення контролю, включаючи схему прозвучування з зазначенням зон сканування для кожного із проходів, кути введення п'єзоелектричного перетворювача (ПЕП), а також вимоги щодо виявлення поздовжніх і поперечних несутцільностей з посиланням на відповідний нормативно-технічний документ (стандарт, правила);

тип використовуваного дефектоскопу і перетворювачів (включаючи частоту, кут введення, розмір і форму п'єзoeлемента);

спосіб настроювання опорного рівня чутливості з зазначенням використовуваних стандартних зразків (або стандартних зразків підприємства);

контрольний і звітний рівні чутливості, а також вимоги до прийнятного рівня оцінки виявлених несутцільностей з посиланням на застосовуваний стандарт і, за необхідності, додаткові вимоги;

необхідність і спосіб коректування чутливості з урахуванням стану поверхні введення ультразвукових коливань;

рівень кваліфікації персоналу за національними або міжнародними стандартами.

3.2.5.6 Для проведення ультразвукового контролю повинні застосовуватися:

ультразвукові імпульсні дефектоскопи загального призначення з ПЕП, які задовольняють вимогам стандарту ДСТУ EN 12668 або відповідного міжнародного стандарту (наприклад, EN 12668) - всі частини) і які володіють технічними характеристиками, відповідними вимогам цих правил і специфікацій на проведення контролю конкретних об'єктів;

ПЕП прямі суміщені, прямі роздільно-суміщені, похилі суміщені і роздільно-суміщені, що забезпечують частотний діапазон, як мінімум, від 2 до 6МГц;

національні або міжнародні стандартні зразки (калібровані блоки) для перевірки основних параметрів контролю і настроювання режимів роботи дефектоскопів (наприклад, зразки К-1 і К-2 за стандартами ДСТУ EN ISO 2400 та ДСТУ EN ISO 7963 або відповідними стандартами ISO чи EN);

стандартні зразки підприємства (калібровані блоки) для встановлення опорного рівня чутливості контролю, що відповідають вимогам застосовуваних стандартів;

пристрої для реалізації контролю дзеркальним ехо-методом за схемами «стредл» і «тандем»;

пристосування для стабілізації акустичного контакту (опори, насадки) при контролі на криволінійних поверхнях;

допоміжні пристосування і пристрої для оцінки шорсткості і хвилястості поверхні, дотримання параметрів сканування і вимірювання параметрів виявлених несутцільностей;

DAC (distance-amplitude-curve) або DGS (distance gain size) діаграми або шкали;

спеціалізовані нестандартні ПЕП;

засоби забезпечення ультразвукового контакту згідно з вимогами застосовуваних стандартів (наприклад, ДСТУ EN ISO 16810 або відповідних стандартів ISO чи EN).

3.2.5.7 Похилі ПЕП, що працюють на поперечних хвилях, повинні забезпечувати кути введення від 35° до 75° (як правило, 45°, 60° і 70°). У тому випадку, коли схема прозвучування передбачає

застосування ПЕП з двома і більше кутами введення розходження між номінальними кутами введення повинне становити не менше 10° .

Допуск на кут повинний бути не більше $\pm 2^\circ$.

3.2.5.8 Кожний перетворювач повинний мати ідентифікаційний номер, формуляр або інший документ, в якому повинні бути зазначені його тип, частота, кут введення (в сталь), форма і геометричні розміри п'єзоелементів.

3.2.5.9 При контролі циліндричних і сферичних поверхонь зазор між поверхнею сканування і контактною поверхнею ПЕП не повинний перевищувати 0,5мм. Ця вимога зазвичай виконується за умови $D \geq 15b$, де D - діаметр виробу в мм, b - лінійний розмір контактної поверхні ПЕП в площині контролю. Якщо ця вимога не виконується, потрібна адаптація контактної поверхні ПЕП до форми виробу - притирання або застосування узгоджувачів прокладок або опор, які фіксують його положення.

3.2.5.10 Обладнання для проведення ультразвукового контролю повинне забезпечувати настроювання регулювання посилення (відтворення нормативного рівня чутливості контролю) з дискретністю (максимальним кроком) не більше 2дБ в межах діапазону не менше 60дБ.

3.2.5.11 Перед проведенням ультразвукового контролю треба перевірити основні параметри, що впливають на його результати. Перевірка повинна включати визначення:

кута введення ультразвукового променя в метал;

положення точки виходу променя і стріли похилих ПЕП;

мертвої зони;

дозвільної здатності по променю;

відхилення акустичної осі прямих і похилих ПЕП від номінального напрямлення.

Перевірку виконують згідно з письмовою процедурою підприємства, що проводить контроль.

3.2.5.12 В тому випадку, коли оцінка показань виконується на відповідність прийнятним рівням оцінки виявлених несущільностей, що ґрунтуються на довжині і амплітуді ехо-сигнала, наприклад, стандарт ДСТУ EN ISO 11666 або відповідні стандарти ISO чи EN, для первісних випробувань частота повинна, за можливості, вибиратися ближче до нижньої межі із рекомендованого діапазону від 2 до 6МГц. Більше високі значення частоти, близькі до верхньої межі рекомендованого діапазону, можуть застосовуватися для поліпшення діапазону роздільної здатності контролю в тому випадку, якщо це є необхідним для оцінки показань на відповідність прийнятним рівням, що ґрунтуються на оцінці характеристик несущільностей, стандарт ДСТУ EN ISO 23279 або відповідні стандарти ISO чи EN.

Частоти в районі 1МГц можуть використовуватися для випробувань виробів з подовженим звуковим трактом, де рівень ослаблення сигналу матеріалом вище середнього.

3.2.5.13 Згідно з стандартами ДСТУ EN ISO 17640 та ДСТУ EN ISO 11666 або відповідними стандартами ISO чи EN при ультразвуковому контролі застосовуються наступні 4 рівні чутливості і оцінки результатів:

опорний (reference level) — рівень чутливості, що використовується для завдання початкового рівня відліку амплітуд ехо-сигналів;

контрольний (evaluation level) — рівень чутливості при відповідності якому або його перевищенні повинна виконуватися оцінка виявлених несущільностей (див. табл. 3.4.6.1);

звітний (recording level) — рівень чутливості, визначений як відповідний прийнятний рівень оцінки мінус 4дБ;

прийнятний (acceptance level) — рівень оцінки виявлених несущільностей на відповідність вимогам з приймання продукції (див. табл. 3.4.6.1).

3.2.5.14 Згідно з стандартом ДСТУ EN ISO 17640 або відповідними стандартами ISO чи EN для настроювання опорного рівня чутливості ультразвукового контролю може використовуватися один із перерахованих методів:

метод 1 - опорним рівнем є DAC (distance-amplitude curve) діаграма, побудована із застосуванням стандартних зразків підприємства з бічним циліндричним отвором діаметром 3мм (див. табл. 3.2.5.14-1);

метод 2 - для завдання опорного рівня для поздовжніх і поперечних хвиль застосовуються DGS (distance gain size) діаграми або шкали побудовані з застосуванням стандартних зразків підприємства з плоскодонними отворами-відбивачами (DSR - disc shaped reflector). Опорні рівні чутливості відповідні вимогам стандарту ДСТУ EN ISO 17640 або відповідних стандартів ISO чи EN для похилих і прямих ПЕП представлені в табл. 3.2.5.14-2 і 3.2.5.14-3;

метод 3 — за опорний рівень приймається DAC діаграма, побудована з застосуванням стандартних зразків підприємства з прямокутним карбом (rectangular notch) шириною 1мм і з глибиною 1мм. Цей метод настроювання чутливості може застосовуватися для похилих ПЕП з кутом уведення більше 70° і діапазону товщин $8\text{мм} \leq t < 15\text{мм}$;

метод 4 — при використанні схем прозвучування «стредл» і «тандем» як опорний рівень приймається сигнал від плоскодонного отвору діаметром 6мм (для всіх товщин), розташованого перпендикулярно до поверхні, яка сканується. Цей метод застосовується тільки для кута уведення променя 45° і товщин $t \geq 15\text{мм}$.

Таблиця 3.2.5.14-1 Вимоги до розмірів стандартних зразків підприємства (калібровочних блоків) для побудови DAC-діаграм

Товщина матеріалу, який підлягає контролю, мм	Товщина стандартного зразка, мм	Діаметр отвору, мм	Відстань від отвору до однієї з поверхонь, мм
$10 < t \leq 50$	40 або t	$\varnothing 3 \pm 0,2$	$t/2$ і $t/4$ Додаткові отвори допускаються та рекомендуються
$50 < t \leq 100$	75 або t		
$100 < t \leq 150$	125 або t	$\varnothing 6 \pm 0,2$	
$150 < t \leq 200$	175 або t		
$200 < t \leq 250$	225 або t		
$t > 250$	275 або t		

Примітки:

1. Калібровочний блок повинний бути виготовлений із реально контрольованого матеріалу, мати схвалені розміри і проходити перевірку згідно з установленою процедурою.

2. В тому випадку, якщо ультразвуковий контроль застосовується для конструкцій із сталевих прокатів в стані постачання CR (контрольована прокатка) або ТМ (термомеханічна обробка) відповідні калібровочні блоки повинні бути виготовлені перпендикулярно і паралельно до напрямку прокатки. Напрямок прокатки повинний бути ясно ідентифікований як на калібровочних блоках, так і на контрольованому виробі.

3. Застосування стандартних зразків для контролю великих товщин з діаметром бічного отвору 6мм є рекомендованим, так як не регламентоване ДСТУ EN ISO 17640 або відповідним стандартом ISO чи EN.

Таблиця 3.2.5.14-2 Опорні рівні чутливості для похилих ПЕП з поперечною хвилею по методу DGS (метод 2 по стандарту ДСТУ EN ISO 17640 або відповідним стандартам ISO чи EN)

Номинальна частота сигналу ПЕП, МГц	Товщина металу, який підлягає контролю, мм					
	$8 \leq t < 15$		$15 \leq t < 40$		$40 \leq t < 100$	
	AL 2	AL 3	AL 2	AL 3	AL 2	AL 3
Від 1,5 до 2,5	—	—	$D_{DSR} = 2,5\text{мм}$	$D_{DSR} = 2,5\text{мм}$	$D_{DSR} = 3,0\text{мм}$	$D_{DSR} = 3,0\text{мм}$
Від 3 до 5	$D_{DSR} = 1,5\text{мм}$	$D_{DSR} = 1,5\text{мм}$	$D_{DSR} = 2,0\text{мм}$	$D_{DSR} = 2,0\text{мм}$	$D_{DSR} = 3,0\text{мм}$	$D_{DSR} = 3,0\text{мм}$

D_{DSR} - діаметр плоскодонного отвору-відбивача

AL2 і AL3 – прийнятні рівні оцінки дефектів (acceptance level) згідно з стандартом ДСТУ EN ISO 11666 або відповідними стандартами ISO чи EN.

Таблиця 3.2.5.14-3 Опорні рівні чутливості для прямих ПЕП з поздовжньою хвилею по методу DGS (метод 2 по стандарту ДСТУ EN ISO 17640 або відповідним стандартам ISO чи EN)

Номинальна частота сигналу ПЕП, МГц	Товщина металу, який підлягає контролю, мм					
	$8 \leq t < 15$		$15 \leq t < 40$		$40 \leq t < 100$	
	AL 2	AL 3	AL 2	AL 3	AL 2	AL 3
Від 1,5 до 2,5	—	—	$D_{DSR} = 2,5\text{мм}$	$D_{DSR} = 2,5\text{мм}$	$D_{DSR} = 3,0\text{мм}$	$D_{DSR} = 3,0\text{мм}$
Від 3 до 5	$D_{DSR} = 2,0\text{мм}$	$D_{DSR} = 2,0\text{мм}$	$D_{DSR} = 2,0\text{мм}$	$D_{DSR} = 2,0\text{мм}$	$D_{DSR} = 3,0\text{мм}$	$D_{DSR} = 3,0\text{мм}$

D_{DSR} - діаметр плоскодонного отвору-відбивача

AL2 і AL3 – прийнятні рівні оцінки дефектів (acceptance level) згідно з стандартом ДСТУ EN ISO 11666 або відповідними стандартами ISO чи EN.

3.2.5.15 Схема прозвучування зварного з'єднання по числу напрямків сканування і застосовуваних ракурсах (кутах уведення похилих ПЕП) повинна відповідати вимогам застосовуваного стандарту ДСТУ EN ISO 17640 або відповідних стандартів ISO чи EN. При цьому для зварних з'єднань із сталей підвищеної і високої міцності незалежно від прийнятного рівня оцінки, а також для прийнятної методики і рівня контролю не нижче «В» по стандарту ДСТУ EN ISO 17640 або відповідних стандартах ISO чи EN, рівень оцінки 2 по стандарту ДСТУ EN ISO 11666 або відповідних стандартах ISO чи EN, див. табл. 3.5.1.4) обов'язковим є виконання прозвучування для виявлення поперечних несучильностей (T-scan).

Примітка. У тому випадку, коли підприємство-виготовлювач може надати документальні докази відсутності схильності до утворення тріщин для застосовуваних матеріалів і технологічного процесу зварювання, виконання сканування для виявлення поперечних несуцільностей (T-scan) при контролі на рівень оцінки 3 по стандарту ДСТУ EN ISO 11666 або відповідних стандартах ISO чи EN може не виконуватися для сталей підвищеної міцності категорій A/F40 і нижче в товщинах до 40мм включно.

3.2.5.16 При настроюванні чутливості треба приймати до уваги і враховувати можливу різницю в шорсткості і хвилястості поверхні зразка, що використовується для настроювання чутливості, і поверхні біля шва контрольованого зварного з'єднання в зоні сканування. Необхідність і спосіб коректування чутливості повинні бути зазначені в методиці (процедурі) підприємства, що виконує контроль, а фактичне значення поправки - у відповідній специфікації на проведення контролю згідно з викладеними нижче вказівками.

Якщо розходження в чутливості між стандартним зразком підприємства і контрольованою поверхнею менше ніж 2дБ, то коректування чутливості не вимагається.

Якщо розходження в чутливості між стандартним зразком підприємства і контрольованою поверхнею більше ніж 2дБ, але менше 12дБ воно повинне бути відповідним чином компенсовано.

Якщо розходження в чутливості між стандартним зразком підприємства і контрольованою поверхнею більше ніж 12дБ, повинна бути встановлена причина і прийняті заходи щодо подальшої підготовки поверхні, яка сканується, якщо це можливо.

Коли очевидні причини високих розходжень в чутливості не помітні, повинно бути виміряне ослаблення сигналу від різних місць випробовуваного об'єкту і, якщо воно буде встановлене дуже значним, повинні бути розглянуті відповідні коригувальні дії.

Способи коректування чутливості повинні відповідати вимогам відповідних стандартів (наприклад, ДСТУ EN 12668-1:2015 або відповідного стандарту EN).

3.2.5.17 При контролі кільцевих зварних з'єднань трубопроводів однократно відбитим променем з настроюванням по плоскопаралельних зразкам або опорним сигналам, отриманим прямим променем, а також при контролі прямим ПЕП треба ураховувати втрати амплітуди сигналу на внутрішній циліндричній поверхні зони зварного з'єднання біля шва. Спосіб визначення поправки повинний бути зазначений в письмовій методиці (процедурі) підприємства, що виконує контроль, а фактичне значення поправки – у відповідній специфікації на проведення контролю.

3.2.5.18 Перед проведенням ультразвукового контролю зварних з'єднань повинний бути виконаний контроль прямим ПЕП основного металу по всій ширині поверхні сканування для виявлення і реєстрації несуцільностей, які можуть вплинути на можливість контролю зварних з'єднань похилим ПЕП. За результатами контролю основного металу, при необхідності, повинна бути відкоректована специфікація на виконання ультразвукового контролю, а при технічній неможливості виконання ультразвукового контролю зварного з'єднання в повному обсязі - передбачені альтернативні методи неруйнівного контролю (наприклад, радіографічний метод), що повинно бути відзначено в звіті про випробування.

Примітка. Вимога до контролю суцільності основного металу може бути також підтверджена попередніми перевірками (наприклад, в процесі виробництва і контролю основного металу).

3.2.5.19 Чутливість дефектоскопу з ПЕП треба перевіряти перед початком контролю, після перерв в роботі та після закінчення контролю, а також періодично через кожні 60хв в процесі контролю згідно з викладеними нижче вказівками:

якщо чутливість змінилася не більше ніж на 4дБ, то перед продовженням контролю настроювання устаткування повинне бути відкоректоване;

якщо чутливість зменшилася більше ніж на 4дБ, то настроювання устаткування повинно бути відкоректоване, а контроль зварних з'єднань виконаний з моменту попереднього настроювання, повинний бути виконаний заново в повному обсязі;

якщо чутливість збільшилася більше ніж на 4дБ, то настроювання устаткування повинно бути відкоректоване, а всі виявлені несуцільності з оцінкою «не придатний» повинні бути проконтрольовані і оцінені повторно.

3.2.6 Звіт про результати неруйнівних випробувань зварних з'єднань.

3.2.6.1 Звіти про результати неруйнівних випробувань зварних з'єднань повинні складатися виготовлювачем зварних конструкцій і представлятися інспектору Регістра.

3.2.6.2 Звіти про результати неруйнівних випробувань зварних з'єднань повинні містити загальну для всіх методів контролю інформацію:

дата проведення випробувань;

прізвище, ім'я, рівень кваліфікації та підпис особи що виконувала випробування;

ідентифікацію об'єкта контролю;
ідентифікацію проконтрольованих зварних з'єднань;
категорія (марка) матеріалу, тип з'єднання, товщина основного металу, спосіб (процес) зварювання;

методика і рівень контролю (testing level), а також прийнятний рівень оцінки (acceptance level) виявлених невідповідностей зварних з'єднань;

застосовувані стандарти і правила;

застосовуване випробне устаткування і пристосування;

обмеження по проведенню випробувань, умови огляду і температура;

результати випробувань з посиланням на відповідні критерії, розташування і розмір дефектів, які підлягають розгляду;

оцінка результатів контролю за альтернативною системою «придатний - не придатний» ("acceptance - not acceptance");

кількість виправлень, якщо одна ділянка контролю ремонтувалася більше двох раз.

3.2.6.3 Для капілярних методів контролю звіт про випробування повинний додатково включати наступні спеціальні пункти:

тип індикаторного пенетранту;

застосовані очисник і проявник;

час висихання (витримки до видалення) індикаторного пенетранту;

час проявлення.

3.2.6.4 Для магнітопорошкових методів контролю звіт про випробування повинний додатково включати наступні спеціальні пункти:

тип намагнічування;

напруженість магнітного поля;

вид магнітної суспензії;

умови огляду контрольованої поверхні;

методика розмагнічування виробу після закінчення контролю, якщо потрібно.

3.2.6.5 Для радіографічного методу контролю звіт про випробування повинний додатково включати наступні спеціальні пункти:

тип джерела випромінювання і максимальний розмір фокусної плями для джерела радіаційного випромінювання;

при просвічуванні рентгенівським випромінюванням напруга на трубці рентгенівського апарату;

тип радіографічної плівки;

тип посилюючих екранів;

схема просвічування, час експозиції і відстань від фокусної плями джерела радіаційного випромінювання до радіографічної плівки;

чутливість контролю, тип і розташування ІЯЗ;

оптична щільність знімка;

геометрична нерізкість зображення.

3.2.6.6 Для ультразвукового методу контролю звіт про випробування повинний додатково включати наступні спеціальні пункти:

відомості про використані засоби контролю (тип, марка і заводський номер дефектоскопа; тип, частота, кут уведення і обліковий номер ПЕП; контактне мастило);

спосіб настроювання і рівень чутливості;

спосіб коректування і фактичне значення поправки чутливості;

тип і позначення застосовуваних стандартних зразків (еталонних блоків), а також стандартних зразків підприємства застосованих для настроювання устаткування;

тип відбитого сигналу, використаного для виявлення дефектів.

3.3 ОБСЯГ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

3.3.1 Обсяг неруйнівного контролю швів зварних з'єднань корпусу судна визначається згідно з схваленою Регістром схемою контролю згідно з табл. 3.3.1.

Кількість ділянок швів зварних з'єднань зовнішньої обшивки в районі 0,4L середньої частини судна, що підлягають радіографічному або ультразвуковому контролю, визначається за формулою

$$N = \frac{L(B+D)}{45} T, \quad (3.3.1)$$

де: N – кількість ділянок, що підлягають контролю;

L, B, D – довжина, ширина, висота борту судна, м;

T – коефіцієнт, що залежить від типу судна та умов виробництва; встановлюється при схваленні схеми контролю. Наводимо максимальні значення коефіцієнта T для суден різних типів:

до 0,7 – для суден довжиною $L < 60$ м;

до 0,9 – для суден довжиною $60 \leq L < 80$ м;

до 1,1 – для суховантажних, навалювальних, науково-дослідних суден, поромів, суден забезпечення, риболовецьких та промислових суден, накатних суден;

до 1,2 – для спеціальних суден, які призначені для перевезень важких навалювальних вантажів, для рудовозів, нафто-рудовозів і комбінованих суден для перевезення нафти і навалювальних вантажів;

до 1,3 – для наливних суден і контейнеровозів.

Для суден, не перерахованих вище, коефіцієнт T встановлюється за погодженням з Регістром.

У розрахунку приймається, що довжина контрольованої ділянки шва становить 0,5 м.

Обсяг неруйнівного контролю швів зварних з'єднань радіографічним або ультразвуковим методами для головних заказів при освоєнні виробництва нової продукції, а також при ремонті, модернізації та переобладнанні може бути збільшений відносно значень, визначених за формулою (3.3.1) і зазначених в табл. 3.3.1, на вимогу Регістра або проєктанта.

При вварюванні елементів конструкцій в жорсткий контур (вирізи, в яких відношення мінімального розміру до товщини обшивки становить 60 і менше) стикові і таврові з'єднання з повним проваром обшивки корпусу повинні контролюватися по всій їхній довжині, а інших конструкцій – в обсязі не менше 20% від довжини з застосуванням радіографічного або ультразвукового методів.

Контроль радіографічним або ультразвуковим методами зварних з'єднань конструкцій, які піддаються обробці тиском (гнуття, штамповка тощо), треба виконувати по всій довжині зварних з'єднань цих конструкцій після обробки тиском. При цьому якщо після обробки тиском конструкції проходять термообробку, то контроль радіографічним або ультразвуковим методами треба робити після її завершення.

3.3.2 Зварні з'єднання котлів, посудин під тиском і теплообмінних апаратів повинні піддаватися неруйнівному контролю в обсязі згідно з табл. 3.3.2, залежно від класу конструкції (див. 1.3.1.2 частини X «Котли, теплообмінні апарати і посудини під тиском»).

Таблиця 3.3.1

№ з/п	Місце контролю	Тип зварного з'єднання	Обсяг контролю		
			зовнішнім оглядом і вимірюванням ^{1,2} , %	радіографічним або ультразвуковим методом, кількість знімків	
				Район судна	
				по всій довжині судна	0,4L середньої частини судна
1	2	3	4	5	6
1	Стики обшивки (в основному перетини із пазами): розрахункової палуби поза лінією люків; ширстрека (у районі 0,1D нижче розрахункової палуби); скули (у районі 0,1D вище днища); днища. Стики: поздовжніх комінгсів; потовщених листів палуби у районі кутів люків та в кінцевих частинах надбудов; поздовжніх перегородок (у районі 0,1D нижче розрахункової палуби)	Стикове	100	Близько 0,60N	Вибірково ³
2	Стики обшивки корпусу – ті, що залишилися ⁴ (в основному перетини із пазами)	Стикове	100	Близько 0,20N	Вибірково ³

Закінчення табл.3.3.1

1	2	3	4	5	6
3	Пази обшивки корпусу	Стикове	100	Близько 0,20N	Вибірково ³
4	Зварні з'єднання поздовжніх ребер (поздовжнього набору): розрахункової палуби поза лінією люків; ширстрека (у районі 0,1D нижче розрахункової палуби); скули (у районі 0,1D вище днища); поздовжніх перегородок (у районі 0,1D нижче розрахункової палуби); днища	Стикове	100	1 знімок на кожні 5 стиків (в основному, монтажні стики)	Вибірково ³
5	Зварні з'єднання поздовжніх ребер (поздовжнього набору) в інших місцях, які не указані в п.4	Стикове	100	1 знімок на кожні 10 стиків (в основному, монтажні стики)	Вибірково ³
6	Зварні з'єднання поперечних ребер (поперечного набору)	Стикове	100	1 знімок на кожні 10 стиків	Вибірково ³
7	Зварні з'єднання на ахтерштевні	Стикове	100	-	50 % зварних з'єднань обшивки корпусу в районі дейдвудної труби ⁵
8	Зварні з'єднання палубного стрингера з ширстреком ⁶ (у районі перетину зі стиковими швами)	Кутове або таврове із повним проваром	100	4 ділянки контролю по довжині 1-го листа	Вибірково ³
9	Зварні з'єднання на зварному форштевні	Стикове, кутове або таврове із повним проваром	100	-	50% зварних з'єднань обшивки корпусу з листами форштевня, 50% зварних з'єднань листів форштевня
¹ За наявності сумнівів щодо результатів візуального контролю може бути виконаний контроль капілярним або магнітопорошковим методом. ² Необхідно піддавати контролю усі зварні з'єднання (також і ті, що не указані у таблиці). ³ Кількість ділянок, що підлягають контролю, повинна складати до 20% ділянок, указаних для району 0,4L у середній частині судна. ⁴ За наявності льодового підкріплення контролю підлягають, головним чином, стики льодового пояса. ⁵ Необхідно піддавати контролю перетини пазів зі стиками. ⁶ Рекомендовано ультразвуковий контроль.					

Таблиця 3.3.2

Клас конструкції (котли, посудини під тиском і теплообмінні апарати)	Вид зварного з'єднання	Обсяг контролю зварних з'єднань у відсотках від загальної довжини зварного шва	
		зовнішнім оглядом і вимірюванням ¹	радіографічним або ультразвуковим методом
I	Поздовжнє	100	100
II			25
III			За погодженням з Регістром
I	Кільцеве		50
II			25
III			За погодженням з Регістром
¹ За наявності сумнівів щодо результатів контролю зовнішнім оглядом і вимірюванням може бути виконаний контроль капілярним або магнітопорошковим методом.			

3.3.3 Зварні з'єднання трубопроводів залежно від класу, зазначеного у табл. 1.3.2 частини VIII «Системи і трубопроводи», повинні піддаватися неруйнівному контролю в обсязі згідно з табл. 3.3.3.

3.3.4 Крім конструкцій, зазначених у табл. 3.3.1, 3.3.2 і 3.3.3, неруйнівному контролю підлягають елементи механізмів і пристроїв, такі як з'єднання вантажних щогл, колон тощо. Ділянки, які підлягають контролю у цих конструкціях, установлюються за погодженням із інспектором Регістру.

3.3.5 Інспектор Регістру може встановити розподіл ділянок неруйнівного контролю, відмінний від зазначених у схваленій схемі контролю, залежно від конкретних умов виконання зварювання.

Таблиця 3.3.3

Клас трубопроводу	Зовнішній діаметр труби, мм	Обсяг контролю зварного з'єднання у відсотках від загальної довжини зварного шва	
		зовнішнім оглядом і вимірюванням ¹	радіографічним або ультразвуковим методом
I	≤ 75	100	10 ²
	> 75		100
II	≤ 100		Вибірково
	> 100		10 ²
III	Будь-який		Вибірково
¹ За наявності сумнівів щодо результатів контролю зовнішнім оглядом і вимірюванням може бути виконаний контроль капілярним або магнітопорошковим методом.			
² Але не менше одного зварного з'єднання, виконаного даним зварювальником.			

3.3.6 Підприємство повинне визначати на підставі контролю радіографічним і ультразвуковим методами відсоток браку зварних з'єднань не рідше ніж один раз у шість місяців і повідомляти результати Регістру.

Відсоток браку зварних з'єднань повинний визначатися за формулою

$$K = 100l/s, \quad (3.3.6)$$

де: K – відсоток браку зварних з'єднань;

l – загальна довжина ділянок контролю, що показали незадовільну якість зварних швів, м;

s – загальна довжина усіх ділянок контролю, м.

Якщо відсоток браку буде більше 5, то за кожний відсоток браку понад зазначеного Регістр може вимагати збільшення кількості ділянок контролю на 10%.

Кількість контрольованих ділянок може бути зменшена, якщо рівень зварювальних робіт буде визнаний інспектором задовільним.

3.3.7 При переобладнанні та ремонті суден і плавзасобів кількість контрольованих ділянок визначається Регістром залежно від обсягу зварювальних робіт та відповідальності конструкцій із урахуванням викладеного вище.

3.4 ОЦІНКА ЯКОСТІ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ СТАЛЕВИХ КОРПУСНИХ КОНСТРУКЦІЙ.

3.4.1 Загальні вказівки.

3.4.1.1 Оцінка якості зварних з'єднань сталевих конструкцій повинна виконуватися на основі рівнів якості відповідних вимог стандарту ДСТУ ISO 5817 або відповідного стандарту ISO або інших визнаних Регістром міжнародних і національних стандартів.

3.4.1.2 Вимоги до рівнів якості, відповідних вимогам стандарту ДСТУ ISO 5817 або відповідного стандарту ISO, для корпусних конструкцій сталевих суден повинні призначатися згідно з табл. 3.4.1.2.

3.4.1.3 Вимоги до рівнів якості, відповідних вимогам стандарту ДСТУ ISO 5817 або відповідного стандарту ISO, для котлів, теплообмінних апаратів і трубопроводів повинні призначатися згідно з табл. 3.4.1.3.

Таблиця 3.4.1.2

Група в'язей корпусу ¹	Типи з'єднань	Мінімальний рівень якості згідно з стандарту ДСТУ ISO 5817 (ISO 5817) для суден довжиною			
		$L \leq 250$ м		$L > 250$ м	
		Середня частина судна в районі 0,4L	Поза районом 0,4L середньої частини корпусу ²	Середня частина судна в районі 0,4L	Поза районом 0,4L середньої частини корпусу ²
III	Стикові	B	B	B	B
	Кутові, таврові і хрестоподібні з повним проваром	B	B	B	B
	Кутові, таврові і хрестоподібні з обробленням кромок і конструктивним непроваром	C	C	B	C
	Кутові, таврові і хрестоподібні, виконані кутовим швом без оброблення кромок	C	C	C	C

Закінчення табл. 3.4.1.2

II	Стикові	B	C	B	C
	Кутові, таврові і хрестоподібні з повним проваром	C	C		C
	Кутові, таврові і хрестоподібні з обробленням кромок і конструктивним непроваром	C	D	C	C
	Кутові, таврові і хрестоподібні, виконані кутовим швом без оброблення кромок	C	D	C	D
I	Стикові	C	C	C	C
	Кутові, таврові і хрестоподібні з повним проваром	C	C	C	C
	Кутові, таврові і хрестоподібні з обробленням кромок і конструктивним непроваром	C	D	C	D
	Кутові, таврові і хрестоподібні, виконані кутовим швом без оброблення кромок	C	D	C	D
¹ Відповідно до 1.2.3.7 частини II «Корпус».					
² Для зварного форштевня криголамів і суден полярних і льодових класів мінімальний рівень якості B.					

Таблиця 3.4.1.3

Клас кон-струкції ¹	Типи з'єднань	Мінімальний рівень якості згідно з стандартом ДСТУ ISO 5817 (ISO 5817)	
		Котли і теплообмінні апарати	Трубопроводи
1	2	3	4
III	Стикові	B	B
	Кутові, таврові і хрестоподібні з повним проваром	B	B
	Кутові, таврові і хрестоподібні з обробленням кромок і конструктивним непроваром	B	B
	Кутові, таврові і хрестоподібні, виконані кутовим швом без оброблення кромок	C	C
II	Стикові	B	B
	Кутові, таврові і хрестоподібні з повним проваром	B	B
	Кутові, таврові і хрестоподібні з обробленням кромок і конструктивним непроваром	C	C
	Кутові, таврові і хрестоподібні, виконані кутовим швом без оброблення кромок	C	C
I	Стикові	B	B
	Кутові, таврові і хрестоподібні з повним проваром	C	C
	Кутові, таврові і хрестоподібні з обробленням кромок і конструктивним непроваром	C	C
	Кутові, таврові і хрестоподібні, виконані кутовим швом без оброблення кромок	C	C
¹ Згідно з 1.3.2 частини VIII «Системи і трубопроводи» та 1.3.1.2 частини X «Котли, теплообмінні апарати і посудини під тиском».			

3.4.1.4 Для конкретних методів неруйнівних випробувань прийнятні рівні оцінки дефектів залежно від установлених рівнів якості згідно з стандартом ДСТУ ISO 5817 або відповідним стандартом ISO, а також вимоги до методики і класу контролю встановлюються стандартом ДСТУ EN ISO 17635 або відповідними стандартами ISO чи EN і повинні, як правило, призначатися згідно з табл. 3.4.1.4.

3.4.1.5 Оцінка якості зварних з'єднань в межах кожного рівня оцінки дефектів повинна виконуватися за альтернативною системою «придатний - не придатний» («acceptance - not acceptance») із застосуванням критеріїв оцінки, що відповідають вказівкам 3.4.2, 3.4.3, 3.4.4, 3.4.5 і 3.4.6.

Таблиця 3.4.1.4

Рівень якості згідно з	Вимоги для радіографічного контролю		Вимоги для ультразвукового контролю ¹		Вимоги для візуального і вимірювального контролю		Вимоги для магнітопорошкового контролю		Вимоги для капілярних методів контролю	
ДСТУ ISO 5817	Методика і рівень згідно з ДСТУ EN ISO 17636	Рівень оцінки ² згідно з ДСТУ EN ISO 17636-1	Методика і рівень згідно з ДСТУ EN ISO 17640	Рівень оцінки ² згідно з ДСТУ EN ISO 11666	Методика і рівень згідно з ДСТУ EN ISO 17636	Рівень оцінки ^{2,3}	Методика і рівень згідно з ДСТУ EN ISO 17638	Рівень оцінки ² згідно з ДСТУ EN ISO 23278	Методика і рівень згідно з ДСТУ EN ISO 3452	Рівень оцінки ² згідно з ДСТУ EN ISO 23277
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
B	B	1	Не нижче B	2	LQ ⁷	B	LQ ⁷	2× ⁶	LQ ⁷	2× ⁶
C	B ⁴	2	Не нижче A	3		C		2× ⁶		2× ⁶
D	A	3	Не нижче A ⁵	3 ⁵		D		3× ⁶		3× ⁶

Примітка. Нарівні з указаними стандартами ДСТУ можуть застосовуватися відповідні стандарти ISO та EN.

¹ У тому випадку, якщо потрібне визначення характеристик дефектів, повинний застосовуватися стандарт ДСТУ EN ISO 23279.

² Рівень оцінки в балах якості.

³ Рівні оцінки (бал якості) для візуального і вимірювального контролю еквівалентні рівням якості згідно з стандартом ДСТУ ISO 5817.

⁴ Для кільцевих зварних з'єднань мінімальна кількість експозицій (знімків) може відповідати вимогам для класу «А» стандарту ДСТУ EN ISO 17636.

⁵ Ультразвуковий метод контролю згідно з стандартом ДСТУ EN ISO 11666 зазвичай не рекомендується застосовувати для рівня якості «D» стандарту ДСТУ ISO 5817, проте у випадку його призначення приймання виконується згідно з вимогами для рівня якості «C» стандарту ДСТУ ISO 5817.

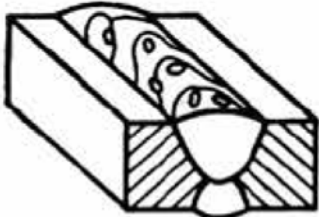
⁶ Рівні оцінки 2 і 3 можуть включати індекс «x», який позначає, що всі дефекти понад 24мм є недопустимі;

⁷ Рівень контролю не встановлюється

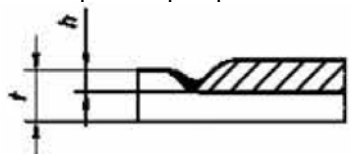
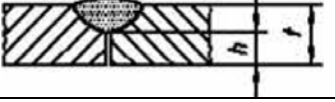
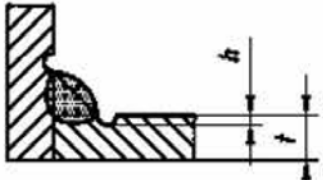
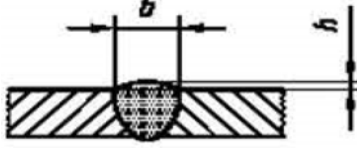
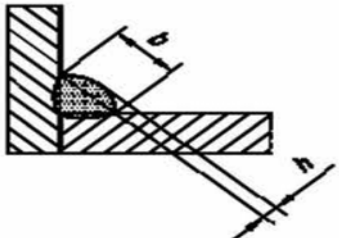
3.4.2 Оцінка якості зварних з'єднань за результатами контролю зовнішнім оглядом і вимірюванням.

3.4.2.1 Якщо з Регістром не погоджене інше, оцінка якості зварних з'єднань за результатами контролю зовнішнім оглядом і вимірюванням повинна виконуватися згідно з вказівками стандарту ДСТУ ISO 5817 або відповідного стандарту ISO для зовнішніх дефектів (див. табл. 3.4.2.1) для рівнів якості, встановлених вимогами **3.4.1.2** або **3.4.1.3**.

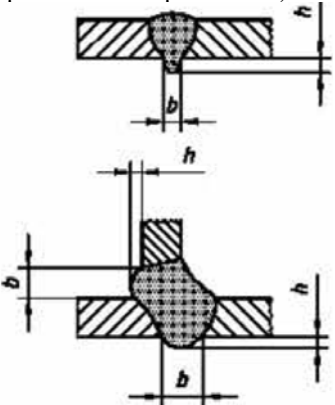
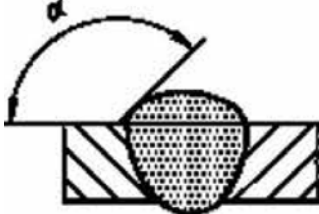
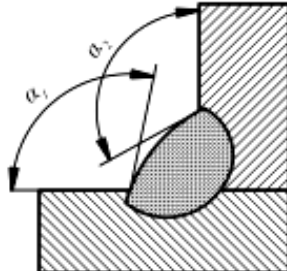
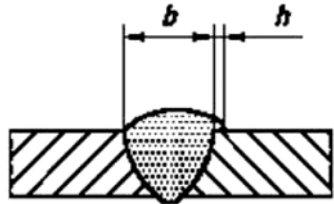
Таблиця 3.4.2.1

№ з/п	Найменування і вид дефекту	Позначення по ДСТУ EN ISO 6520	Нормовані характеристики дефектів і розмірів шва	Критерії допустимості дефектів для рівнів якості згідно з стандартом ДСТУ ISO 5817			Примітки
				B	C	D	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Тріщини	100	-	Не допускаються			
2	Кратерні тріщини	104	-	Не допускаються			
3	Поверхневі пори	2017	<i>d</i> - максимальний діаметр окремої пори:				Скупчення і ланцюжки пор на поверхні шва не допускаються
			для стикового шва	Не допускається	$d \leq 0,2t$, але не більше 2,0мм	$d \leq 0,3t$, але не більше 3,0мм	
			для кутового шва	Не допускається	$d \leq 0,2a$, але не більше 2,0мм	$d \leq 0,2f$, але не більше 3,0мм	

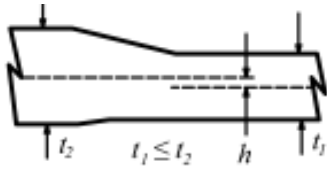
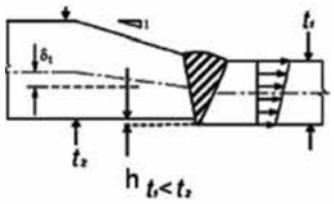
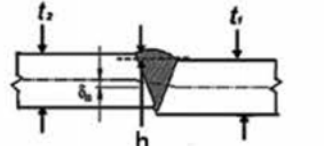
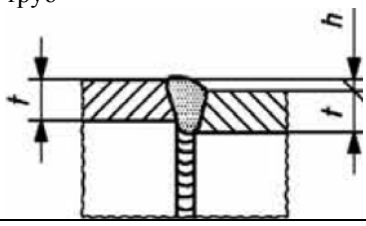
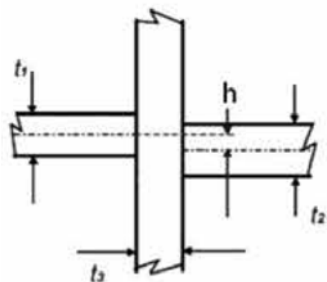
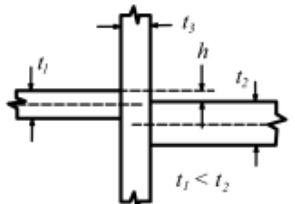
Продовження табл. 3.4.2.1

1	2	3	4	5	6	7	8
4	Незаварений кратер 	2025	h - глибина кратера (величина ослаблення перерізу шва)	Не допускається	$h \leq 0,1t$, але не більше 1,0мм	$h \leq 0,2t$, але не більше 2,0мм	Для рівнів С і D може не допускатися за умовами фарбування
5	Несплавлення (які виходять на поверхню шва)	401	-	Не допускаються			
6	Непровар в корені шва (для односторонніх стикових швів) 	4021	h - максимальна глибина l - довжина одиничного дефекту	Не допускається	Не допускається	$h \leq 0,2t$, але не більше 2,0мм $l \leq 0,25\text{мм}$	Для рівня D може не допускатися за умовами фарбування
7	Підріз переривчастий і безперервний: стикового шва ¹  кутового шва 	5012, 5011	h - максимальна глибина h - максимальна глибина	$h \leq 0,05t$, але не більше 0,5мм $h \leq 0,05t$, але не більше 0,5мм	$h \leq 0,1t$, але не більше 0,5мм $h \leq 0,1t$, але не більше 0,5мм	$h \leq 0,2t$, але не більше 1,0мм $h \leq 0,2t$, але не більше 1,0мм	¹ Не допускається одночасна наявність підрізу на обох кромках на одній стороні шва
8	Підріз кореня шва (підрізи, які розташовані з обох сторін шва) 	5013	h - максимальна глибина l - довжина одиничного дефекту	$h \leq 0,05t$, але не більше 0,5мм $l \leq 25\text{мм}$	$h \leq 0,1t$, але не більше 1,0мм $l \leq 25\text{мм}$	$h \leq 0,2t$, але не більше 2,0мм $l \leq 25\text{мм}$	
9	Перевищення опуклості стикового шва 	502	h - максимальна висота посилення b - ширина посилення	$h \leq 1\text{мм} + 0,1b$, але не більше 5,0мм	$h \leq 1\text{мм} + 0,15b$, але не більше 7,0мм	$h \leq 1\text{мм} + 0,25b$, але не більше 10,0мм	
10	Перевищення опуклості кутового шва 	503	h - максимальна опуклість кутового шва b - ширина посилення кутового шва	$h \leq 1\text{мм} + 0,1b$, але не більше 3,0мм	$h \leq 1\text{мм} + 0,15b$, але не більше 4,0мм	$h \leq 1\text{мм} + 0,25b$, але не більше 5,0мм	

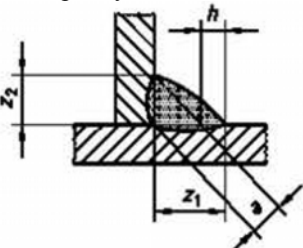
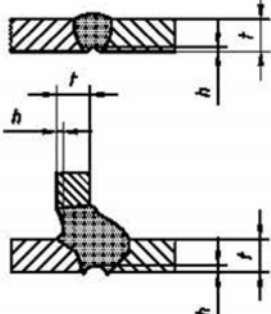
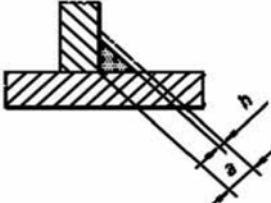
Продовження табл. 3.4.2.1

1	2	3	4	5	6	7	8
11	Надмірне проплавлення (провисання кореня шва) 	504	h - максимальна висота проплавлення b - ширина проплавлення	$h \leq 1\text{мм} + 0,2b$, але не більше 3,0мм	$h \leq 1\text{мм} + 0,6b$, але не більше 4,0мм	$h \leq 1\text{мм} + 1,0b$, але не більше 5,0мм	
12	Неправильний профіль: стикового шва  кутового шва $\alpha_1 \geq \alpha_2$, $\alpha_2 \geq \alpha$ 	505	α - кут між поверхнею основного металу і площиною дотичною до поверхні зварного шва	$\alpha \geq 150^\circ$	$\alpha \geq 100^\circ$	$\alpha \geq 90^\circ$	
				$\alpha \geq 110^\circ$	$\alpha \geq 110^\circ$	$\alpha \geq 90^\circ$	Для забезпечення плавного переходу для рівнів якості В і С може знадобитися спеціальне оброблення профілю зварного шва
13	Натікання 	506	h - величина натікання	Не допускається	Не допускається	$h \leq 0,2b$	

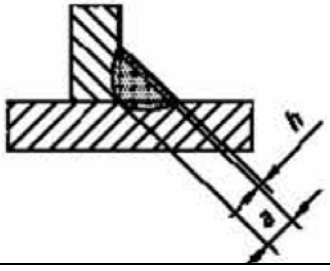
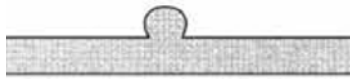
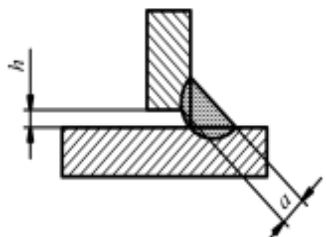
Продовження табл. 3.4.2.1

1	2	3	4	5	6	7	8
14	Лінійний зсув стикових з'єднань листів і пазів труб: проєктованих як симетричні  проєктованих як несиметричні  	5071	h - величина лінійного зсуву: визначається як відхилення осьових ліній, які проходять по середині товщини листів	$h \leq 0,1t_1$, але не більше 3,0мм	$h \leq 0,15t_1$, але не більше 4,0мм	$h \leq 0,25t_1$, але не більше 5,0мм	
			визначається як відхилення загальної зовнішньої лінії пластин	$h \leq 0,1t_1$, але не більше 3,0мм	$h \leq 0,15t_1$, але не більше 4,0мм	$h \leq 0,25t_1$, але не більше 5,0мм	
15	Лінійний зсув кільцевих швів труб 	5072	h - величина лінійного зсуву, що визначається по відхиленню зовнішнього діаметру труб, які зварюються $t = \min \{t_1 \text{ і } t_2\}$	$h \leq 0,5t$, але не більше 2,0мм	$h \leq 0,5t$, але не більше 3,0мм	$h \leq 0,5t$, але не більше 4,0мм	
16	Лінійний зсув хрестоподібних з'єднань: проєктованих як симетричні  проєктованих як несиметричні 		h - величина лінійного зсуву: визначається як відхилення осьових ліній, які проходять по середині товщини листів $t = \min \{t_1, t_2, t_3\}$	$h \leq 0,15t$	$h \leq 0,3t$	$h \leq 0,5t$	
			визначається як відхилення загальної зовнішньої лінії пластин $t = \min \{t_1, t_2, t_3\}$	$h \leq 0,15t$	$h \leq 0,3t$	$h \leq 0,5t$	

Продовження табл. 3.4.2.1

1	2	3	4	5	6	7	8
17	Протікання Незаповнене оброблення кромки 	509 511	h - глибина протікання або незаповнення розробки l - довжина дефекту	$h \leq 0,05t$, але не більше 0,5мм $l \leq 25\text{мм}$	$h \leq 0,1t$, але не більше 1,0мм $l \leq 25\text{мм}$	$h \leq 0,25t$, але не більше 2,0мм $l \leq 25\text{мм}$	
18	Пропалювання (витікання зварювальної ванни з утворенням наскрізного отвору в зварному шві)	510		Не допускається	Не допускається	Не допускається	
19	Асиметрія кутового шва 	512	$h = z_1 - z_2$ - величина асиметрії (розходження величин катетів)	$h \leq 1,5\text{мм} + 0,15a$	$h \leq 1,5\text{мм} + 0,15a$	$h \leq 1,5\text{мм} + 0,15a$	
20	Нерівна поверхня шва: горбистість і лускатість;	514	h - величина горбистості і лускатості	$h \leq 1,5\text{мм}$	$h \leq 2\text{ мм}$	$h \leq 2\text{ мм}$	Вимір величини западань між валиками треба робити на базі 12 мм, а горбистості і лускатості - між вершинами горбиків і лусочок
	западання між валиками		h - величина западань між валиками	$h \leq 1,5\text{мм}$	$h \leq 2\text{ мм}$	$h \leq 2\text{ мм}$	
21	Увігнутість (утягнення) кореня шва 	515	h - величина увігнутості l - довжина дефекту	$h \leq 0,05t$, але не більше 0,5мм $l \leq 25\text{мм}$	$h \leq 0,1t$, але не більше 1,0мм $l \leq 25\text{мм}$	$h \leq 0,2t$, але не більше 2,0мм $l \leq 25\text{мм}$	
22	Коренева пористість: губчасте утворення в корені шва, яке виникло внаслідок виділення газу в процесі кристалізації (наприклад, при недостатньому газовому захисті кореня шва).	516		Не допускається	Не допускається	Допускається, але лише локально	Для рівня D може не допускатися за умовами фарбування
23	Погане повторне збудження дуги: місцева нерівність поверхні в місці поновлення зварювання	517		Не допускається	Не допускається	Допускається	Для рівня D може не допускатися за умовами фарбування
24	Заниження товщини кутового шва 	5213	h - величина заниження (зменшення від номінального значення) товщини кутового шва «а» l - довжина дефекту	Не допускається	$h \leq 0,3\text{мм} + 0,1a$, але не більше 1,0мм $l \leq 25\text{мм}$	$h \leq 0,3\text{мм} + 0,1a$, але не більше 1,0мм $l \leq 25\text{мм}$	

Закінчення табл. 3.4.2.1

1	2	3	4	5	6	7	8
25	Перевищення товщини кутового шва 	5214	h - величина перевищення номінального значення товщини кутового шва «а»	$h \leq 1\text{мм} + 0,15a$, але не більше 3,0мм	$h \leq 1\text{мм} + 0,2a$, але не більше 4,0мм	Не лімітується	
26	Обпалення дугою: місцеве пошкодження поверхні основного металу поруч зі зварним швом через горіння дуги поза обробленням кромки	601		Не допускається	Не допускається	Допускається, якщо не порушені основні властивості металу	Див. табл. 9.13 частини А, стандарту МАКТ № 47
27	Бризки металу 	602		Не допускається	Підлягає видаленню виходячи із вимог до системи покриття		Див. п. 4.2.4.2 частини А, стандарту МАКТ № 47
28	Неправильний зазор в корені кутових швів 	617	h - величина зазору в корені кутового шва a - товщина кутового шва	$h \leq 0,5\text{мм} + 0,1a$, але не більше 2,0мм	$h \leq 0,5\text{мм} + 0,2a$, але не більше 3,0мм	$h \leq 1\text{мм} + 0,3a$, але не більше 4,0мм	За погодженням з Регістром зазор, що перевищує допустиму величину може бути компенсований відповідним збільшенням товщини кутового шва

3.4.2.2 Всі виявлені за результатами контролю зовнішнім оглядом і вимірюванням дефекти підлягають усуненню, а місця виправлень повинні бути повторно проконтрольовані згідно з 3.1.5.

3.4.2.3 За результатами контролю зовнішнім оглядом і вимірюванням зварні з'єднання треба вважати придатними, якщо в них не виявлені недопустимі для встановленого прийнятного рівня оцінки дефекти, перераховані в табл. 3.4.2.1.

3.4.3 Оцінка якості зварних з'єднань за результатами контролю магнітопорошковим методом.

3.4.3.1 Якщо з Регістром не погоджено інше, оцінка якості зварних з'єднань за результатами контролю магнітопорошковим методом повинна виконуватися згідно з стандартом ДСТУ EN ISO 23278 або відповідними стандартами ISO чи EN (див. табл. 3.4.3.1) для рівнів якості, встановлених вимогами 3.4.1.2 або 3.4.1.3.

Таблиця 3.4.3.1

Тип індикаторного валика	Рівень оцінки (бал якості) згідно з стандартом ДСТУ EN ISO 23278 ¹ або з відповідним стандартом ISO чи EN		
	1	2	3
Лінійний ² l - довжина індикаторного валика	$l \leq 1,5\text{мм}$	$l \leq 3\text{мм}$	$l \leq 6\text{мм}$
Нелінійний ³ d - розмір більшої осі індикаторного валика	$d \leq 2\text{мм}$	$d \leq 3\text{мм}$	$d \leq 4\text{мм}$

¹ Рівні оцінки 2 і 3 можуть включати індекс «х», який позначає, що всі лінійні індикаторні валики повинні бути оцінені на рівень 1.

² Лінійний індикаторний валик - індикаторний валик, довжина якого перевищує ширину більше ніж в три рази.

³ Нелінійний індикаторний валик - індикаторний валик, довжина якого рівна або менша ніж три ширини.

3.4.3.2 Для зменшення розмірів або видалення дефектів, які стали причиною недопустимих індикаторних валиків (слідів), може використовуватися місцеве шліфування або зачищення, якщо це допускається виробничою специфікацією для конкретного виробу. Місця виправлень повинні бути піддані повторному контролю і оцінці згідно з специфікацією, застосовуваною для первісного контролю згідно з **3.1.5**.

3.4.3.3 За результатами контролю магнітопорошковим методом зварні з'єднання треба вважати придатними, якщо в них не виявлені недопустимі для встановленого прийнятного рівня оцінки дефекти, перераховані в табл. 3.4.3.1.

3.4.4 Оцінка якості зварних з'єднань за результатами контролю капілярним методом.

3.4.4.1 Якщо з Регістром не погоджено інше, оцінка якості зварних з'єднань за результатами контролю капілярним методом повинна виконуватися згідно з стандартом ДСТУ EN ISO 23277 або з відповідними стандартами ISO чи EN (див. табл. 3.4.4.1) для рівнів якості, встановлених вимогами **3.4.1.2** або **3.4.1.3**.

Таблиця 3.4.4.1

Тип індикаторного валика	Рівень оцінки (бал якості) згідно з стандартом ДСТУ EN ISO 23277 ¹ або з відповідним стандартом ISO чи EN		
	1	2	3
Лінійний ² l - довжина індикаторного сліду	$l \leq 2\text{мм}$	$l \leq 4\text{мм}$	$l \leq 8\text{мм}$
Нелінійний ³ d - розмір більшої осі індикаторного сліду	$d \leq 4\text{мм}$	$d \leq 6\text{мм}$	$d \leq 8\text{мм}$
¹ Рівні оцінки 2 і 3 можуть включати індекс « x », який позначає, що всі лінійні індикаторні сліди повинні бути оцінені на рівень 1.			
² Лінійний індикаторний слід - індикаторний слід, довжина якого перевищує ширину більше ніж в три рази.			
³ Нелінійний індикаторний слід - індикаторний слід, довжина якого рівна або менша ніж три ширини.			

3.4.4.2 Для зменшення розмірів або видалення дефектів, які стали причиною недопустимих індикаторних слідів, може використовуватися місцеве шліфування або зачищення, якщо це допускається виробничою специфікацією для конкретного виробу. Місця виправлень повинні бути піддані повторному контролю і оцінці згідно з специфікацією, застосовуваною для первісного контролю згідно з **3.1.5**.

3.4.4.3 За результатами контролю капілярним методом зварні з'єднання треба вважати придатними, якщо в них не виявлені недопустимі для встановленого прийнятного рівня оцінки дефекти, перераховані в табл. 3.4.4.1.

3.4.5 Оцінка якості зварних з'єднань за результатами радіографічного контролю.

3.4.5.1 При радіографічному контролі оцінка якості зварних з'єднань повинна виконуватися з розшифровкою зображень на радіографічних знімках для наступних видів внутрішніх дефектів:

- пори;
- шлакові вкраплення;
- металеві вольфрамові вкраплення;
- металеві мідні вкраплення;
- несплавлення;
- непровари;
- тріщини.

Дефекти, що виходять на поверхню, зварних з'єднань повинні оцінюватися згідно з критеріями, викладеними в **3.4.2.1**.

3.4.5.2 За розміри дефектів зварних з'єднань при контролі радіографічним методом повинні прийматися розміри їхніх зображень на радіографічних знімках згідно з викладеними нижче вимогами.

- За розміри пор, шлакових або вольфрамових вкраплень приймаються:
- для сферичних пор і вкраплень їх діаметр d , вимірюваний по найбільшій осі;
- для подовжених пор і вкраплень їх довжина l і ширина h .

Примітка. Вкраплення вважається подовженим (лінійним), якщо його довжина більша трикратної максимальної ширини або діаметра.

- За розміри несплавлень, непроварів і тріщин приймається їхня довжина l .

Якщо відстань між подібними дефектами, розташованими в лінію, менша ніж розмір найменшого дефекту, то такі дефекти повинні вважатися одним протяжним дефектом. Розміри такого дефекту повинні визначатися як відстань, виміряна по найбільш віддалених краях цієї групи дефектів.

Якщо відстань між паралельно розташованими однорідними подовженими дефектами менша ніж трикратна ширина найменшого дефекту, то такі дефекти повинні вважатися одним протяжним дефектом. Розміри такого дефекту повинні визначатися як відстань, виміряна по найбільш віддалених краях цієї групи дефектів.

Якщо більше ніж одна пора розташовані усередині окружності діаметром рівним 3-х кратному діаметру пори, то такі дефекти вважаються групою пористістю або скупченням пор. За розміри скупчення повинна прийматися відстань, виміряна по найбільш віддалених один від одного краях дефектів в скупченні.

Якщо відстань між розташованими в лінію двома і більше однорідними дефектами більше ніж одна, але не більше трьох довжин (діаметр або довжина) найменшого із цих дефектів, то такі дефекти називаються ланцюжком. За розмір ланцюжка включень приймається його довжина, виміряна по найбільш віддалених краях дефектів в ланцюжку.

3.4.5.3 Якщо з Регістром не погоджено інше, оцінка якості зварних з'єднань за результатами контролю радіографічним методом повинна виконуватися згідно з вказівками стандарту ДСТУ EN ISO 10675-1 або відповідних стандартів ISO чи EN (див. табл. 3.4.5.3) для рівнів якості встановлених вимогами **3.4.1.2** або **3.4.1.3**.

Таблиця 3.4.5.3

№ з/п	Найменування і вид дефекту	Позначення згідно з ДСТУ EN ISO 6520-1	Нормовані характеристики дефектів	Критерії допустимості дефектів для рівнів якості		
				1	2 ¹	3 ¹
1	2	3	4	5	6	7
1	Тріщини	100	-	Не допускаються	Не допускаються	Не допускаються
2a	Окремі пори і рівномірно розподілена пористість Одношаровий шов	2011 2012	A - сума площ проекцій пор віднесена до площі знімка $Wp \times L$ d - максимальний діаметр пор	$A \leq 1\%$ $d \leq 0,2s$, але не більше 3,0мм $L = 100\text{мм}$	$A \leq 1,5\%$ $d \leq 0,3s$, але не більше 4,0мм $L = 100\text{мм}$	$A \leq 2,5\%$ $d \leq 0,4s$, але не більше 5,0мм $L = 100\text{мм}$
2b	Окремі пори і рівномірно розподілена пористість Багатошаровий шов	2011 2012	A - сума площ проекцій пор віднесена до площі знімка $Wp \times L$ d - максимальний діаметр пор	$A \leq 2\%$ $d \leq 0,2s$, але не більше 3,0мм $L = 100\text{мм}$	$A \leq 3\%$ $d \leq 0,3s$, але не більше 4,0мм $L = 100\text{мм}$	$A \leq 5\%$ $d \leq 0,4s$, але не більше 5,0мм $L = 100\text{мм}$
3	Скупчення пор (групова пористість)	2013	A - сума площ проекцій пор віднесена до площі знімка $Wp \times L$ d - максимальний діаметр пор	$A \leq 4\%$ $d \leq 0,2s$, але не більше 2,0мм $L = 100\text{мм}$	$A \leq 8\%$ $d \leq 0,3s$, але не більше 3,0мм $L = 100\text{мм}$	$A \leq 16\%$ $d \leq 0,4s$, але не більше 4,0мм $L = 100\text{мм}$
4a	Лінійна пористість (ланцюжок пор) Одношаровий шов	2014	A - сума площ проекцій пор віднесена до площі знімка $Wp \times L$ d - максимальний діаметр пор	$A \leq 2\%$ $d \leq 0,2s$, але не більше 2,0мм $L = 100\text{мм}$	$A \leq 4\%$ $d \leq 0,3s$, але не більше 3,0мм $L = 100\text{мм}$	$A \leq 8\%$ $d \leq 0,4s$, але не більше 4,0мм $L = 100\text{мм}$
4b	Лінійна пористість (ланцюжок пор) Багатошаровий шов	2014	A - сума площ проекцій пор віднесена до площі знімка $Wp \times L$ d - максимальний діаметр пор	$A \leq 4\%$ $d \leq 0,2s$, але не більше 2,0мм $L = 100\text{мм}$	$A \leq 8\%$ $d \leq 0,3s$, але не більше 3,0мм $L = 100\text{мм}$	$A \leq 16\%$ $d \leq 0,4s$, але не більше 4,0мм $L = 100\text{мм}$
5	Червоподібні пори (свищі) і подовжені раковини (витягнуті порожнини)	2016 2015	h - ширина проекції дефекту Σl -сумарна довжина проекцій дефектів на довжині шва L	$h < 0,2s$, але не більше 2,0мм $\Sigma l \leq s$, але не більше 25мм $L = 100\text{мм}$	$h < 0,3s$, але не більше 3,0мм $\Sigma l \leq s$, але не більше 50мм $L = 100\text{мм}$	$h < 0,4s$, але не більше 4,0мм $\Sigma l \leq s$, але не більше 75 мм $L = 100\text{мм}$

Закінчення табл. 3.4.5.3

1	2	3	4	5	6	7
6	Усадочні раковини (крім кратерних - 2024)	202	h - ширина проекції дефекту l - довжина проекції дефекту	Не допускаються	Не допускаються	$h < 0,4s$, але не більше 4,0мм $l \leq 25\text{мм}$
7	Кратерні усадочні раковини	2024	h - ширина проекції дефекту l - довжина проекції дефекту	Не допускаються	Не допускаються	$h < 0,2t$, але не більше 2,0мм $l \leq 0,2t$, але не більше 2,0мм
8	Шлакові вкраплення, флюсові вкраплення, оксидні вкраплення,	301 302 303	h - ширина проекції дефекту Σl -сумарна довжина проекцій дефектів на довжині шва L	$h < 0,2s$, але не більше 2,0мм $\Sigma l \leq s$, але не більше 25мм $L = 100 \text{ мм}$	$h < 0,3s$, але не більше 3,0мм $\Sigma l \leq s$, але не більше 50мм $L = 100\text{мм}$	$h < 0,4s$, але не більше 4,0мм $\Sigma l \leq s$, але не більше 75мм $L = 100\text{мм}$
9	Металеві вкраплення (крім мідних)	304	l - довжина проекції дефекту	$h < 0,2s$, але не більше 2,0мм	$h < 0,3s$, але не більше 3,0 мм	$h < 0,4s$, але не більше 4,0мм
10	Мідні вкраплення	3042		Не допускаються	Не допускаються	Не допускаються
11 ²	Несплавлення	401	Σl - сумарна довжина проекцій дефектів на довжині шва L	Не допускаються	Не допускаються	Допускаються, але лише переривчасті і такі, що не виходять на поверхню $\Sigma l \leq 25\text{мм}$ $L = 100\text{мм}$
12 ²	Непровари	402	Σl - сумарна довжина проекцій дефектів на довжині шва L	Не допускаються	Не допускаються	$\Sigma l \leq 25\text{мм}$ $L = 100\text{мм}$
Позначення: L - будь-які (з найбільшою щільністю дефектів) 100мм довжини шва; s - номінальна товщина стикового шва; t - товщина матеріалу; Wp - ширина шва. <i>Примітка.</i> Нарівні з указаними стандартами ДСТУ можуть застосовуватися відповідні стандарти ISO та EN. ¹ Рівні оцінки 2 і 3 можуть включати індекс «х», який позначає, що всі дефекти понад 25мм є недопустимі. ² Якщо довжина шва менша 100мм максимальна довжина дефекту не повинна перевищувати 25% цієї довжини.						

3.4.5.4 Всі виявлені за результатами контролю радіографічним методом недопустимі для встановленого прийнятного рівня оцінки дефекти підлягають усуненню, а місця виправлень повинні бути повторно проконтрольовані згідно з вказівками 3.1.5.

3.4.6 Оцінка якості зварних з'єднань за результатами ультразвукового контролю.

3.4.6.1 Якщо з Регістром не погоджено інше, оцінка результатів ультразвукового контролю повинна виконуватися на відповідність прийнятним рівням, що ґрунтуються на довжині і амплітуді ехо-сигналу згідно з вимогами стандарту ДСТУ EN ISO 11666 або відповідних стандартів ISO чи EN (див. табл. 3.4.6.1) з урахуванням викладених нижче вимог по їх застосуванню і трактуванню результатів контролю, що відповідають положенню 5.1 цього стандарту.

3.4.6.2 Всі дефекти від яких рівень ехо-сигналу перевищує контрольний рівень чутливості повинні бути оцінені з визначенням характеристик згідно з стандартом ДСТУ EN ISO 23279 або відповідних стандартів ISO чи EN стадія 3 з метою виявлення площинних (двовимірних) несучільностей.

3.4.6.3 Усі встановлені згідно з 3.4.6.2 площинні (двовимірні) несучільності вважаються недопустимими і підлягають виправленню.

3.4.6.4 Усі виявлені за результатами ультразвукового контролю недопустимі для встановленого прийнятного рівня оцінки дефекти підлягають усуненню, а місця виправлень повинні бути повторно проконтрольовані згідно з вказівками **3.1.5**.

Таблиця 3.4.6.1

Метод на- строювання опорного рів- ня чутливості згідно з ДСТУ EN ISO 17640 ¹	Контрольний рівень чутливості для рівня оцінки ²		Рівень оцінки 2 (AL 2) для діапазону товщин ^{2, 3, 4}		Рівень оцінки 3 (AL 3) для діапазону товщин ^{2, 3, 4}	
	2	3	8мм ≤ t < 15мм	15мм ≤ t < 100мм	8мм ≤ t < 15мм	15мм ≤ t < 100мм
1	2	3	4	5	6	7
1 (бічні циліндричні отвори)	H ₀ - 14дБ	H ₀ - 10дБ	Для l ≤ t; H ₀ - 4дБ Для l > t; H ₀ -10дБ	Для l ≤ 0,5t; H ₀ Для 0,5t < l ≤ t; H ₀ - 6дБ Для l > t; H ₀ - 10дБ	Для l ≤ t; H ₀ Для l > t; H ₀ - 6дБ	Для l ≤ 0,5t; H ₀ + 6дБ Для 0,5t < l ≤ t; H ₀ -2дБ Для l > t; H ₀ -6дБ
2 плоскodon- ні отвори - дископодібні відбивачі)	H ₀ - 8дБ	H ₀ - 4дБ	Для l ≤ t; H ₀ +2дБ Для l > t; H ₀ -10дБ	Для l ≤ 0,5t; H ₀ + 6дБ Для 0,5t < l ≤ t; H ₀ Для l > t; H ₀ - 4дБ	Для l ≤ t; H ₀ +6дБ Для l > t; H ₀	Для l ≤ 0,5t; H ₀ +10дБ Для 0,5t < l ≤ t; H ₀ +4дБ Для l > t; H ₀
3 (прямокут- на засічка – надріз)	H ₀ - 14дБ	H ₀ - 10дБ	Для l ≤ t; H ₀ -4дБ Для l > t; H ₀ -10дБ	–	Для l ≤ t; H ₀ Для l > t; H ₀ - 6дБ	–
4 (методи «стредл» і «тандем»)	H ₀ - 22дБ	H ₀ - 18дБ	–	Для l ≤ 0,5t; H ₀ - 8дБ Для 0,5t < l ≤ t; H ₀ -14дБ Для l > t; H ₀ - 14дБ	–	Для l ≤ 0,5t; H ₀ - 14дБ Для 0,5t < l ≤ t; H ₀ - 0дБ Для l > t; H ₀ - 14дБ
¹ Див. 3.2.5.14. ² H ₀ - опорні рівні чутливості, що відповідають вимогам стандарту ДСТУ EN ISO 17640 (див. 3.2.5.13). ³ l - умовна довжина дефекту. ⁴ t - товщина основного металу (найтоншого елемента).						

3.5 ОЦІНКА ЯКОСТІ ШВІВ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ КОРПУСНИХ КОНСТРУКЦІЙ ІЗ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ

3.5.1 Загальні вказівки.

3.5.1.1 Оцінка якості зварних з'єднань корпусних конструкцій із алюмінієвих сплавів повинна виконуватися на основі рівнів якості, що відповідають вимогам стандарту ДСТУ EN ISO 10042 або відповідних стандартів ISO чи EN або інших визнаних Регістром міжнародних і національних стандартів.

3.5.1.2 Вимоги до рівнів якості, що відповідають вимогам стандарту ДСТУ EN ISO 10042 або відповідних стандартів ISO чи EN, для корпусних конструкцій суден погоджуються з Регістром в індивідуальному порядку залежно від типу судна і його розмірів. У будь-якому випадку прийнятний рівень якості повинний бути не нижче «С» згідно з стандартом ДСТУ EN ISO 10042 або відповідними стандартами ISO чи EN за винятком вимог до розмірів посилення швів при контролі зовнішнім оглядом та вимірюванням, який за погодженням з Регістром допускається знижувати до рівня «D».

3.5.1.3 Для конкретних методів неруйнівного випробування прийнятні рівні оцінки дефектів залежно від установлених рівнів якості згідно з ДСТУ EN ISO 10042 або відповідними стандартами ISO чи EN, а також вимог до методики і класу контролю встановлюються вимогами відповідних міжнародних стандартів і повинні, як правило, призначатися згідно з таблицею 3.5.1.3.

3.5.1.4 Оцінка якості зварних з'єднань в межах кожного рівня оцінки дефектів повинна виконуватися за альтернативною системою «придатний - не придатний» («acceptance-not acceptance») із застосуванням критеріїв оцінки, відповідних вказівкам **3.5.2, 3.5.3, 3.5.4**.

Таблиця 3.5.1.3

Рівень якості згідно з стандартом ДСТУ EN ISO 10042	Вимоги до радіографічного контролю		Вимоги до капілярних методів контролю	
	Методика і клас згідно з стандартом ДСТУ EN ISO 17636	Рівень оцінки (бал якості) згідно з стандартом ДСТУ EN ISO 10675-2	Методика і клас згідно з стандартом ДСТУ EN ISO 3452	Рівень оцінки (бал якості) згідно з стандартом ДСТУ EN ISO 23277
B	B	1	Клас (рівень контролю) не встановлюється	2×
C	B ¹	2		2×
D	A	3		3×

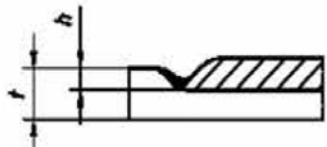
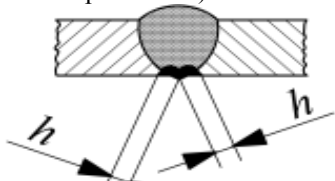
¹ Для кільцевих зварних з'єднань мінімальна кількість експозицій (знімків) може відповідати вимогам для класу А стандарту ДСТУ EN ISO 17636.

Примітка. Нарівні з указаними стандартами ДСТУ можуть застосовуватися відповідні стандарти ISO та EN.

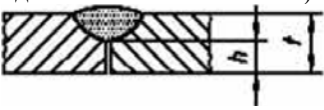
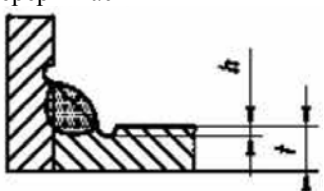
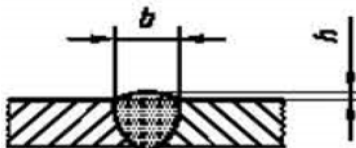
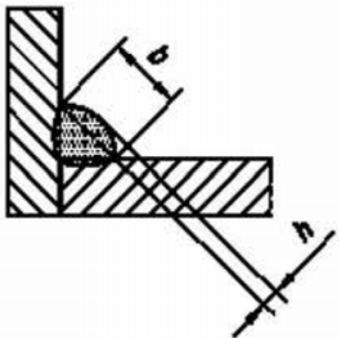
3.5.2 Оцінка якості зварних з'єднань за результатами контролю зовнішнім оглядом і вимірюванням.

3.5.2.1 Якщо з Регістром не погоджене інше, оцінка якості зварних з'єднань за результатами контролю зовнішнім оглядом і вимірюванням повинна виконуватися згідно з вказівками стандарту ДСТУ EN ISO 10042 або відповідних стандартів ISO чи EN (див. табл. 3.5.2.1) для погоджених з Регістром рівнів якості.

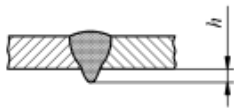
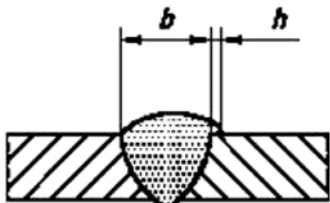
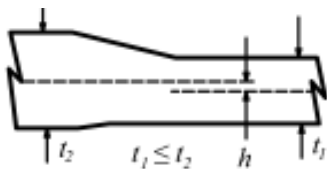
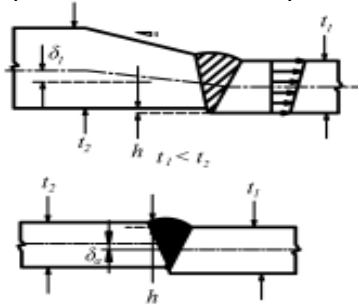
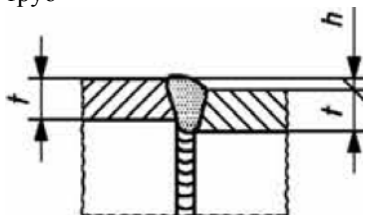
Таблиця 3.5.2.1

№ з/п	Найменування і вид дефекту	Позначення по ДСТУ EN ISO 6520	Нормовані характеристики дефектів і розмірів шва	Критерії допустимості дефектів для рівнів якості згідно з стандартом ДСТУ ISO 5817			Примітки
				B	C	D	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Тріщини	100	-	Не допускаються			
2	Кратерні тріщини	104	l – довжина тріщини h – глибина або ширина тріщини	Не допускаються			$l \leq 0,4t$ або $l \leq 0,4a$ $h \leq 0,4t$ або $h \leq 0,4a$
3	Поверхневі пори 	2017	d – максимальний діаметр окремої пори для: $0,5\text{мм} \leq t \leq 3\text{мм}$ $t > 3\text{мм}$	$d \leq 0,1t$ або $d \leq 0,1a$,	$d \leq 0,2t$ або $d \leq 0,2a$,	$d \leq 0,3t$ або $d \leq 0,3a$	Скупчення і ланцюжки пор на поверхні шва не допускаються
4	Незаварений кратер 	2025	h – глибина кратера (величина ослаблення перерізу шва)	Не допускається	$h \leq 0,2t$, але не більше 1,5мм	$h \leq 0,4t$, але не більше 3,0мм	Для рівнів C і D може не допускатися за умови фарбування
5	Несплавлення (які виходять на поверхню шва) 	401	h – максимальна глибина l – довжина одиничного дефекту	Не допускаються	Не допускаються	$h \leq 0,1t$ або $h \leq 0,1a$, але не більше 3,0мм $l \leq 25\text{мм}$	

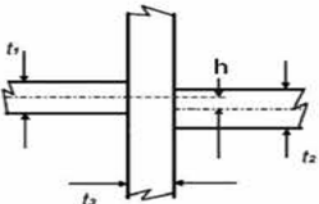
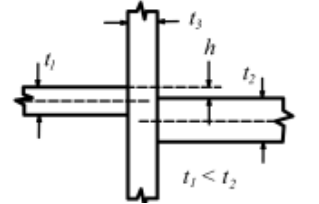
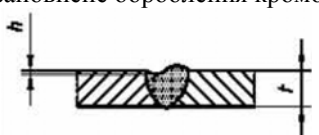
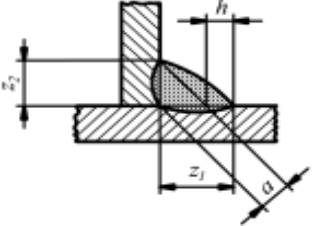
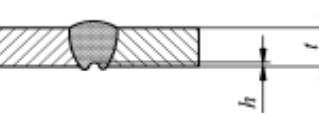
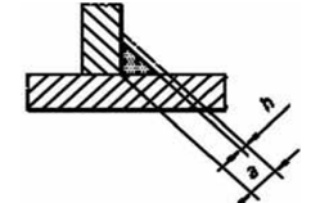
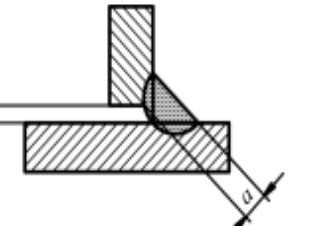
Продовження табл. 3.5.2.1

1	2	3	4	5	6	7	8
6	Непровар в корені шва (для односторонніх стикових швів) 	4021	h - максимальна глибина l - довжина одиничного дефекту	Не допускається	Не допускається	$h \leq 0,2t$, але не більше 2,0мм $l \leq 25\text{мм}$ Допускаються тільки одиничні дефекти не систематичного характеру	Для рівня D може не допускатися за умовами фарбування
7	Підріз переривчастий і безперервний:  переривчастий 	5011	h - максимальна глибина	Не допускається	Не допускається	$h \leq 0,2t$, але не більше 1,0мм	
		5012	h - максимальна глибина l - довжина одиничного дефекту	$h \leq 0,01t$, але не більше 0,5мм $l \leq 25\text{мм}$	$h \leq 0,1t$, але не більше 1,0мм $l \leq 25\text{мм}$	$h \leq 0,2t$, але не більше 1,0мм $l \leq 25\text{мм}$	
8	Підріз кореня шва (підрізи, які розташовані з обох сторін шва) 	5013	h - максимальна глибина l - довжина одиничного дефекту	$h \leq 0,05t$, але не більше 0,5мм $l \leq 25\text{мм}$	$h \leq 0,1t$, але не більше 1,0мм $l \leq 25\text{мм}$	$h \leq 0,2t$, але не більше 2,0мм $l \leq 25\text{мм}$	
9	Перевищення опуклості стикового шва 	502	h - максимальна висота посилення b - ширина посилення шва	$h \leq 1,5\text{мм}$ $+ 0,1b$, але не більше 6мм	$h \leq 1\text{ мм}$ $+ 0,15b$, але не більше 8мм	$h \leq 1,5\text{мм}$ $+ 0,2b$, але не більше 10мм	
10	Перевищення опуклості кутового шва 	503	h - максимальна опуклість кутового шва b - ширина кутового шва	$h \leq 1,5\text{мм}$ $+ 0,1b$, але не більше 3мм	$h \leq 1,5\text{мм}$ $+ 0,15b$, але не більше 4мм	$h \leq 1,5\text{мм}$ $+ 0,3b$, але не більше 5мм	

Продовження табл. 3.5.2.1

1	2	3	4	5	6	7	8
11	Надмірне проплавлення 	504	h - максимальна висота проплавлення b - ширина проплавлення	$h \leq 3\text{мм}$	$h \leq 4\text{мм}$	$h \leq 5\text{мм}$	
12	Натікання 	506	h - величина натікання l - довжина одиничного дефекту	Не допускається	Не допускається	$h \leq 0,2t$, $l \leq 25\text{мм}$	
13	Лінійний зсув стикових з'єднань листів і пазів труб: проектованих як симетричні  проектованих як несиметричні 	5071	h - величина лінійного зсуву: визначається як відхилення осьових ліній, які проходять по середині товщини листів	$h \leq 0,2t$, але не більше 2мм	$h \leq 0,3t$, але не більше 4мм	$h \leq 0,4t$, але не більше 8мм	
			визначається як відхилення загальної зовнішньої лінії пластин	$h \leq 0,2t_1$, але не більше 2мм	$h \leq 0,3t_1$, але не більше 4мм	$h \leq 0,4t_1$, але не більше 8мм	
14	Лінійний зсув кільцевих швів труб 	5072	h - величина лінійного зсуву, що визначається по відхиленню зовнішнього діаметру труб, які зварюються $t = \min \{t_1 \text{ і } t_2\}$	$h \leq 0,2t$, але не більше 4мм	$h \leq 0,3t$, але не більше 6мм	$h \leq 0,4t$, але не більше 10мм	

Продовження табл. 3.5.2.1

1	2	3	4	5	6	7	8
15	Лінійний зсув хрестоподібних з'єднань: проеКТованих як симетричні  проеКТованих як несиметричні 		h - величина лінійного зсуву: визначається як відхилення осевих ліній, які проходять по середині товщини листів $t = \min\{t_1, t_2, t_3\}$ визначається як відхилення загальної зовнішньої лінії пластин $t = \min\{t_1, t_2, t_3\}$	$h \leq 0,2t$ $h \leq 0,15t$	$h \leq 0,4t$ $h \leq 0,3t$	$h \leq 0,5t$ $h \leq 0,5t$	
16	Протікання Незаповнене оброблення кромки 	509 511	h - глибина протікання або незаповнення розробки l - довжина дефекту	$h \leq 0,05t_1$, але не більше 0,5мм $l \leq 25\text{мм}$	$h \leq 0,1t_1$, але не більше 1,0мм $l \leq 25\text{мм}$	$h \leq 0,2t_1$, але не більше 2,0мм $l \leq 25\text{мм}$	
17	Асиметрія кутового шва 	512	$h = z_1 - z_2$ - величина асиметрії (розходження величин катетів)	$h \leq 1,5\text{мм} + 0,2a$,	$h \leq 2\text{мм} + 0,25a$,	$h \leq 3\text{мм} + 0,3a$,	
18	Увігнутість (утягнення) кореня шва 	515	h - максимальна глибина увігнутості l - довжина одиничного дефекту	$h \leq 0,05t$, але не більше 0,5мм $l \leq 25\text{мм}$	$h \leq 0,1t$, але не більше 1,0мм $l \leq 25\text{мм}$	$h \leq 0,2t$, але не більше 1,5мм $l \leq 25\text{мм}$	
19	Заниження товщини кутового шва 	5213	h - величина заниження (зменшення від номінального значення) товщини кутового шва «а» l - довжина дефекту	$h \leq 0,1a$, але не більше 1,0мм $l \leq 25\text{мм}$	$h \leq 0,2a$, але не більше 1,5мм $l \leq 25\text{мм}$	$h \leq 0,3a$, але не більше 2,0мм $l \leq 25\text{мм}$	
20	Неправильний зазор в корені кутових швів 	617	h - величина зазору в корені одностороннього шва a - товщина кутового шва	$h \leq 0,5\text{мм} + 0,1a$, але не більше 3,0мм	$h \leq 0,5\text{мм} + 0,2a$, але не більше 3,0мм	$h \leq 1\text{мм} + 0,3a$, але не більше 4,0мм	За погодженням з Регістром зазор, що перевищує допустиму величину може бути компенсований відповідним збільшенням товщини кутового шва

3.5.2.2 Всі виявлені за результатами контролю зовнішнім оглядом і вимірюванням дефекти підлягають усуненню, а місця виправлень повинні бути повторно проконтрольовані згідно з **3.1.5**.

3.5.2.3 За результатами контролю зовнішнім оглядом і вимірюванням зварні з'єднання вважаються придатними, якщо в них не виявлені недопустимі для встановленого прийнятного рівня оцінки дефекти, перераховані в табл. 3.5.2.1.

3.5.3 Оцінка якості зварних з'єднань за результатами контролю капілярним методом.

3.5.3.1 Якщо з Регістром не погоджене інше, оцінка якості зварних з'єднань за результатами контролю капілярним методом повинна виконуватися згідно з вказівками стандарту ДСТУ EN ISO 23277 або відповідних стандартів ISO чи EN (див. табл. 3.5.3.1) для узгоджених з Регістром рівнів якості.

Таблиця 3.5.3.1

Тип індикаторного валика	Рівень оцінки (бал якості) згідно з стандартом ДСТУ EN ISO 23277 ¹		
	1	2	3
Лінійний ² l - довжина індикаторного сліду	$l \leq 2\text{мм}$	$l \leq 4\text{мм}$	$l \leq 8\text{мм}$
Нелінійний ³ d - розмір більшої осі індикаторного сліду	$d \leq 4\text{мм}$	$d \leq 6\text{мм}$	$d \leq 8\text{мм}$

¹ Рівні оцінки 2 і 3 можуть включати індекс «х», який позначає, що всі лінійні індикаторні сліди повинні бути оцінені на рівень 1.

² Лінійний індикаторний слід — індикаторний слід, довжина якого перевищує ширину більше ніж в три рази.

³ Нелінійний індикаторний слід — індикаторний слід, довжина якого рівна або менша ніж три ширини.

3.5.3.2 Для зменшення розмірів або видалення дефектів, які стали причиною недопустимих індикаторних слідів, може використовуватися місцеве шліфування або зачищення, якщо це допускається виробничою специфікацією для конкретного виробу. Місця виправлень повинні бути піддані повторному контролю і оцінці згідно з специфікацією, що застосовується для первісного контролю згідно з **3.1.5**.

3.5.3.3 За результатами контролю капілярним методом зварні з'єднання вважаються придатними, якщо в них не виявлені недопустимі для встановленого прийнятного рівня оцінки дефекти, перераховані в табл. 3.5.3.1.

3.5.4 Оцінка якості зварних з'єднань за результатами контролю радіографічним методом.

3.5.4.1 При контролі радіографічним методом оцінка якості зварних з'єднань повинна виконуватися з розшифровкою зображень на радіографічних знімках для наступних видів внутрішніх дефектів:

- пори;
- тверді (оксидні) вкраплення;
- металеві вольфрамові вкраплення;
- несплавлення;
- непровари;
- тріщини.

Дефекти зварних з'єднань, що виходять на поверхню, повинні оцінюватися згідно з критеріями, викладеними в **3.5.2.1**.

3.5.4.2 За розміри дефектів зварних з'єднань при контролі радіографічним методом повинні прийматися розміри їхніх зображень на радіографічних знімках відповідно до викладених нижче вимог.

За розміри пор, шлакових або вольфрамових включень приймаються:

- для сферичних пор і вкраплень їх діаметр d ;
- для подовжених вкраплень їхня довжина l і ширина h .

За розміри несплавлень, непроварів і тріщин приймається їхня довжина l .

Якщо відстань між подібними дефектами, розташованими в лінію, менша ніж розмір найменшого дефекту, то такі дефекти повинні вважатися одним протяжним дефектом. Розміри такого дефекту повинні визначатися як відстань, виміряна по найбільш віддалених краях цієї групи дефектів.

Якщо відстань між паралельно розташованими однорідними подовженими дефектами менша ніж

трикратна ширина найменшого дефекту, то такі дефекти повинні вважатися одним протяжним дефектом. Розміри такого дефекту повинні визначатися як відстань, виміряна по найбільш віддалених краях цієї групи дефектів.

Якщо більше ніж одна пора розташовані всередині окружності діаметром рівним 3-кратному діаметру пори, такі дефекти вважаються групою пористістю або скупченням пор. За розміри скупчення повинна прийматися відстань, виміряна по найбільш віддалених один від одного краях дефектів в скупченні.

Якщо відстань між розташованими в лінію двома і більше однорідними дефектами більше ніж одна, але не більше трьох довжин (діаметр або довжина) найменшого із цих дефектів, то такі дефекти називаються ланцюжком. За розмір ланцюжка вкраплень приймається його довжина, виміряна по найбільш віддалених краях дефектів в ланцюжку.

3.5.4.3 Якщо з Регістром не погоджене інше, оцінка якості зварних з'єднань за результатами контролю радіографічним методом повинна виконуватися згідно з вказівками стандарту ДСТУ EN ISO 10675-2 або відповідних стандартів ISO чи EN (див. табл. 3.5.4.3) для рівнів якості погоджених з Регістром.

3.5.4.4 Всі, виявлені за результатами радіографічного контролю, недопустимі для встановленого рівня оцінки дефекти підлягають усуненню, а місця виправлень повинні бути повторно проконтрольовані згідно з **3.1.5**.

Таблиця 3.5.4.3

№ з/п	Найменування і вид дефекту	Позначення згідно з ДСТУ EN ISO 6520-1	Нормовані характеристики дефектів	Критерії допустимості дефектів для рівнів якості		
				1	2 ¹	3 ¹
1	2	3	4	5	6	7
1	Тріщини	100	-	Не допускаються	Не допускаються	Не допускаються
2a	Окремі пори	2011	d - максимальний діаметр пор	$d \leq 0,2s$, але не більше 4мм	$d \leq 0,3s$, але не більше 5мм	$d \leq 0,4s$, але не більше 6мм
2b	Рівномірно розподілена пористість Товщина матеріалу $0,5\text{мм} \leq s \leq 3\text{мм}$	2012	A - сума площ проекцій пор, віднесена до площі знімка: $Wp \times L$	$A \leq 1\%$ $L = 100\text{мм}$	$A \leq 2\%$ $L = 100\text{мм}$	$A \leq 6\%$ $L = 100\text{мм}$
2c	Рівномірно розподілена пористість Товщина матеріалу $3\text{мм} \leq s \leq 12\text{мм}$	2012	A - сума площ проекцій пор, віднесена до площі знімка: $Wp \times L$	$A \leq 2\%$ $L = 100\text{мм}$	$A \leq 4\%$ $L = 100\text{мм}$	$A \leq 10\%$ $L = 100\text{мм}$
2d	Рівномірно розподілена пористість Товщина матеріалу $12\text{мм} \leq s \leq 30\text{мм}$	2012	A - сума площ проекцій пор, віднесена до площі знімка: $Wp \times L$	$A \leq 3\%$ $L = 100\text{мм}$	$A \leq 6\%$ $L = 100\text{мм}$	$A \leq 15\%$ $L = 100\text{мм}$
2e	Рівномірно розподілена пористість Товщина матеріалу $s > 30\text{мм}$	2012	A - сума площ проекцій пор, віднесена до площі знімка: $Wp \times L$	$A \leq 4\%$ $L = 100\text{мм}$	$A \leq 8\%$ $L = 100\text{мм}$	$A \leq 20\%$ $L = 100\text{мм}$
3	Скупчення пор (групова пористість)	2013	dA - максимальний діаметр скупчення пор	$dA \leq 15\text{мм}$ або dA , $\max \leq Wp/2$	$dA \leq 20\text{мм}$ або dA , $\max \leq Wp/2$	$dA \leq 25\text{мм}$ або dA , $\max \leq Wp/2$
4	Лінійна пористість (ланцюжок пор)	2014	l - довжина ланцюжка пор	Не допускаються	Не допускаються	$l \leq 25\text{мм}$
5	Витягнуті порожнини і свищі (червоподібні пори)	2016 2015	l - довжина дефекту	$l \leq 0,2s$, але не більше 3мм	$l \leq 0,3s$, але не більше 4мм	$l \leq 0,4s$, але не більше 6мм
6	Оксидні вкраплення	303	l - довжина включення s - номінальна товщина стикового шва	$l \leq 0,2s$, але не більше 3мм	$l \leq 0,5s$, але не більше 5мм	$l \leq s$, але не більше 10мм

Закінчення табл. 3.5.4.3

1	2	3	4	5	6	7
7	Вольфрамові крапління	3041	l - довжина дефекту	$l \leq 0,2s$, але не більше 3мм	$l \leq 0,3s$, але не більше 4мм	$l \leq 0,4s$, але не більше 6мм
8 ²	Несплавлення	401	l - довжина дефекту	Не допускаються	Не допускаються	Допускаються, але лише переривчасті і які не виходять на поверхню $l < 25\text{мм}$ $L = 100\text{мм}$
9 ²	Непровари	402	l - довжина дефекту	Не допускаються	Допускаються, застосовно до двобічних зварних з'єднань, які не виходять на поверхню $l < 25\text{мм}$ $L = 100\text{мм}$	$l < 25\text{ мм}$ $L = 100\text{ мм}$

Позначення:

 L - будь-які (з найбільшою щільністю дефектів) 100мм довжини шва; S - номінальна товщина стикового шва; t - товщина матеріалу; W_p - ширина шва.¹ Рівні оцінки 2 і 3 можуть включати індекс «х», який позначає, що всі дефекти понад 25мм є недопустимі.² Якщо довжина шва менша 100мм максимальна довжина дефекту не повинна перевищувати 25% цієї довжини.*Примітка.* Нарівні з указаним стандартом ДСТУ EN ISO 6520-1 може застосовуватися відповідний стандарт ISO чи EN.

4. ЗВАРЮВАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

4.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

4.1.1 Область застосування.

4.1.1.1 Зварювальні матеріали, призначені для зварювання зазначених у **1.1.1** конструкцій, повинні бути випробувані і схвалені Регістром. За результатами огляду виробництва і випробувань зварювальних матеріалів Регістром видається Сертифікат про схвалення зварювальних матеріалів (ССЗМ), який оформляється на ім'я підприємства-виробника і підлягає щорічному підтвердженню.

4.1.1.2 Вимоги цього розділу застосовуються для первісного схвалення і щорічного підтвердження ССЗМ стосовно до зварювальних матеріалів, призначених для зварювання суднобудівних сталей нормальної і підвищеної міцності, сталей високої міцності, корозійностійких (нержавіючих сталей) і алюмінієвих сплавів.

Вимоги цього розділу регламентують вимоги для схвалення наступних видів зварювальних матеріалів:

покрытих електродів для ручного дугового зварювання, а також для зварювання похилим і лежачим електродом;

сполучень «дріт-флюс» для дугового зварювання під флюсом;

сполучень «дріт-газ» для дугового зварювання електродом суцільного перерізу, що плавиться в середовищі захисних газів (включаючи зварювання електродом, що не плавиться, в середовищі інертних захисних газів, а також плазово-дугове зварювання);

порошкової проволоки для дугового зварювання електродом, що плавиться, в середовищі захисного газу і без нього;

зварювальних матеріалів для електрогазового і електрошлакового зварювання.

4.1.2 Класифікація і умовні позначення.

4.1.2.1 Загальні пояснення.

Зварювальні матеріали класифікуються залежно від їх призначення, а також від механічних властивостей і складу присадного металу. Для конкретних видів зварювальних матеріалів і особливостей їх застосування в кожному конкретному випадку може застосовуватися додаткова класифікація.

Класифікація зварювальних матеріалів, на які поширюються вимоги цього розділу, повинна виконуватися із застосуванням індексів основної і додаткової класифікації згідно з **4.1.2.2 - 4.1.2.6**.

4.1.2.2 Зварювальні матеріали для зварювання суднобудівних сталей нормальної і підвищеної міцності.

Зварювальні матеріали, призначені для зварювання суднобудівних сталей нормальної і підвищеної міцності, що відповідають вимогам **3.2** частини XIII «Матеріали», класифікуються по категоріях залежно від мінімальної границі плинності наплавленого металу або металу шва, а також температури випробувань на ударний згин металу шва і наплавленого металу з присвоєнням індексів обов'язкової класифікації згідно з табл. 4.1.2.2.

Таблиця 4.1.2.2

Рівень міцності наплавленого металу або металу шва R_{eH} , МПа, min	Температура випробувань зразків на ударний згин для наплавленого металу і металу шва, °C				
	+20	0	-20	-40	-60
305	1	2	3	4	—
375	1Y	2Y	3Y	4Y	5Y
400	—	2Y40	3Y40	4Y40	5Y40

4.1.2.3 Зварювальні матеріали для зварювання сталей високої міцності.

Зварювальні матеріали для зварювання сталей високої міцності, що відповідають вимогам **3.13** частини XIII «Матеріали», класифікуються по категоріях залежно від мінімальної границі плинності наплавленого металу, а також температури випробувань на ударний згин металу шва і наплавленого металу з присвоєнням індексів обов'язкової класифікації згідно з табл. 4.1.2.3.

4.1.2.4 Зварювальні матеріали для зварювання корозійностійких (нержавіючих) сталей.

Зварювальні матеріали для зварювання корозійностійких (нержавіючих) сталей, що відповідають вимогам **3.16** частини XIII «Матеріали», класифікуються по категоріях з присвоєнням індексів M-1, MF-2, F-3, AM-4, A-5, A-6, A-7ss, AF-8dup, A-9sp і A-10sp відповідно до структури і складу сталей, які підлягають зварюванню, згідно з **4.8.1.2**. Крім позначення категорії зварювального матеріалу в

дужках вказується позначення типового (маркового) хімічного складу наплавленого металу аналогічно 3.16.1.1 частини XIII «Матеріали» для основного металу (див. також 4.8.1.3).

Таблиця 4.1.2.3

Рівень міцності наплавленого металу або металу шва $R_{p0,2}$ або R_{eH} , МПа, min	Температура випробувань зразків на ударний згин для наплавленого металу і металу шва, °C				
	+20	0	-20	-40	-60
420	-	-	3Y42	4Y42	5Y42
460			3Y46	4Y46	5Y46
500			3Y50	4Y50	5Y50
550			3Y55	4Y55	5Y55
620			3Y62	4Y62	5Y62
690			3Y69	4Y69	5Y69
890			3Y89	4Y89	-
960			3Y96	4Y96	-

4.1.2.5 Зварювальні матеріали для зварювання алюмінієвих сплавів.

Зварювальні матеріали для зварювання алюмінієвих сплавів, які відповідають вимогам розд. 5 частини XIII «Матеріали», класифікуються за категоріями А, В, С, D (для міжнародних сплавів) і 1, 2, 3, 4 (для національних сплавів) залежно від складу і рівня міцності основного металу, що застосовується при випробуваннях для схвалення згідно з 4.9.1.3. Перед позначенням категорії вказуються початкові індекси W або R для позначення виду продукції: дріт (wire) або прутки (rod), відповідно.

4.1.2.6 Додаткові індекси класифікації.

Стосовно зварювальних матеріалів, призначених для зварювання суднобудівних сталей нормальної і підвищеної міцності, а також сталей високої міцності, застосовуються наступні додаткові індекси класифікації:

H15, H10 і H5 — для зазначення вмісту дифузійного водню в наплавленому металі згідно з 4.2.3;

T - схвалення зварювальних матеріалів для двопрорідної технології, яка передбачає зварювання за один прохід з кожної сторони шва без додаткової підварки і стругання кореня шва;

M - схвалення зварювальних матеріалів для багатопрорідної технології зварювання;

TM - схвалення зварювальних матеріалів для двопрорідної і багатопрорідної технологій зварювання;

S - схвалення зварювальних матеріалів для напівавтоматичного зварювання;

SM - схвалення зварювальних матеріалів для напівавтоматичного зварювання і автоматичної багатопрорідної технології зварювання;

V - схвалення зварювальних матеріалів для вертикального зварювання з примусовим формуванням шва з застосуванням електрошлакового або електрогазового зварювання.

PW - схвалення зварювальних матеріалів, які постачаються з підтвердженими механічними властивостями металу шва в стані після термічної обробки для зняття напружень.

4.1.3 Процедура схвалення.

4.1.3.1 Заявка на схвалення.

Для схвалення зварювальних матеріалів виробник повинний подати до Регістру заявку (звернення) із додатком документів та відомостей, що мають відношення до конкретних видів зварювальних матеріалів і зазначених в 4.3.1.3, 4.4.1.3, 4.5.1.5 і 4.6.1.4.

4.1.3.2 Якість виготовлення.

Виробниче обладнання виробника, технологія виробництва і контролю якості зварювальних матеріалів повинні забезпечувати прийнятну однорідність якості продукції, яка випускається.

Виробник повинний відповідним чином засвідчити, що ця однорідність продукції забезпечується за допомогою досліджень і систематичних випробувань на кожній партії продукції.

Загалом зварювальні матеріали повинні зберігатися встановлені і гарантовані виробником характеристики (зафіксовані у вимогах з приймання продукції), принаймні, протягом шести місяців з моменту їх поставки за умови дотримання умов їх зберігання і збереження оригінальної упаковки.

Зварювальні матеріали повинні поставлятися в такій упаковці, яка гарантує виконання зазначеної вище вимоги: упаковка повинна бути достатньо міцною, щоб протистояти впливам при звичайному транспортуванні і обігу.

Виробник повинний поставити маркувальний знак (штамп або пломбу) на кожний пакувальний контейнер або упаковку, залежно від того, що застосовно, які необхідні для забезпечення ідентифікації продукції.

4.1.3.3 Огляди і випробування.

Процедура схвалення зварювальних матеріалів передбачає виконання з позитивним результатом: огляду Регістром виробничих можливостей і системи забезпечення якості підприємства-виробника зварювальних матеріалів;

проведення на підприємстві-виробнику або у незалежному випробувальному центрі, визнаному Регістром, випробувань зварювальних матеріалів у обсязі вимог **4.3 – 4.9** у присутності інспектора Регістру;

Обсяг оглядів підприємств-виробників зварювальних матеріалів при первісному схваленні встановлюється згідно з **5.2** частини 3 «Технічний нагляд за виготовленням матеріалів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів і виробів.

Випробування для схвалення вимагається виконувати на зразках зварювальних матеріалів, які є типовими для виробництва. Спосіб відбору зразків для випробувань повинний бути погоджений з інспектором Регістра.

У загальному випадку випробування для схвалення включають наступні контрольні перевірки і випробування:

вибірковий контроль якості виготовлення продукції з перевіркою зварювально-технологічних властивостей, що виконується зазвичай в ході огляду виробництва;

визначення механічних властивостей і хімічного складу наплавленого металу, якщо останній регламентований технічною документацією на виготовлення і поставку продукції (покриті електроди, порошковий дріт);

визначення механічних властивостей металу стикового зварного з'єднання;

визначення вмісту дифузійного водню в наплавленому металі для зварювальних матеріалів, що мають відповідні індекси додаткової класифікації (див. **4.2.3.1**);

визначення, якщо необхідно, схильності металу шва і зварного з'єднання до утворення гарячих тріщин;

спеціальні види випробувань стосовно зварювальних матеріалів для зварювання корозійностійких (нержавіючих) сталей згідно з **4.8**.

Якщо не установлене інше, зразки для випробувань і процедура випробувань повинні відповідати вимогам цього розділу або визнаних Регістром стандартів.

При схваленні зварювальних матеріалів або процесів зварювання, вимоги до яких не регламентовані в Правилах, обсяг випробувань може відповідати визнаним Регістром стандартам.

4.1.4 Сертифікат про схвалення зварювальних матеріалів.

4.1.4.1 На підставі позитивних результатів оглядів і передбачених вимогами цього розділу випробувань в обсязі первісного схвалення Регістр видає виробнику Сертифікат про схвалення зварювальних матеріалів (ССЗМ) устанавленого зразка.

4.1.5 Щорічні огляди і випробування.

4.1.5.1 ССЗМ видається на термін до 5 років і підлягає щорічному підтвердженню на підставі оглядів і випробувань, виконаних під технічним наглядом Регістру. Огляди і випробування при підтвердженні ССЗМ повинні виконуватися з річним інтервалом. Крайнім терміном завершення випробувань вважається кінець поточного календарного року.

Обсяг щорічних оглядів підприємств-виробників зварювальних матеріалів при підтвердженні ССЗМ встановлюється згідно з **5.2** частини 3 «Технічний нагляд за виготовленням матеріалів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів і виробів.

Обсяг щорічних випробувань при підтвердженні ССЗМ встановлюється для конкретних видів зварювальних матеріалів і технології зварювання згідно з **4.3.8.1, 4.4.4.1, 4.5.5.1, 4.6.5, 4.7.3, 4.8.5 і 4.9.3**.

4.1.5.2 Якщо при проведенні випробувань для підтвердження ССЗМ був отриманий негативний результат, категорія зварювальних матеріалів повинна бути знижена згідно з фактичними значеннями отриманих властивостей. Поновлення первісної категорії можливе не раніше ніж через 3 місяці після прийняття підприємством-виробником заходів по стабілізації якості продукції і проведення випробувань з підвищення категорії зварювальних матеріалів у встановленому порядку.

4.1.5.3 Зварювальні матеріали, схвалені Регістром за результатами випробувань, виконаних на підприємстві-споживачі при схваленні технологічних процесів зварювання, повинні підлягати

випробуванням на підтвердження ССЗМ у звичайному порядку або на підприємстві-виробнику, або, за його дорученням, на підприємстві-споживачі.

4.1.5.4 При невиконанні умов підтвердження дія ССЗМ припиняється і зварювальні матеріали, наведені у ньому, не можуть застосовуватися для виготовлення конструкцій, що підлягають технічному нагляду Регістру.

Після закінчення терміну дії ССЗМ може бути переоформлений Регістром на підставі випробувань, що виконуються, як правило, в обсязі, необхідному для його підтвердження. При достроковому припиненні дії ССЗМ за ініціативою виробника його переоформлення вимагає проведення випробувань, обсяг яких погоджується із Регістром у кожному конкретному випадку.

Якщо підприємство має і підтримує систему якості, сертифіковану Регістром, то присутність представника Регістру при проведенні випробувань може бути замінено перевіркою результатів випробувань, виконуваних підприємством відповідно до діючої на ньому системи контролю якості продукції.

Примітка: Документи про схвалення (сертифікацію) системи якості підприємства-виробника зварювальних матеріалів, видані іншими класифікаційними товариствами-членами МАКТ, а також іншими компетентними організаціями, уповноваженими на це згідно з національним законодавством або міжнародними угодами, можуть визнаватися Регістром після їх розгляду.

4.1.6 Обов'язки виробників.

4.1.6.1 Із одержанням схвалення Регістру підприємство-виробник бере на себе відповідальність за те, що у процесі виробництва склад і властивості продукції, яка випускається, будуть відповідати тим, що мали місце при випробуваннях зварювальних матеріалів.

Виробник зобов'язаний вказувати у своїх каталогах і на упаковці (етикетці, ярлику) наявність схвалення Регістру України написом: «Схвалено Регістром України, ...» із наведенням категорії зварювального матеріалу відповідно до ССЗМ. Крім того, у каталозі і на упаковці повинні бути присутні інші відомості, що регламентують умови зберігання і застосування зварювальних матеріалів.

Виробник повинний зберігати поточні звітні документи з виробництва схвалених зварювальних матеріалів, включаючи докладну інформацію відносно окремих партій і результатів відповідних випробувань. Регістр в будь-який час повинний мати вільний доступ до цих документів.

Виробник несе відповідальність за своєчасне повідомлення Регістра про будь-які значні зміни, внесені в технологічний процес виробництва, для їх наступного узгодження з Регістром.

Виробник бере на себе відповідальність за повну відповідність всім установленим Регістром вимогам, пов'язаним з одержанням і підтвердженням дії ССЗМ.

4.1.7 Права Регістра.

4.1.7.1 У період дії ССЗМ зварювальних матеріалів Регістр може вимагати від підприємства-виробника підтвердження стабільності складу і властивостей вхідних матеріалів і якості кінцевого продукту, а також незмінності технологічного процесу.

При зміні технології виготовлення продукції, методів контролю її якості і приймання, а також при заміні постачальників сировини і відповідних специфікацій, що можуть погіршити якість зварювальних матеріалів, що виготовляються на даному підприємстві, Регістр може вимагати від підприємства-виробника проведення додаткових випробувань.

У випадку, якщо є докази незадовільної якості якого-небудь зварювального матеріалу, отримані при його застосуванні для виготовлення конструкцій, що підлягають нагляду Регістру, ССЗМ зварювальних матеріалів втрачає силу і вилучається із застосування. Поновлення схвалення Регістру можливе тільки після надання підприємством-виробником достатніх доказів про усунення причин випуску недоброякісної продукції і проведення нових або додаткових випробувань для схвалення.

4.1.8 Особливі випадки схвалення зварювальних матеріалів.

4.1.8.1 До особливих випадків схвалення зварювальних матеріалів відносяться:

підвищення/перегляд категорії зварювальних матеріалів відповідно до заявки підприємства-виробника;

схвалення зварювальних матеріалів на відповідність міжнародним або національним стандартам;

схвалення зварювальних матеріалів на відповідність гарантованим виробником властивостям, що перевищують або доповнюють вимоги Правил Регістру або відповідних стандартів;

схвалення зварювальних матеріалів, що виробляються на ліцензійній основі або дочірніми підприємствами головної фірми;

схвалення зварювальних матеріалів на основі випробувань при схваленні Регістром

технологічних процесів зварювання, що виконуються на підприємстві-споживачі;

схвалення зварювальних матеріалів із урахуванням результатів випробувань, виконаних іншими класифікаційними товариствами або органами технічного нагляду;

разові дозволи на застосування зварювальних матеріалів, що мають схвалення інших класифікаційних товариств або органів технічного нагляду;

огляд окремих партій зварювальних матеріалів.

4.1.8.2 Випробування із метою підвищення категорії зварювальних матеріалів виконуються на підставі заявки підприємства-виробника і, як правило, їх проводять сумісно із щорічними випробуваннями на підтвердження ССЗМ зварювальних матеріалів. Обсяг випробувань для підвищення категорії зварювальних матеріалів повинний відповідати вимогам **4.3.8.2**, **4.4.4.2**, **4.5.5.2** і **4.6.3.2** для відповідних видів зварювальних матеріалів.

4.1.8.3 Схвалення зварювальних матеріалів на їх відповідність національним або міжнародним стандартам виконується Регістром, як правило:

за заявою підприємства-виробника;

у випадках, коли вимоги до зварювальних матеріалів не визначені окремо у Правилах Регістру.

Обсяг і процедура випробувань для схвалення зварювальних матеріалів у такому випадку повинні відповідати вимогам відповідних стандартів.

4.1.8.4 У випадку схвалення Регістром зварювальних матеріалів на відповідність гарантованих виробником властивостям, що доповнюють або перевищують вимоги Правил Регістру і/або відповідних стандартів, у ССЗМ роблять необхідний запис. Рівень гарантованих властивостей підлягає підтвердженню результатами випробувань.

4.1.8.5 У випадку, коли зварювальний матеріал однієї торгової марки виробляється на декількох виробничих філіях підприємства-виробника, випробування в повному обсязі при схваленні цих зварювальних матеріалів можуть проводитися тільки на одній із виробничих філій. На інших виробничих філіях (дочірніх фірмах) допускається за погодженням із Регістром зменшення обсягу випробувань до мінімального, що відповідає щорічним випробуванням для підтвердження ССЗМ.

Підприємство-виробник повинне надати Регістру дані, що підтверджують ідентичність матеріалів за їх складом, способом виробництва і зварювально-технологічними властивостями у всіх виробничих філіях.

У будь-якому сумнівному випадку Регістр може вимагати збільшення обсягу випробувань.

Викладене вище дійсне також для виробників, які випускають зварювальні матеріали на ліцензійній основі.

Якщо для комбінації зварювальних матеріалів «дріт – флюс» одна марка флюсу застосовується зі зварювальним дротом, що надходить від декількох виробничих філій однієї фірми, ця марка флюсу може бути схвалена Регістром на підставі випробувань зварювального дроту одного із постачальників, за умови, що усі постачальники виготовляють і поставляють дріт за єдиною специфікацією.

4.1.8.6 Для схвалення зварювальних матеріалів на підставі випробувань технологічних процесів зварювання (див. розд. **6**) споживач зварювальних матеріалів повинний мати доручення підприємства-виробника на виконання даного виду робіт (суміщення випробувань).

При цьому програма випробувань для схвалення технологічних процесів зварювання повинна бути розширена шляхом включення випробувань на визначення властивостей наплавленого металу.

Після отримання позитивних результатів випробувань, оформляється Сертифікат на конкретну партію зварювальних матеріалів.

4.1.8.7 Якщо зварювальні матеріали мають схвалення інших класифікаційних товариств, то обсяг випробувань, необхідний для одержання схвалення Регістру, може бути скорочений до обсягу щорічного, необхідного при підтвердженні ССЗМ.

У цьому випадку виготовлювач у додатку до заявки на отримання схвалення Регістру повинен представити копію докладного звіту про виконані випробування.

Обсяг і результати випробувань повинні відповідати вимогам цієї частини.

4.1.8.8 Регістр може дати разовий дозвіл на застосування зварювальних матеріалів, що були схвалені іншими класифікаційними товариствами, але не мають ССЗМ Регістру. Такий дозвіл обмежується:

обсягом використовуваних матеріалів;

об'єктом застосування;

часом застосування.

При цьому Регістр залишає за собою право вимагати проведення на підприємстві-споживачі контрольних випробувань зварювальних матеріалів у обсязі визначення властивостей наплавленого металу, результати яких оформляються у формі протоколу випробувань, який засвідчується Регістром.

Після отримання позитивних результатів випробувань, оформляється Сертифікат на конкретну партію зварювальних матеріалів.

4.1.8.9 Огляд окремих партій зварювальних матеріалів може виконуватися Регістром за заявкою (зверненням) виробника або споживача стосовно до виробників, які мають ССЗМ. Огляд може виконуватися з метою підтвердження відповідності конкретної партії продукції вимогам:

Правил Регістра для відповідної категорії зварювальних матеріалів;
стандартів на виробництво і приймання даного виду продукції;
додатковим вимогам споживача до продукції, яка постачається, зазначеним в замовленні.

4.2 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ЗВАРЮВАННЯ ПРОБ І ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ

4.2.1 Підготовка і зварювання проб.

4.2.1.1 Основний метал.

Як основний матеріал для виготовлення проб повинний застосовуватися метал, категорія якого відповідає категорії випробовуваних зварювальних матеріалів згідно з вимогами цього розділу.

Проби для визначення властивостей наплавленого металу для усіх зварювальних матеріалів можуть бути виготовлені із суднобудівної сталі будь-якої категорії. Якщо хімічний склад металу шва істотно відрізняється від складу основного металу, то, якщо необхідно, може бути виконане попереднє наплавлення кромок, які зварюються, і підкладної пластини.

Проби стикових і таврових з'єднань повинні виготовлятися зі сталі тієї категорії, для якої призначений зварювальний матеріал згідно з вимогами цього розділу. Якщо зварювальний матеріал призначений для зварювання сталі різних категорій, проби стикових з'єднань повинні бути виготовлені зі сталі найвищої категорії міцності.

Підготовка кромок для зварювання повинна виконуватися або механічним способом, або газовим різанням з наступним зачищенням абразивним інструментом.

4.2.1.2 Умови зварювання і тип струму.

Режими зварювання при виготовленні проб (значення струму, напруги, швидкості зварювання, тип струму і полярність) повинні знаходитися в межах рекомендованих виробником для звичайного практичного застосування.

Якщо зварювальні матеріали повинні бути допущені для зварювання на постійному і змінному струмах, зварювання проб для механічних випробувань необхідно виконувати на змінному струмі. Для перевірки зварювально-технологічних властивостей зварювальних матеріалів зварювання проб, як правило, повинне виконуватися із застосуванням постійного і змінного струму. У випадку випробувань зварювальних матеріалів з метою визначення стійкості до утворення гарячих тріщин зварювання повинне виконуватися із застосуванням постійного струму.

Тип зварювального струму позначається за допомогою наступних символів та їх сполучень:

АС - змінний струм;

DC+ - постійний струм зворотної полярності;

DC- — постійний струм прямої полярності;

DC± - постійний струм прямої або зворотної полярності.

Термообробка проб для випробувань після виконання зварювання не застосовується, якщо зварювальні матеріали схвалюються для звичайних умов застосування без термообробки.

4.2.2 Механічні випробування.

4.2.2.1 Випробування на розтягування:

.1 поздовжні циліндричні зразки на розтягування.

Для випробувань наплавленого металу повинні застосовуватися поздовжні циліндричні пропорційні зразки згідно з рис. 2.2.2.3а) частини XIII «Матеріали» із розмірами: $d = 10\text{мм}$, $L_0 = 50\text{мм}$, $L_c = 60\text{мм}$, $R \geq 5\text{мм}$.

Поздовжня вісь зразка повинна збігатися із центром зварного шва, а також з:

серединою товщини металу шва для проб наплавленого металу, виконаного за багатопрохідною технологією зварювання;

серединою товщини металу другого проходу для проб стикових зварних з'єднань, виконаних за двопробітною технологією зварювання.

Допускається використання п'ятикратних поздовжніх циліндричних зразків інших діаметрів (більше або менше 10мм) згідно з вимогами 2.2.2.3 частини XIII «Матеріали».

Для видалення дифузійного водню допускається витримка зразків перед випробуваннями при температурі не вище 250°C протягом 16 год.

Границя плинності, тимчасовий опір розриву і відносне подовження повинні бути визначені для кожного зразка, зазначені в звіті про випробування і повинні відповідати вимогам, установленим для конкретної категорії зварювального матеріалу. Значення відносного звуження також повинно бути визначене і наведене для відомості в звіті про випробування;

2.2.2.2 Поперечні плоскорозривні зразки.

Для випробування зварного стикового з'єднання повинні застосовуватися поперечні плоскорозривні зразки на розтягування з розмірами згідно з рис. 4.2.2.1, які вирізаються перпендикулярно до поздовжньої осі зварного шва. Верхня і нижня поверхні зварного шва повинні бути зняті за допомогою зачищення або механічної обробки врівень з поверхнею основного металу.

Тимчасовий опір розриву і місце руйнування повинні бути визначені для кожного зразка, зазначені в звіті про випробування і повинні відповідати вимогам, установленим для конкретної категорії зварювального матеріалу.

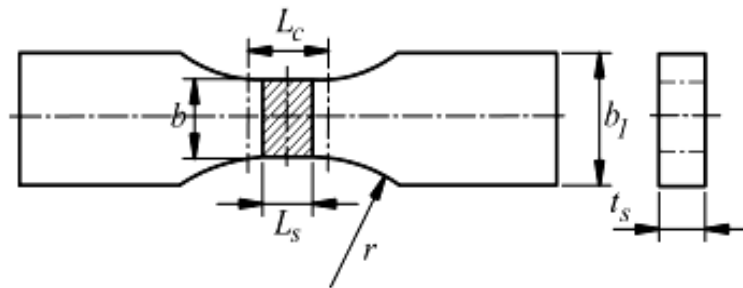


Рис. 4.2.2.1

L_s - найбільша ширина шва після обробки (верх шва);

$L_c = L_s + 60\text{мм}$ - довжина робочої частини зразка;

t_s - товщина зразка зі знятим посиленням шва;

$b = 25\text{мм}$ - ширина робочої частини зразка;

$b_1 = b + 12\text{мм}$ - ширина захватної частини зразка;

$r \geq 25\text{мм}$ - радіус переходу від робочої частини зразка до захватної

4.2.2.2 Випробування на статичний згин:

1.1 поперечні зразки з розтягненням кореня і поверхонь шва.

Для випробування зварного стикового з'єднання повинні застосовуватися поперечні зразки на статичний згин згідно з вимогами рис. 2.2.5.1 частини XIII «Матеріали», які вирізаються перпендикулярно до поздовжньої осі зварного шва. Верхня і нижня поверхні зварного шва повинні бути зняті за допомогою зачищення або механічної обробки врівень з поверхнею основного металу. Кромки зразків з боку поверхні розтягування можуть бути заокруглені радіусом не більше 2мм.

У випадку застосування методики випробувань, що передбачає обгинання зразка навколо оправки, довжина зразка може бути більше ніж $11a_0$.

При випробуваннях поперечних зразків із розтягуванням поверхні і кореня шва розміри зразків повинні складати:

$a_0 = t$ - товщина листів металу стикової зварної проби,

$b_0 = 30\text{мм}$.

У випадку, якщо товщина листів перевищує 25мм, допускається зменшення товщини зразків a_0 до 25мм шляхом механічної обробки із боку зони (поверхні) стискання.

Зразки на статичний згин випробовуються попарно: по одному зразку з розтягненням кореня і поверхні шва для багатопрохідної технології зварювання або з розтягненням зі сторони першого і другого проходів для двопробної технології зварювання;

2.2 поперечні зразки на бічний згин.

Поперечні зразки на бічний згин з розмірами:

$a_0 = 10\text{мм}$,

$b_0 = t$ - товщина листів металу стикової зварної проби,

зазвичай вимагається застосовувати додатково або замість зразків з розтягненням кореня і

поверхні шва при схваленні комбінації зварювальних матеріалів «дріт – газ», а також при схваленні електрогазового і електрошлакового зварювання. У останньому випадку при товщині листів $t \geq 40$ мм допускається поділ зразка на дві частини шириною b_0 не менше 20 мм.

.3 поздовжні зразки на статичний згин.

Поздовжні зразки на статичний згин зазвичай вимагається застосовувати замість поперечних зразків при схваленні зварювальних матеріалів категорій A-9sp і A-10sp, призначених для зварювання різномірних з'єднань згідно з 4.8.4.1;

.4 вимоги до проведення випробувань.

Випробування на згин вважається задовільним, якщо після вигину на кут 120° , на стороні зразка, що розтягується, не утворилися тріщини. Проте, утворення на поверхні зразка тріщин або дефектів шва, які розкрилися, довжиною менше 3 мм не враховується. Діаметр оправки визначається категорією зварювальних матеріалів і для матеріалів, призначених для зварювання суднобудівних сталей нормальної і підвищеної міцності, він становить три товщини зразка для випробувань.

4.2.2.3 Випробування на ударний згин.

Визначення роботи удару наплавленого металу і металу стикового зварного з'єднання повинне виконуватися на зразках із V-подібним надрізом згідно з 2.2.3 частини XIII «Матеріали».

Схема вирізання зразків на ударний згин із проб наплавленого металу і проб стикового зварного з'єднання повинна передбачати розташування їхньої поздовжньої осі перпендикулярно до поздовжньої осі шва з виконанням перерахованих нижче вимог:

для проб наплавленого металу і стикового з'єднання, виконаних за багатопрхідною технологією зварювання, зразки добираються від середини товщини шва;

для проб стикових зварних з'єднань, виконаних за двопрхідною технологією зварювання, зразки добираються на відстані не більше 2 мм від поверхні зі сторони другого проходу;

для електрогазового і електрошлакового зварювання зразки добираються від проби стикового з'єднання на відстані не більше 2 мм від поверхні.

Надріз повинний бути нанесений на поверхні зразків перпендикулярно до поверхні проби і розташований по центру зварного шва, а для електрогазового і електрошлакового зварювання додаткова серія зразків добирається також зі сторони металу шва на відстані 2 мм від лінії сплавлення.

Випробуванням піддається серія із трьох зразків. Температура випробувань і середнє значення поглиненої енергії повинні відповідати вимогам, установленим для конкретної категорії зварювальних матеріалів. Значення поглиненої енергії для одного із випробуваних зразків може бути нижче встановленої вимоги для середнього значення за умови, що воно становить не менше 70% цього значення.

4.2.3 Випробування для визначення вмісту дифузійного водню у наплавленому металі.

4.2.3.1 Випробування щодо визначення вмісту дифузійного водню у наплавленому металі повинне проводитися стосовно покритих електродів і порошкового зварювального дроту наступних категорій:

2, 3 і 4, коли це застосовно (матеріали можуть бути класифіковані згідно з 4.2.3.4), відповідно до заявки підприємства-виробника;

2Y, 2Y40, 3Y, 3Y40, 4Y, 4Y40, а також 5Y і 5Y40;

3Y (42/96), 4Y (42/96) і 5Y (42/69).

Вимога до проведення випробувань і класифікації зварювальних матеріалів щодо визначення вмісту дифузійного водню згідно з 4.2.3.4 також застосовується при схваленні сполучень «дріт-флюс», призначених для зварювання:

сталей високої міцності (див. 4.7.4);

сталей підвищеної міцності стосовно виготовлення конструкцій ПБУ і МСП (див. 2.5.4.3 частини XIII «Зварювання» Правил класифікації, побудови і обладнання ПБУ/МСП).

Стосовно сполучень «дріт (суцільного перерізу) - газ» не вимагається проведення випробувань і класифікації зварювальних матеріалів для визначення вмісту дифузійного водню згідно з 4.2.3.4.

4.2.3.2 Для визначення вмісту дифузійного водню допускається застосування наступних методів:

.1 стандартизований ДСТУ EN ISO 3690 і відповідними стандартами ISO та EN, який вважається еталонним, тобто ртутний метод, який передбачає дегазацію зразків в середовищі ртуті при атмосферному тиску і при кімнатній температурі. Назву «ртутний» метод отримав за родом блокуючої і манометричної рідини. Вакуумна система, що застосовується при ртутному методі, використовується для підготовки установки до проведення вимірювань, а також для попереднього просушування (дегазації) поверхні зразка;

.2 стандартизовані ДСТУ EN ISO 3690 і відповідними стандартами ISO та EN методи, які основані на дегазації зразків в середовищі інертного несівного газу з застосуванням детекторів теплопровідності (thermal conductivity detector, TCD), як вимірювальної апаратури. Ці методи за назвою застосовуваної апаратури для вимірювання кількості водню, що виділився, також прийнято позначати газохроматографічними;

.3 вакуумні методи, які основані на дегазації зразків у вакуумі при кімнатній температурі і дають співставні з методом ДСТУ EN ISO 3690 і відповідних стандартів ISO та EN результати. Визначення кількості газу, який виділився, може виконуватися рідинним манометром або іншими типами манометрів, які забезпечують прийнятну точність в робочому інтервалі вимірювань;

.4 методи, які основані на дегазації зразків і збиранні водню, що виділився, у середовищі гліцерину при нормальному тиску і температурі 45°C. Вибір температури випробувань обумовлений температурно-в'язкістними властивостями гліцерину, оскільки температура 45°C відповідає мінімальній, при якій можливе вільне спливання бульбашок газу і формування правильної форми меніску у манометричній трубці, що використовується для вимірювання об'єму газу.

4.2.3.3 Визначення вмісту дифузійного водню методами, що зазначені в **4.2.3.2**, повинне виконуватися згідно з вимогами до обладнання, підготовки для проведення випробувань, проведення випробувань та оброблення їх результатів, викладених в **5.4.6** частини 3 «Технічний нагляд за виготовленням матеріалів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів і виробів.

4.2.3.4 Залежно від визначеного вмісту дифузійного водню в наплавленому металі зварювальні матеріали можуть бути класифіковані Регістром з призначенням індексів класифікації H5, H10 або H15.

Індивідуальні та загальні середні значення вмісту дифузійного водню повинні бути представлені в звіті про випробування. Метод визначення вмісту дифузійного водню вказується в протоколі випробувань.

Загальні середні значення для 4-х зразків не повинні перевищувати значень, вказаних у таблиці. **4.2.3.4.**

Таблиця 4.2.3.4

Індекс класифікації за вмістом водню ¹	Вміст дифузійного водню в наплавленому металі при визначенні методом, не більше см ³ /100г наплавленого металу	
	ДСТУ EN ISO 3690 ²	гліцериновим ³
H15	15	15
H10	10	10
H5	5	Не застосовується

¹ Для низьководнистих зварювальних матеріалів допускається застосування додаткового індексу H3, який відповідає середньому значенню вмісту дифузійного водню, не більше 3,0см³/100г наплавленого металу.

² Поряд із ртутним і газохроматографічним (TCD) методами, що регламентовані стандартом ДСТУ EN ISO 3690, допускається застосування вакуумного способу для визначення вмісту дифузійного водню за умови виконання всіх вимог, встановлених в **5.4.6** частини 3 «Технічний нагляд за виготовленням матеріалів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів і виробів. .

³ За умови виконання усіх вимог до цього методу випробувань, встановлених в **5.4.6** частини 3 «Технічний нагляд за виготовленням матеріалів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів і виробів.

Примітка. Нарівні з указаним стандартом ДСТУ EN ISO 3690 може застосовуватися відповідний стандарт ISO чи EN.

4.2.4 Випробування щодо визначення стійкості металу шва і зварного з'єднання проти утворення гарячих тріщин.

4.2.4.1 Випробування щодо визначення стійкості металу шва і зварного з'єднання проти утворення гарячих тріщин виконуються шляхом зварювання таврової проби як зазначено на рис. **4.2.4.1.**

Кількість проб для випробувань повинна становити:

три проби для ручного зварювання покритими електродами;

одну пробу для напівавтоматичного зварювання в середовищі захисних газів суцільним і порошковим дротом, а також для зварювання самозахисним (без додаткового газового захисту)

порошковим дротом;

одну пробу для ручного і механізованого зварювання електродом, що не плавиться, в середовищі інертного газу.

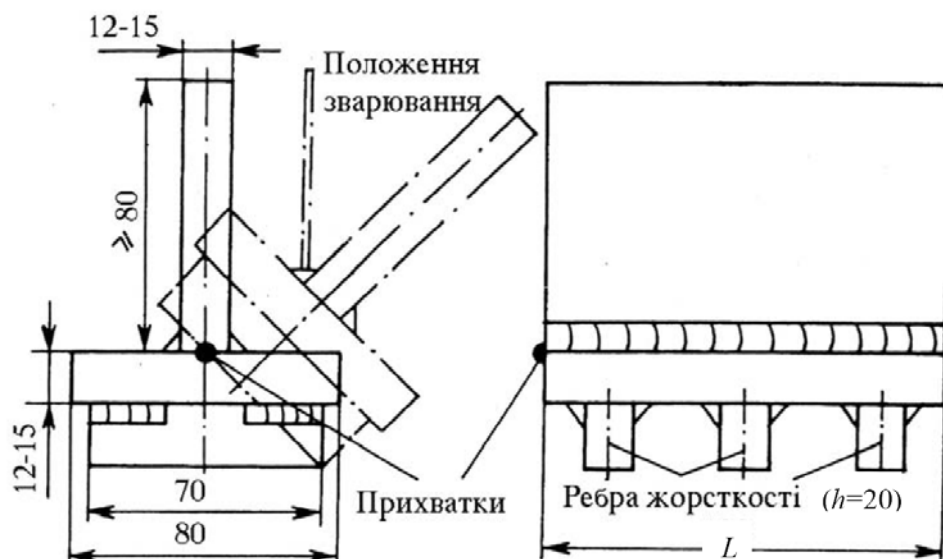


Рис. 4.2.4.1 Таврова проба для оцінки стійкості зварних з'єднань до утворення гарячих тріщин (розміри наведені в мм)

$L = 120\text{мм}$ для ручного зварювання покритими електродами; $L = 250\text{мм}$ для напівавтоматичного зварювання електродом, який плавиться; $L = 200\text{мм}$ для ручного зварювання електродом, який не плавиться, в середовищі інертного газу

За можливості зварювання проб повинне виконуватися із застосуванням присадних матеріалів різних діаметрів:

електродів діаметром 4мм і максимального діаметру, який підлягає схваленню;

зварювального дроту суцільного перерізу для комбінації «дріт - газ» діаметром 1,2мм і максимального діаметру, який підлягає схваленню (як правило 1,6мм);

порошкового зварювального дроту для зварювання в середовищі інертного газу і самозахисного порошкового дроту діаметром 1,2мм (або 1,4мм) і максимального діаметру, який підлягає схваленню (1,6 - 2,4мм).

4.2.4.2 Нижня кромка вертикальної пластини, яка стикується, проби повинна бути рівною та щільно пригнаною до поверхні нижньої пластини. Нерівності (зазори) в з'єднанні повинні бути усунені до зварювання проби. Складання проби повинне провадитися на прихватках. Прихватки виконуються на торцях пластин. Нижній пластині повинна бути надана додаткова жорсткість шляхом приварювання трьох поперечних ребер висотою приблизно 20мм ($h=20$), що запобігають викривленню (деформації).

4.2.4.3 Зварювання таврової проби повинне проводитися у нижньому положенні РА «у човник». Кутові шви повинні бути однопрохідними і виконуватися при максимальному значенні струму, яке рекомендується виробником для даного типу і розміру зварювального матеріалу.

Другий шов повинний виконуватися негайно після закінчення першого і закінчуватися на тому кінці проби, де розпочинався перший шов. Обидва шви повинні виконуватися із постійною швидкістю без коливальних рухів.

4.2.4.4 При зварюванні проби покритими електродами (спосіб 111) всій довжині кожного кутового шва (приблизно 120мм) повинна відповідати довжина розплавленої частини електроду згідно з наведеною в табл. 4.2.4.4-1.

Таблиця 4.2.4.4-1

Діаметр електрода, мм	Витратна довжина електрода, мм	
	1-ий шов	2-ий шов (контрольний)
4	200	150
5	150	100
6	100	75

При виконанні зварювання таврової проби із застосуванням напівавтоматичного зварювання в середовищі захисних газів (комбінація «дріт - газ») діаметри зварювального дроту і товщина кутового шва повинні відповідати табл. 4.2.4.4-2.

Таблиця 4.2.4.4-2

Діаметр зварювального дроту, мм	1-ий шов		2-ий шов (контрольний)	
	Розрахункова товщина кутового шва a , мм	Довжина шва L , мм	Розрахункова товщина кутового шва a , мм	Довжина шва L , мм
1,2	9	250	7	250
1,6	9	250	7	250

При виконанні зварювання таврової проби порошковим дротом відповідні параметри зварювання повинні відповідати табл. 4.2.4.4-3.

Таблиця 4.2.4.4-3

Діаметр зварювального дроту, мм	1-ий шов		2-ий шов (контрольний)	
	Розрахункова товщина кутового шва a , мм	Довжина шва L , мм	Розрахункова товщина кутового шва a , мм	Довжина шва L , мм
1,2 або 1,4	9	250	7	250
2,4 ¹	10	250	9	250

¹ Або максимального діаметру, який виробляється, що підлягає схваленню.

При виконанні зварювання таврової проби із застосуванням зварювання електродом, що не плавиться, в інертному газі розміри кутових швів повинні приблизно відповідати розмірам при зварюванні покритими електродами нормальної продуктивності діаметром 4мм і 5мм

4.2.4.5 Після завершення зварювання і повного остигання проби до кімнатної температури поверхня шва і зони біля шва повинна бути зачищена від шлаку і бризок, а кутові шви піддані контролю зовнішнім оглядом для виявлення поверхневих тріщин. У випадку виявлення поверхневих тріщин результати випробувань визнаються незадовільними і подальше дослідження проби не проводиться. При позитивних результатах контролю зовнішнім оглядом для виявлення поверхневих тріщин проба повинна бути піддана подальшому дослідженню шляхом випробувань на злам згідно з **4.2.4.6** або за погодженням з Регістром шляхом контролю магнітопорошковим методом.

4.2.4.6 Випробування таврової проби на злам повинне виконуватися згідно з викладеними нижче вимогами.

Перший кутовий шов повинний бути видалений механічним способом, а другий (контрольний) підданий випробуванню на злам з орієнтацією руйнування приблизно посередині перерізу кутового шва.

Примітка. При довжині проби 250мм для проведення випробувань на злам вона попередньо повинна бути розділена на три рівні частини, а при довжині проби 200мм — на дві частини. Проби довжиною 120мм піддаються випробуванням на злам цілими.

4.2.4.7 Поверхня зламу контрольного зварного шва повинна бути піддана контролю зовнішнім оглядом на предмет наявності недопустимих дефектів. Огляд проводиться неозброєним оком та з застосуванням лупи із збільшенням 5× або 10×.

Стійкими до утворення гарячих тріщин вважаються зварні з'єднання, в яких на поверхні зламу контрольних зварних швів не були знайдені тріщини або недопустимі дефекти у випадку застосування магнітопорошкового методу контролю.

4.2.5 Вимоги до проведення повторних випробувань.

4.2.5.1 Випробування на розтягнення і статичний згин.

Якщо результати випробувань зразків на розтягнення або статичний згин не відповідають встановленим вимогам, необхідно провести повторні випробування на подвоєній кількості зразків. При наявності достатнього запасу металу зразки для повторних випробувань треба добирати від тієї ж проби, що і для первісних випробувань. В тому випадку, якщо достатнього запасу металу від первісної проби немає, повинна бути виготовлена нова проба із застосуванням зварювальних матеріалів тієї ж партії. За умови повного дотримання аналогічної первісним випробуванням процедури зварювання (зокрема ідентичність кількості шарів і проходів) випробуванням піддається тільки подвійний комплект зразків, які не пройшли первісні випробування. В іншому випадку, всі види зразків повинні бути виготовлені і випробувані, включаючи подвоєну кількість зразків, які не пройшли первісні випробування.

При одержанні задовільних результатів випробувань додаткового (подвоєного) комплекту

зразків представлений до випробувань зварювальний матеріал вважається таким, що витримав випробування.

При одержанні незадовільних результатів випробувань хоча б на одному зразку (із комплекту додаткових) представлений до випробувань і схвалення зварювальний матеріал бракується.

4.2.5.2 Випробування на ударний згин.

Результати випробувань зразків на ударний згин визнаються незадовільними в наступних випадках:

середня величина трьох результатів випробувань не відповідає приписаним вимогам;

більше ніж один результат із трьох менше необхідної середньої величини;

на будь-якому із зразків результат більше ніж на 30% менше необхідної середньої величини.

У будь-якому із перерахованих випадків повторні випробування можуть бути проведені на додатковому комплекті із трьох зразків, відібраному із тієї ж проби при наявності достатнього запасу металу. При цьому результати випробувань визнаються задовільними, якщо нова середня величина поглиненої енергії удару (три виконаних і три додаткових) більше необхідної середньої величини, і не більше ніж два результати із шести менше згаданої необхідної середньої величини, і не більше ніж на одному зразку отриманий результат на 30% менше необхідного.

При одержанні незадовільних результатів випробувань для трьох перших і трьох додаткових зразків можливість проведення подальших випробувань узгоджується з Регістром додатково. При цьому для проведення даних випробувань повинно бути виконане зварювання нової проби з застосуванням зварювальних матеріалів тієї ж партії, а обсяг повинний включати всі види випробувань, передбачених для першої проби, включаючи випробування, відносно яких були отримані незадовільні результати.

4.2.5.3 Випробування щодо визначення стійкості металу шва і зварного з'єднання проти утворення гарячих тріщин.

У випадку виявлення тріщин в пробах зварних з'єднань результат випробувань визнається незадовільним і зварювальні матеріали не підлягають схваленню. При цьому у випадку виявлення одиничних кінцевих кратерних тріщин, обумовлених недостатніми навичками зварювальника, повинні бути проведені повторні випробування на тій же кількості проб після відповідного додаткового навчання зварювальника роботі із зварювальними матеріалами для випробувань.

4.3 ПОКРИТІ ЕЛЕКТРОДИ ДЛЯ РУЧНОГО ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ СУДНОБУДІВНИХ СТАЛЕЙ НОРМАЛЬНОЇ І ПІДВИЩЕНОЇ МІЦНОСТІ

4.3.1 Загальні положення.

4.3.1.1 Викладені нижче вимоги застосовуються до покритих електродів, призначених для ручного дугового зварювання суднобудівних сталей нормальної і підвищеної міцності, сталевих поковок і виливків відповідних категорій міцності, а також співставних сталей для виготовлення судових конструкцій і посудин під тиском. Необхідна кількість проб і зразків для випробувань зазначена в табл. 4.3.1.1.

4.3.1.2 Покриті електроди залежно від рівня міцності наплавленого металу (R_{eH} , min) підрозділяються на наступні категорії:

1, 2, 3, 4 для сталей нормальної міцності;

2Y, 3Y, 4Y, 5Y для сталей підвищеної міцності з нормативною границею пластичності до 355МПа включно;

2Y40, 3Y40, 4Y40, 5Y40 для сталей підвищеної міцності з нормативною границею пластичності до 390МПа включно.

Залежно від вмісту дифузійного водню в наплавленому металі до позначення категорії приєднуються додаткові індекси H15, H10 або H5 згідно з **4.2.3.4**.

4.3.1.3 Виробник повинний представити на розгляд прикладену до заявки на схвалення інформацію і технічну документацію, що містить наступні відомості:

торгову марку електродів;

діапазон типорозмірів (діаметр, довжина) зварювальних матеріалів, які підлягають схваленню;

тип покриття електродів;

категорію, на відповідність якій зварювальний матеріал підлягає випробуванням для схвалення, включаючи додаткові символи;

хімічний склад (аналітичні допуски) наплавленого металу;

вихід наплавленого металу згідно з відповідними міжнародними або національними стандартами;

режими зварювання і тип струму;

рекомендовану область застосування і просторові положення зварювання;

відомості щодо маркування і упаковки;

відомості про виробничі потужності, обладнанні і процедури контролю якості;

інструкції/рекомендації з застосування;

відомості про наявність схвалення інших класифікаційних товариств або органів технічного нагляду з додатком копій необхідних документів.

До технічної документації, яка підлягає схваленню Регістром, належать:

технічні умови або специфікації виробника на зварювальний матеріал, в тому числі актуальні видання каталогів;

інструкції з виготовлення, приймання і контролю якості.

Таблиця 4.3.1.1

Проби для випробувань						Кількість і тип зразків ²
Тип	Положення зварювання ¹	Діаметр електрода, мм	Кількість	Товщина, мм	Розміри	
1	2	3	4	5	6	7
Наплавлений метал	РА	Ø 4мм	1	20	Див. рис. 4.3.2.1	1LT+3KV
		max Ø	1			
Стикове з'єднання	РА	1 прохід: Ø 4мм Проміжні шари: Ø 5мм Два останніх шари: max Ø	1	15 ÷ 20	Див. рис. 4.3.3.1	1TT+1RB+1FB+3KV
	РФ	1 прохід: Ø 3,0 або Ø 3,25мм Інші шари: Ø 4мм	1			1TT+1RB+1FB+3KV
	РС	1 прохід: Ø 4мм Інші шари: Ø 5мм	1			1TT+1RB+1FB+3KV
	РЕ	1 прохід: Ø 3,0 або Ø 3,25мм Інші шари: Ø 4мм	1			1TT+1RB+1FB+3KV
Таврове з'єднання	РВ	1 сторона: min Ø	1	15 ÷ 20	Див. рис. 4.3.6.2	M+FF+HV
		2 сторона: max Ø				

¹ Позначення просторових положень зварювання згідно з ДСТУ ISO 6947 або відповідним стандартом ISO.

² В таблиці прийняті наступні умовні позначення типів зразків:

LT - поздовжній циліндричний зразок для випробування на розтягування;

TT - поперечний плоскорозривний зразок для випробування на розтягування;

RB - поперечний зразок для випробування на статичний згин з розтягуванням кореня шва;

FB - поперечний зразок для випробування на статичний згин з розтягуванням лицьової поверхні шва;

FF - зразок для випробування кутового шва на злам;

M - поперечний макрошліф;

HV - зразок для визначення твердості.

4.3.2 Випробування наплавленого металу.

4.3.2.1 Підготовка і виготовлення проб.

Повинні бути зварені у нижньому положенні дві проби наплавленого металу згідно з рис. 4.3.2.1. При цьому одна із них зварюється електродами діаметром 4мм і одна – електродами найбільшого діаметра, який виробляється. Якщо електроди виготовляються тільки одного діаметра, достатньо однієї проби.

Для виготовлення проб може застосовуватися суднобудівна сталь будь-якої категорії.

Зварювання проби повинне виконуватися декількома шарами, що складаються із одного або декількох проходів згідно зі звичайною практикою застосування електродів (шириною валиків). При цьому кожний наступний шар необхідно наплавляти у напрямку, протилежному попередньому. Товщина кожного шару повинна бути не менше 2мм і не більше 4мм. Після виконання кожного проходу проба повинна охолоджуватися природним шляхом на повітрі до температури нижче 250°C, але не менше 100°C. Температура повинна вимірюватися по центру шва на поверхні валика. Після завершення зварювання проби для випробувань не повинні піддаватися будь-якій термообробці.

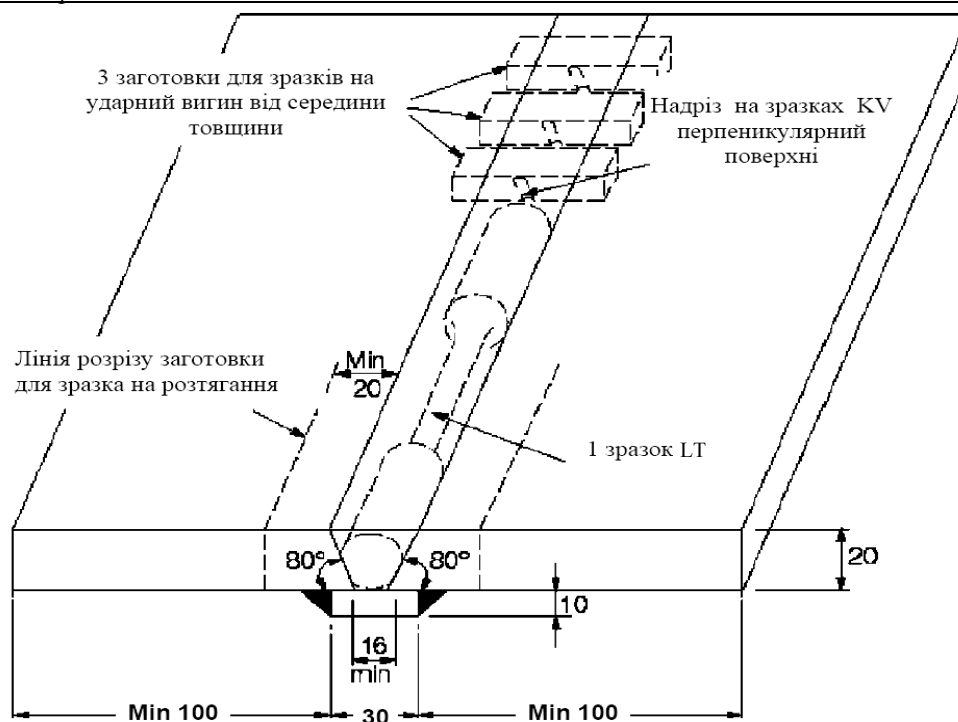


Рис. 4.3.2.1 Проба наплавленого металу при випробуваннях електродів для ручного дугового зварювання.

(позначення зразків для випробувань відповідають табл. 4.3.1.1, розміри наведені в мм).

4.3.2.2 Контроль хімічного складу наплавленого металу.

Від кожної проби повинні бути відібрані зразки для контролю хімічного складу наплавленого металу для всіх легуючих елементів і домішок, які регламентуються документацією на виготовлення і приймальний контроль продукції.

4.3.2.3 Проведення випробувань.

Від кожної проби згідно з рис. 4.3.2.1 повинні бути відібрані один поздовжній зразок для випробувань на розтягування і три зразки для випробувань на ударний згин. Вирізання, виготовлення і випробування зразків повинні виконуватися згідно з 4.2.2.1.1 і 4.2.2.3, відповідно.

4.3.2.4 Вимоги до результатів випробувань.

Результати всіх випробувань повинні відповідати вимогам табл. 4.3.2.4 для відповідних категорій зварювальних матеріалів.

Таблиця 4.3.2.4

Категорія	Границя плинності R_{eH} , МПа	Тимчасовий опір R_m , МПа	Відносне подовження A_5 ($L_0 = 5d$), min	Випробування на ударний згин	
				Температура випробувань, °C	Робота удару KV, Дж, min
1	305	400 ÷ 560	22	20	47
2				0	47
3				- 20	47
4				- 40	47
2Y	375	490 ÷ 660	22	0	47
3Y				-20	47
4Y				-40	47
5Y				-60	47
2Y40	400	510 ÷ 690	22	0	47
3Y40				-20	47
4Y40				-40	47
5Y40				-60	47

4.3.3 Випробування стикового зварного з'єднання.

4.3.3.1 Підготовка і виготовлення проб.

Для визначення властивостей зварного з'єднання у кожному положенні зварювання (нижньому, вертикальному знизу вгору, вертикальному згори донизу, стельовому, горизонтальному на вертикальній площині), для якого призначені електроди, повинно бути зварено по одній пробі. При

цьому електроди, призначені для зварювання у нижньому і вертикальному знизу вгору положеннях зварювання, можуть вважатися відповідними вимогам для зварювання у горизонтальному положенні на вертикальній площині.

Якщо електроди призначено тільки для зварювання у нижньому положенні, повинні бути зварені дві проби в цьому положенні.

Залежно від категорії електродів для виготовлення проб стикових з'єднань повинна використовуватися суднобудівна сталь однієї із категорій, перерахованих в табл. 4.3.3.1.

Копія сертифіката на основний метал, застосовуваний для виготовлення проб стикових з'єднань повинна бути прикладена до звіту про випробування.

Таблиця 4.3.3.1

Категорія електродів	Категорія сталі для виготовлення проб ¹
1	A
2	A, B, D
3, 4	A, B, D, E
2Y	A32, A36, D32, D36
3Y	A32, A36, D32, D36, E32, E36
4Y, 5Y	A32, A36, D32, D36, E32, E36, F32, F36
2Y40	A40, D40
3Y40	A40, D40, E40
4Y40, 5Y40	A40, D40, E40, F40

¹ Фактичний тимчасовий опір R_m сталі категорій A32÷F32 повинний бути більшим 490 МПа.

Проби зварного стикового з'єднання для випробування електродів повинні відповідати рис. 4.3.3.1.

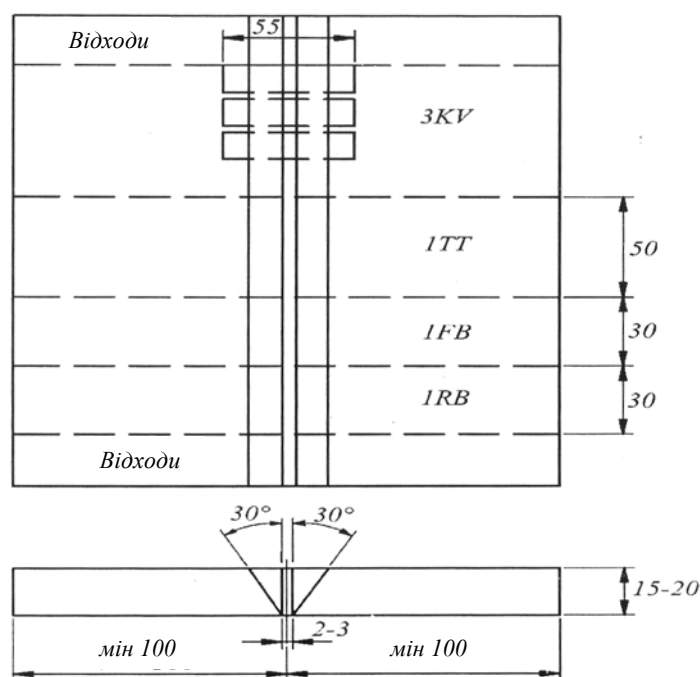


Рис. 4.3.3.1 Проба стикового зварного з'єднання при випробуваннях електродів для ручного дугового зварювання.

(позначення зразків для випробувань відповідають табл. 4.3.1.1, розміри наведені в мм)

4.3.3.2 Вимоги до зварювання проб.

Зварювання проб для окремих положень зварювання повинне проводитися з урахуванням перерахованих нижче вимог:

1 нижнє положення - РА. Перший прохід необхідно виконувати електродами діаметром 4мм, решту (за винятком двох останніх шарів) – електродами діаметром 5мм або більше згідно зі звичайною практикою застосування електродів. Проходи двох останніх шарів необхідно виконувати електродами максимального діаметра, який виробляється:

2 нижнє положення - РА (коли потрібна друга проба у нижньому положенні). Перший

прохід необхідно виконувати електродами діаметром 4мм, наступний – електродами проміжного діаметру 5мм або 6мм, решту проходів – електродами максимального діаметра, що виробляється;

.3 горизонтально - вертикальне положення - РС. Перший прохід необхідно виконувати електродами діаметром 4мм або 5мм, наступні – електродами діаметром 5мм;

.4 вертикальне положення знизу вгору і стельове - РF і РЕ. Перший прохід необхідно виконувати електродами діаметром 3,0 (3,25)мм, решту – електродами діаметром 4мм або, якщо застосовно, 5мм, якщо такі діаметри рекомендуються виробником для зварювання у цих положеннях;

.5 вертикальне положення згори донизу - РG. У випадку, якщо електроди призначаються для зварювання у вертикальному положенні згори донизу, дана технологія повинна бути прийнята для підготовки і виготовлення проби з використанням діаметрів електродів згідно з рекомендаціями виробника.

Для всіх проб підварювальний шов виконується електродом діаметром 4мм після вирубання кореня шва до чистого металу у тому ж положенні зварювання, у якому виконувався основний шов. Для електродів, придатних тільки для зварювання у вертикальному положенні згори донизу, проби можуть бути перевернені для виконання підварювального шва зі зворотної сторони проби.

Зварювання проби повинне виконуватися згідно зі звичайною практикою застосування електродів. Після виконання кожного проходу проба повинна охолоджуватися природним шляхом на повітрі до температури нижче 250°C, але не менше 100°C. Температура повинна вимірюватися по центру шва на поверхні валика. Після завершення зварювання проби для випробувань не повинні піддаватися якій-небудь термообробці.

4.3.3.3 Радіографічний метод контролю.

Перед виготовленням зразків для механічних випробувань рекомендується виконувати контроль проб стикових зварних з'єднань радіографічним методом для встановлення наявності яких-небудь внутрішніх дефектів.

4.3.3.4 Проведення випробувань.

Згідно з рис. 4.3.3.1 від кожної проби стикового з'єднання повинні бути відібрані:

один поперечний плоскорозривний зразок для випробування на розтягування;

три поперечних зразки з V-подібним надрізом для випробування на ударний згин;

по одному поперечному зразку для випробування на статичний згин з розтягуванням кореня і лицьової поверхні шва.

4.3.3.5 Вимоги до результатів випробувань.

Результати випробувань повинні відповідати вимогам табл. 4.3.3.5 для відповідних категорій зварювальних матеріалів. Вимоги до проведення випробувань і оцінки результатів повинні відповідати вимогам 4.2.

Таблиця 4.3.3.5

Категорія	Тимчасовий опір (поперечні зразки) R_m , МПа, min	Випробування на ударний вигин		
		Температура випробувань, °C	Робота удару KV , Дж, min	
			Нижнє, горизонтально-вертикальне і стельове положення зварювання	Вертикальне положення зварювання (знизу вгору і згори донизу)
1	400	20	47	34
2		0	47	34
3		- 20	47	34
4		- 40	47	34
2Y	490	0	47	34
3Y		-20	47	34
4Y		-40	47	34
5Y		-60	47	34
2Y40	510	0	47	39
3Y40		-20	47	39
4Y40		-40	47	39
5Y40		-60	47	39

4.3.4 Випробування щодо визначення стійкості зварного з'єднання проти утворення гарячих тріщин.

4.3.4.1 Випробування щодо визначення стійкості металу шва і зварного з'єднання проти утворення гарячих тріщин виконуються за окремою вимогою Регістра згідно з 4.2.4.

4.3.5 Випробування для визначення вмісту дифузійного водню в наплавленому металі.

4.3.5.1 Випробування для визначення вмісту дифузійного водню в наплавленому металі повинні виконуватися згідно з **4.2.3** стосовно покритих електродів, призначених для зварювання сталей підвищеної міцності, наступних категорій: 2Y, 2Y40, 3Y, 3Y40, 4Y, 4Y40, а також 5Y і 5Y40.

Електроди категорій 2, 3 і 4, призначені для зварювання сталей нормальної міцності, можуть бути класифіковані за вмістом дифузійного водню в наплавленому металі як опція згідно з заявкою виробника.

Випробування для визначення вмісту дифузійного водню в наплавленому металі проводяться, як правило, при первісному схваленні зварювальних матеріалів, а також за окремою вимогою Регістра при щорічних випробуваннях або за заявкою виробника при випробуваннях для підвищення категорії.

4.3.6 Випробування електродів, призначених для ручного дугового зварювання кутових швів.

4.3.6.1 У тому випадку, якщо електроди згідно з заявкою виробника підлягають схваленню тільки для зварювання кутових швів, і для таких електродів обсяг випробувань в повному обсязі згідно з **4.3.1.1** не може бути застосований, то вони при первісному схваленні повинні піддаватися наступним видам випробувань:

випробуванню таврового з'єднання згідно з **4.3.6.2** у всіх положеннях зварювання, для яких призначені електроди;

визначенню властивостей наплавленого металу згідно з **4.3.2**;

визначенню вмісту дифузійного водню в наплавленому металі згідно з **4.2.3** і **4.3.5**.

У тому випадку, якщо електроди представляються для схвалення як для зварювання кутових швів, так і стикових швів, то обсяг додаткових випробувань (додатково до загальних вимог для обсягу випробувань) при первісному схваленні може бути обмежений зварюванням однієї таврової проби в горизонтально-вертикальному положенні (РВ).

4.3.6.2 Зварювання проби таврового з'єднання повинне виконуватися згідно з рис. 4.3.6.2.

Таврові проби повинні бути виготовлені в кожному просторовому положенні зварювання, для якого призначені електроди (горизонтально-вертикальному, вертикальному знизу вгору, вертикальному згори донизу і стельовому).

Проби повинні зварюватися з використанням електродів того діаметру, який рекомендований виробником для даного положення зварювання.

Довжина проби повинна бути, принаймні, достатньою для того, щоб можна було виконати шов, одержаний при розплавленні одного повного електрода. Перший шов на пробі повинний бути зварений електродом максимального діаметра, який виробляється, другий - електродом мінімального діаметра, який виробляється.

Розмір кутового шва, як правило, повинний визначатися діаметром електрода і зварювальним струмом, які рекомендуються виробником для конкретного діаметра і положення зварювання.

Матеріал для виготовлення проби повинний відповідати **4.3.3.1**.

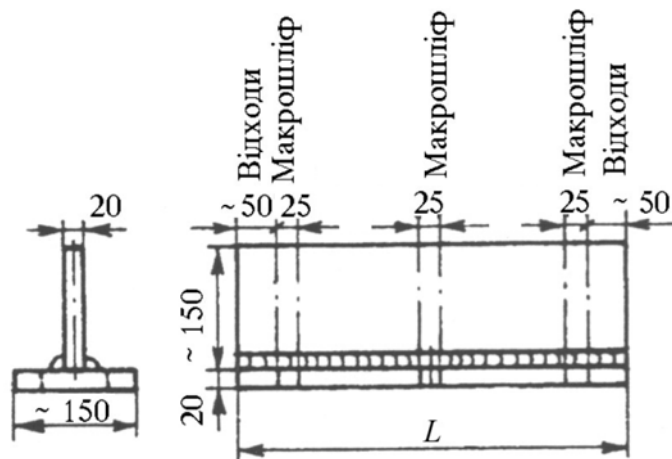


Рис. 4.3.6.2 Проба таврового з'єднання для випробувань електродів, призначених для зварювання кутових швів (розміри наведені в мм).

4.3.6.3 Випробування проби таврового з'єднання:

.1 із трьох ділянок по довжині кожної проби таврового з'єднання повинні бути відібрані і виготовлені три макрошліфи шириною близько 25мм згідно з рис. 4.3.6.2. Макрошліфи підлягають контролю для визначення провару в корені шва, правильної форми шва, а також відсутності тріщин, недопустимих пор і шлакових вкраплень;

.2 на макрошліфах повинна бути виміряна твердість металу шва, зони термічного впливу (ЗТВ) та основного металу, як зазначено на рис. 4.3.6.3.

Значення твердості металу шва за шкалою HV10 повинні бути наступними:

≥ 120 HV для електродів, призначених для зварювання сталі нормальної міцності;

≥ 150 HV для електродів, призначених для зварювання сталі підвищеної міцності з границею плинності $R_{eH} \leq 355$ МПа;

≥ 170 HV для електродів, призначених для зварювання сталі підвищеної міцності з границею плинності $355 < R_{eH} \leq 390$ МПа.

Значення твердості основного металу і ЗТВ також повинні бути виміряні і наведені для відомості в звіті про випробування;

.3 дві частини таврової проби, які залишилися, повинні бути піддані випробуванню на злам. Одна частина повинна бути піддана випробуванню після механічного видалення першого шва струганням або зубилом шляхом складання пластин разом і розтягнення кореня шва, що залишився (див. 6.3.4.4). Друга частина повинна бути піддана випробуванню після механічного видалення струганням або зубилом другого шва. Поверхні зламів швів підлягають контролю для визначення провару в корні шва, а також відсутності тріщин і значної пористості.

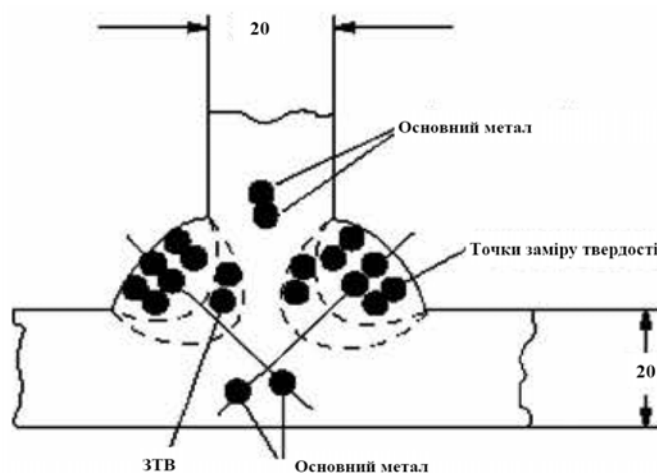


Рис. 4.3.6.3 Схема замірів твердості на макрошліфі із проби таврового з'єднання

4.3.7 Випробування електродів, призначених для зварювання похилим і лежачим електродом

4.3.7.1 Електроди, які підлягають схваленню винятково для застосування в устаткуванні для механізованого зварювання похилим чи лежачим електродом (гравітаційного і автоконтактного зварювання), повинні піддаватися первісним випробуванням на наступних видах проб, аналогічних застосовуваним при схваленні електродів для ручного зварювання:

наплавного металу;

таврового з'єднання (див. 4.3.6);

стикового зварного з'єднання, якщо застосовно.

При цьому додатково до зварювання проб із використанням ручного зварювання повинні бути проведені випробування із застосуванням пристроїв, призначених для механізованого зварювання похилим і лежачим електродом згідно з рекомендаціями виробника в наступному обсязі:

випробування проби таврового з'єднання (див. 4.3.6);

випробування, якщо застосовно, стикового зварного з'єднання.

Якщо електроди, призначені для зварювання кутових швів, застосовуються з використанням устаткування для механізованого зварювання похилим і лежачим електродом, то зварювання таврових проб повинна виконуватися із застосуванням процесу, рекомендованого виробником, і електродів максимальної довжини, яка виробляється. При цьому в звіті повинні бути зазначені рекомендовані виробником діапазони зварювального струму для кожного розміру електродів.

У тому випадку, коли схвалення потрібно для сталей нормальної і підвищеної міцності, то для виготовлення проб таврових і стикових з'єднань повинна застосовуватися сталь підвищеної міцності.

4.3.8 Щорічні випробування і випробування для підвищення категорії електродів.

4.3.8.1 Щорічні випробування і огляд виробника при підтвердженні ССЗМ.

Всі організації, що одержали визнання Регістра як виробника електродів, повинні піддаватися щорічним оглядам і випробуванням схваленої продукції.

Щорічні випробування повинні, як мінімум, включати наступне:

.1 покриті електроди для звичайного ручного дугового зварювання.

Обсяг щорічних випробувань електродів, призначених для ручного дугового зварювання, повинний включати виготовлення двох проб наплавленого металу згідно з **4.3.2**. Механічні властивості наплавленого металу (один поздовжній зразок для випробування на розтягування і три зразка для випробування на ударний згин від кожної проби) повинні відповідати табл. 4.3.2.4. Перераховане вище також застосовується до електродів, призначених тільки для зварювання кутових швів.

За вимогою Регістра в обсяг випробувань може бути включене виготовлення проби зварного стикового з'єднання в нижньому або вертикальному положенні замість випробування проби наплавленого металу для електродів діаметром 4мм. При цьому обсяг випробувань допускається обмежувати виготовленням трьох зразків для випробування на ударний згин.

В обсяг щорічних випробувань електродів з контрольованим вмістом дифузійного водню, що мають індекси H10 і H5, за вимогою Регістру може бути додатково включена перевірка матеріалів на вміст дифузійного водню в наплавленому металі згідно з **4.2.3**;

.2 покриті електроди для механізованого зварювання похилим і лежачим електродом.

У тому випадку, коли електроди схвалені винятково для механізованого зварювання похилим і лежачим електродом, то обсяг щорічних випробувань включає зварювання однієї проби наплавленого металу з використанням типу обладнання, рекомендованого виробником. Якщо ці електроди схвалені також для звичайного ручного дугового зварювання, то щорічні випробування повинні виконуватися згідно з **4.3.8.1.1**.

4.3.8.2 Випробування для підвищення категорії електродів:

.1 випробування для підвищення категорії електродів проводяться винятково на підставі заявки виробника і, як правило, повинні суміщатися з щорічними випробуваннями. Як правило, ці випробування вимагають виготовлення проб стикового зварного з'єднання додатково до звичайних щорічних випробувань;

.2 якщо підвищення категорії стосується тільки зміни температури випробувань зразків на ударний згин без зміни групи міцності, то при цій змінній температурі повинні бути виконані тільки додаткові випробування зразків на ударний згин із проб зварних стикових з'єднань для всіх просторових положень зварювання, зазначених в ССЗМ. Ці проби стикових з'єднань повинні бути випробувані додатково до двох проб наплавленого металу, що вимагаються для звичайних щорічних випробувань (для яких випробування зразків на ударний згин також виконуються при змінній температурі);

.3 у тому випадку, коли підвищення категорії відноситься до розширення області схвалення на зварювання сталей більше високої групи міцності, то вимагається проведення випробувань проб стикових з'єднань у повному обсязі згідно з **4.3.3** додатково до звичайного обсягу щорічних випробувань. При цьому сталь для виготовлення проб стикових з'єднань повинна відповідати вимогам **4.3.3.1** для підвищеної категорії зварювальних матеріалів;

.4 випробування для підвищення категорії електродів, що одержали схвалення тільки для зварювання кутових швів, виконуються у наступному порядку:

при зміні вимог тільки стосовно температури випробувань на ударний згин вимагається проведення випробувань наплавленого металу при температурі, що відповідає новій категорії (тобто без розширення обсягу щорічних випробувань);

при перегляді групи міцності електродів випробування проводяться у повному обсязі, необхідному для первісного схвалення згідно з **4.3.6**.

4.4 КОМБІНАЦІЯ «ДРІТ - ФЛЮС» ДЛЯ ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ ПІД ШАРОМ ФЛЮСУ

4.4.1 Загальні положення.

4.4.1.1 Викладені нижче вимоги застосовуються до комбінацій «дріт - флюс», призначених для дугового зварювання під шаром флюсу суднобудівних сталей нормальної і підвищеної міцності,

сталевих поковок і виливків відповідних категорій міцності, а також співставних сталей для виготовлення суднових конструкцій і посудин під тиском.

Схвалення зварювальних матеріалів, що виконується згідно з цими вимогами, дійсне для звичайного зварювання одним електродом.

Інші технології зварювання, такі як зварювання двома і більше електродами, однобічне зварювання на флюсовій подушці або керамічних підкладках, підлягають окремим випробуванням для схвалення. Дані випробування зазвичай проводяться згідно з викладеними нижче вимогами, за окремою програмою, яка підлягає схваленню Регістром.

4.4.1.2 Комбінації «дріт - флюс» підрозділяються на наступні категорії залежно від рівня міцності наплавленого металу або металу шва (R_{eH} , min.):

1, 2, 3, 4 для сталей нормальної міцності;

1Y, 2Y, 3Y, 4Y, 5Y для сталей підвищеної міцності з нормативною границею плинності до 355МПа включно;

2Y40, 3Y40, 4Y40, 5Y40 для сталей підвищеної міцності з нормативною границею плинності до 390МПа включно.

Залежно від технології зварювання до позначення категорії додаються наступні символи:

T - для зварювальних матеріалів, що схвалюються для двопрохідної технології зварювання;

M - для зварювальних матеріалів, що схвалюються для багатопрохідної технології зварювання;

TM - для зварювальних матеріалів, що схвалюються для двопрохідної і багатопрохідної технології зварювання.

4.4.1.3 Виробник в загальному випадку повинний представити на розгляд прикладені до заявки на схвалення інформацію і технічну документацію, які містять наступні відомості:

торгову марку флюсу, для якої потрібне схвалення; тип флюсу (плавлений або керамічний), типовий склад (або посилання на відповідний нормативний документ), тип і розмір зерен (для плавлених флюсів);

торгову марку зварювального дроту для комбінації «дріт - флюс», межі хімічного складу (або посилання на відповідний нормативний документ) і діапазон значень діаметрів для схвалення; назви виробника і постачальника, умови поставки (стан поверхні, тип, розмір і вага стандартних мотків);

технологію зварювання і категорію комбінації «дріт - флюс», для яких потрібне схвалення; тип струму і максимальні значення зварювального струму для схвалення;

типовий хімічний склад наплавленого металу, зокрема, довідкову інформацію щодо вмісту марганцю, кремнію та інших легуючих елементів, які встановлюються специфікацією;

умови, для яких хімічний склад устанавлюється специфікацією;

вказівка, якщо застосовно, щодо режимів зварювання (значення струму, напруги, швидкості зварювання);

інформацію щодо ефективності комбінації «дріт - флюс», яка підлягає схваленню;

рекомендації з підготовки кромки для різних товщин; обмеження, якщо є, по вільоту дроту;

відомості про маркування і пакування;

відомості про виробничі потужності, обладнання, цикли термічної обробки, методи і процедури контролю якості;

інструкції/рекомендації з підготовки флюсу до застосування (просушка або прокалювання), якщо вимагаються;

відомості про наявність схвалення інших класифікаційних товариств або органів технічного нагляду з додатком копій необхідних документів.

До технічної документації, яка підлягає схваленню Регістром, відносяться:

технічні умови або специфікації виробника на зварювальний матеріал, у тому числі актуальні видання каталогів;

інструкції з виготовлення, приймання і контролю якості продукції.

4.4.1.4 У загальному випадку необхідна кількість проб і зразків для випробувань, що вимагаються при первісному схваленні зварювальних матеріалів, зазначена в табл. 4.4.1.4. При цьому за вимогою інспектора Регістра може бути зварено декілька додаткових зразків (проб) з метою контролю зварювально-технологічних властивостей, а також для відпрацювання режимів зварювання.

Таблиця 4.4.1.4

Технологія зварювання	Проби для випробувань				Кількість і тип зразків ¹
	Тип	Кількість	Товщина, мм	Розміри	
М	Наплавлений метал	1	20	Див. рис. 4.4.2.2.1	2LT+3KV
	Стикове з'єднання	1	20 ÷ 25	Див. рис. 4.4.2.3.1	2TT+2RB+2FB+3KV
Т	Стикове з'єднання	1	12 ÷ 15	Див. рис. 4.4.3.2.1 і табл. 4.4.3.2.1	2TT+2TB+3KV
	Стикове з'єднання	1	20 ÷ 25		1LT+2TT+2TB+3KV
	Стикове з'єднання	1	30 ÷ 35		1LT+2TT+2TB+3KV
ТМ	2	2	2	2	2

¹ В таблиці прийняті наступні умовні позначення типів зразків:
 LT - поздовжній циліндричний зразок для випробування на розтягування;
 TT - поперечний плоскорозривний зразок для випробування на розтягування;
 RB - поперечний зразок для випробування на статичний згин з розтягуванням кореня шва;
 FB - поперечний зразок для випробування на статичний згин з розтягуванням лицьової поверхні шва;
 TB - поперечний зразок для випробування на бічний статичний згин для двопрхідної технології зварювання;
 KV - поперечний зразок з V-подібним надрізом для випробування на ударний згин.
² Вимагаються проби і випробування всіх типів зразків для обох технологій зварювання. Для проби наплавленого металу достатньо випробування 1LT замість двох випробувань.

4.4.2 Багатопрхідна технологія зварювання (М).

4.4.2.1 Загальні вимоги.

Для схвалення багатопрхідної технології зварювання вимагається проведення випробувань проб наплавленого металу і стикового з'єднання. Для виготовлення проби наплавленого металу може застосовуватися суднобудівна сталь будь-якої категорії.

Для виготовлення проби стикового з'єднання повинна використовуватися одна із перерахованих в табл. 4.4.2.1 категорій суднобудівної сталі залежно від категорії комбінації «дріт - флюс», яка підлягає схваленню.

Таблиця 4.4.2.1

Категорія комбінації «дріт - флюс»	Категорія сталі для виготовлення проб ¹
1	A
2	A, B, D
3, 4	A, B, D, E
1Y	A32, A36
2Y	A32, A36, D32, D36
3Y	A32, A36, D32, D36, E32, E36
4Y, 5Y	A32, A36, D32, D36, E32, E36, F32, F36
2Y40	A40, D40
3Y40	A40, D40, E40
4Y40, 5Y40	A40, D40, E40, F40

¹ Фактичний тимчасовий опір R_m сталі категорій A32÷F32 повинний бути більшим 490МПа.

4.4.2.2 Випробування наплавленого металу.

4.4.2.2.1 Підготовка і виготовлення проби.

Одна проба наплавленого металу повинна бути зварена в нижньому положенні із застосуванням дроту, як правило, діаметром 4мм згідно з рис. 4.4.2.2.1.

Режими зварювання проби (значення струму, напруги, швидкості зварювання) повинні відповідати рекомендаціям виробника і узгоджуватися із звичайною практикою застосування багатопрхідної технології зварювання.

Зварювання проби повинно виконуватися декількома шарами, що складаються з одного або декількох проходів згідно зі звичайною практикою застосування. При цьому кожний наступний шар слід наплавляти в напрямку, протилежному попередньому від кожного кінця пластини. Після завершення зварювання кожного проходу залишки флюсу і шлакова кірка повинні бути видалені.

Після виконання кожного проходу проба повинна охолоджуватися природним шляхом на повітрі до температури нижче 250°C, але не менше 100°C. Температура повинна вимірюватися по центру шва на поверхні валика. Товщина кожного шару не повинна бути менше діаметра зварювального дроту, але не менше 4мм. Після завершення зварювання проби для випробувань не повинні піддаватися якій-небудь термообробці.

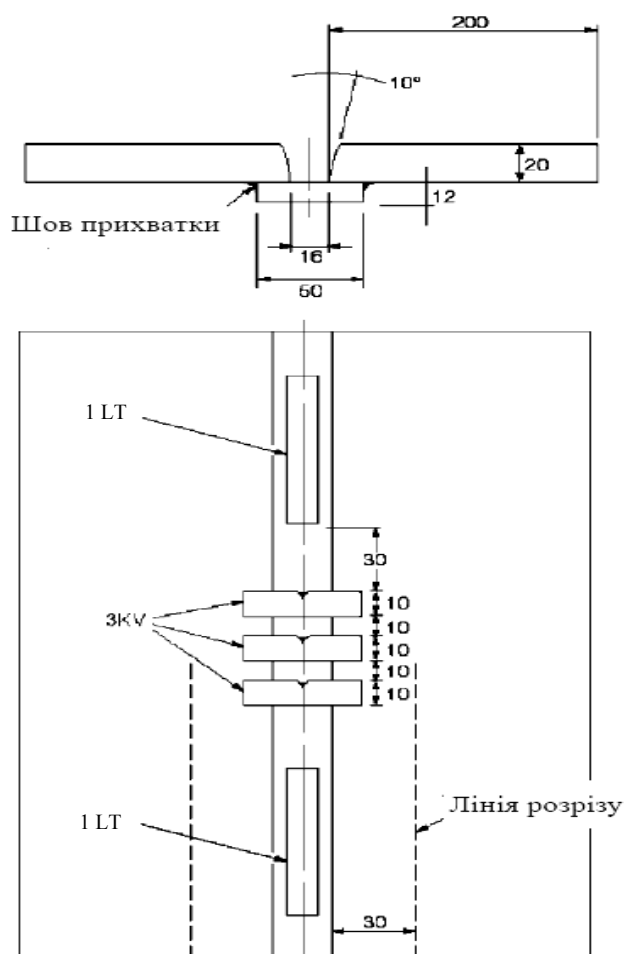


Рис. 4.4.2.2.1 Проба наплавленого металу при випробуваннях комбінації «дріт - флюс» (позначення зразків для випробувань відповідають табл. 4.4.1.4, всі розміри в мм, якщо не зазначене інше)

4.4.2.2.2 Контроль хімічного складу наплавленого металу.

Від проби повинні бути відібрані зразки для контролю хімічного складу наплавленого металу щодо всіх легуючих елементів і домішок, якщо вони регламентуються документацією виробника на приймальний контроль продукції (як правило, для керамічних флюсів).

4.4.2.2.3 Проведення випробувань.

Від кожної проби згідно з рис. 4.4.2.2.1 повинні бути відібрані два поздовжніх зразки для випробувань на розтягування і три зразки для випробувань на ударний згин. Вирізання, виготовлення і випробування зразків повинні виконуватися згідно з 4.2.2.1.1 і 4.2.2.3, відповідно.

4.4.2.2.4 Вимоги до результатів випробувань.

Результати випробувань повинні відповідати вимогам табл. 4.4.2.2.4 для відповідних категорій зварювальних матеріалів.

4.4.2.3 Випробування стикового зварного з'єднання.

4.4.2.3.1 Підготовка і виготовлення проби.

Одна проба стикового зварного з'єднання повинна бути зварена в нижньому положенні із застосуванням дроту, як правило, діаметром 4мм згідно з рис. 4.4.2.3.1. Довжина проби повинна бути достатньою для вирізання зразків установленної кількості і розмірів.

Зварювання проби повинне виконуватися за багатопрохідною технологією із дотриманням режимів і умови виконання зварювання, які були прийняті для виготовлення проби наплавленого металу.

Підварювальний шов повинний накладатися в нижньому положенні після стругання кореня шва до чистого металу.

Після завершення зварювання проба для випробувань не повинна піддаватися якій-небудь термообробці.

4.4.2.3.2 Радіографічний метод контролю.

Перед виготовленням зразків для механічних випробувань рекомендується виконувати контроль

проб стикових зварних з'єднань радіографічним методом для визначення яких-небудь внутрішніх дефектів.

Таблиця 4.4.2.2.4

Категорія	Границя плинності R_{eH} , МПа	Тимчасовий опір R_m , МПа	Відносне подовження A_5 ($L_0 = 5d$), min	Випробування на ударний згин	
				Температура випробувань, °C	Робота удару KV , Дж, min
1	305	400 ÷ 560	22	20	34
2				0	34
3				- 20	34
4				- 40	34
2Y	375	490 ÷ 660	22	20	34
3Y				0	34
4Y				-40	34
5Y				-60	34
2Y40	400	510 ÷ 690	22	0	39
3Y40				-20	39
4Y40				-40	39
5Y40				-60	39

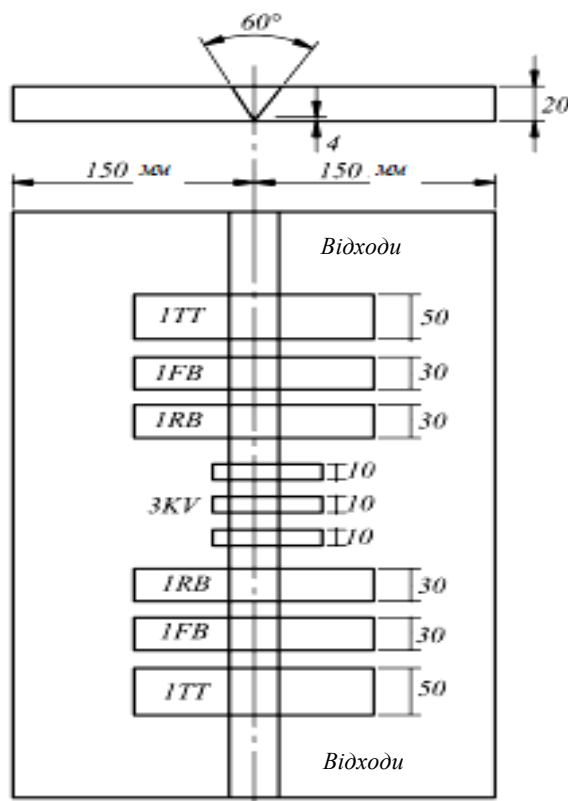


Рис. 4.4.2.3.1 Проба стикового зварного з'єднання при випробуваннях комбінації «дріт - флюс» для багатопрохідної технології зварювання (позначення зразків для випробувань відповідають табл. 4.4.1.4, всі розміри в мм, якщо не зазначене інше)

4.4.2.3.3 Проведення випробувань.

Згідно з рис. 4.4.2.3.1 і табл. 4.4.1.4 від кожної проби стикового з'єднання повинні бути добрані: два поперечних плоскорозривних зразки для випробувань на розтягування; три поперечних зразки з V-подібним надрізом для випробувань на ударний згин; по два поперечних зразки для випробувань на статичний згин з розтягуванням кореня і лицьової поверхні шва.

4.4.2.3.4 Вимоги до результатів випробувань.

Результати випробувань повинні відповідати вимогам табл. 4.4.2.3.4 для відповідних категорій зварювальних матеріалів.

Вимоги до проведення випробувань і оцінки результатів повинні відповідати вимогам 4.2.

Таблиця 4.4.2.3.4

Категорія	Тимчасовий опір (поперечні зразки) R_m , МПа	Випробування на ударний згин	
		Температура випробувань, °C	Робота удару KV , Дж, min
1	2	3	4
1	400	20	34
2		0	34
3		- 20	34
4		- 40	34
2Y	490	20	34
3Y		0	34
4Y		-40	34
5Y		-60	34
2Y40	510	0	39
3Y40		-20	39
4Y40		-40	39
5Y40		-60	39

4.4.3 Двохпрохідна технологія зварювання (Т).

4.4.3.1 Кількість проб і загальні вимоги.

У випадку, якщо схвалення комбінації виконується тільки стосовно двоохроїдної технології зварювання, вимагається виконання зварювання двох проб стикових з'єднань, виготовлених в наступних діапазонах товщин основного металу залежно від категорії комбінації:

для категорій 1 і 1Y: 12 - 15мм і 20 - 25мм;

для категорій 2, 2Y, 3, 3Y, 4, 4Y, 5Y: 20 - 25мм і 30 - 35мм;

для категорій 2Y40, 3Y40, 4Y40, 5Y40: 20 - 25мм і 30 - 35мм.

При цьому проведення випробувань наплавленого металу не вимагається, а обсяг випробувань обмежується випробуваннями двох проб стикових з'єднань згідно з 4.4.3.2.

Обмеження схвалення по загальному діапазону (по максимальній товщині листів, які зварюються) може бути погоджене з Регістром. У цьому випадку проби для випробувань повинні бути зварені в діапазонах товщин основного металу 12 - 15мм і 20 - 25мм незалежно від категорії, на яку потрібно виконати схвалення комбінації.

У випадку, якщо схвалення вимагається для зварювання сталей нормальної і підвищеної міцності, повинні бути підготовлені дві проби із сталі підвищеної міцності. При цьому Регістр може додатково вимагати проведення випробувань двох проб стикових з'єднань із сталі нормальної міцності.

4.4.3.2 Випробування стикового зварного з'єднання.

4.4.3.2.1 Підготовка і виготовлення проби.

Виготовлення проб стикових з'єднань при схваленні двоохроїдної технології зварювання, включаючи максимальний діаметр зварювального дроту, категорії сталі для виготовлення проб і деталі підготовки кромок, повинні виконуватися згідно з табл. 4.4.3.2.1. Розміри проби повинні відповідати рис. 4.4.3.2.1 і забезпечувати вирізку зразків установленної кількості і розмірів.

Конструктивні елементи підготовки кромок можуть мати незначні відхилення, якщо це вимагається рекомендаціями виробника. Зазор в з'єднанні не повинний перевищувати 1мм.

Зварювання кожного стикового з'єднання повинно бути виконане за два проходи, по одному з кожної сторони з'єднання. Режим зварювання, включаючи значення струму, напруги і швидкості зварювання, повинні відповідати рекомендаціям виробника і узгоджуватися із звичайною практикою застосування двоохроїдної технології зварювання.

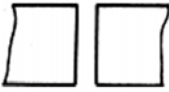
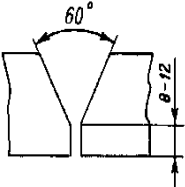
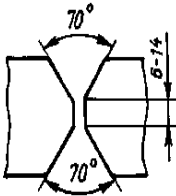
Після завершення зварювання першого проходу залишки флюсу і шлакова кірка повинні бути видалені, а проба повинна охолоджуватися природним шляхом на нерухомому повітрі до температури 100°C. Температура повинна вимірюватися по центру шва на поверхні валика.

Після завершення зварювання проби для випробувань не повинні піддаватися якій-небудь термообробці.

4.4.3.2.2 Радіографічний метод контролю.

Перед виготовленням зразків для механічних випробувань рекомендується виконувати контроль проб стикових зварних з'єднань радіографічним методом для визначення яких-небудь внутрішніх дефектів.

Таблиця 4.4.3.2.1

Товщина проби, мм	Підготовка кромок (рекомендована), мм	Максимальний діаметр дроту, мм	Категорія зварювального матеріалу	Категорія сталі на пробах	
				нормальної міцності	підвищеної міцності ¹
1	2	3	4	5	6
12–15		5	1 1Y	A –	– A32, A36
20–25		6	1 1Y	A –	– A32, A36
			2 2Y 2Y40	A, B або D – –	– A32, A36, D32, D36 A40, D40
			3, 4 3Y 3Y40 4Y, 5Y 4Y40, 5Y40	A, B, D, E – – – –	– A32, A36, D32, D36, E32, E36 A40, D40, E40 A32, A36, D32, D36, E32, E36, F32, F36 A40, D40, E40, F40
30–35		7	2 2Y 2Y40	A, B або D – –	– A32, A36, D32, D36 A40, D40
			3, 4 3Y 3Y40 4Y, 5Y 4Y40, 5Y40	A, B, D, E – – – –	– A32, A36, D32, D36, E32, E36 A40, D40, E40 A32, A36, D32, D36, E32, E36, F32, F36 A40, D40, E40, F40

¹ Фактичний тимчасовий опір R_m сталі категорій A32–F32 повинний бути більшим 490 МПа.

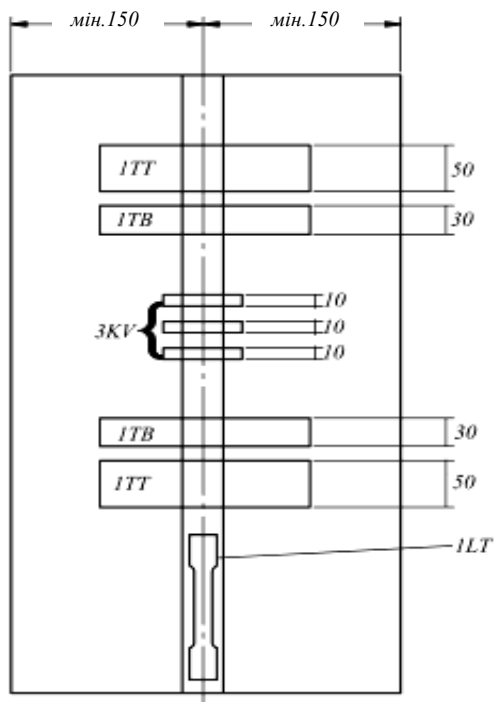


Рис. 4.4.3.2.1 Проба стикового зварного з'єднання при випробуваннях комбінації «дріт - флюс» для двопрохідної технології зварювання (позначення зразків для випробувань відповідають табл. 4.4.1.4, всі розміри в мм)

4.4.3.2.3 Проведення випробувань.

Згідно з рис. 4.4.3.2.1 і табл. 4.4.1.4 від кожної проби стикового з'єднання повинні бути відібрані зразки для проведення випробувань, тип і кількість яких відповідає товщині проби.

Орієнтація і положення надрізу на зразках для випробувань на ударний згин повинні відповідати рис. 4.4.3.2.3.

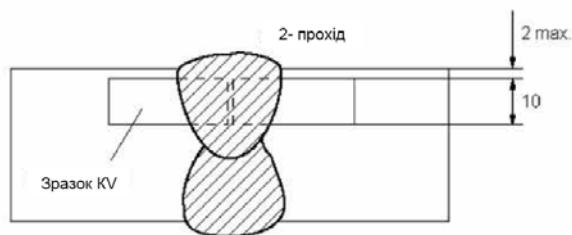


Рис. 4.4.3.2.3 Схема вирізки зразків на ударний згин для проби стикового з'єднання, виконаного за двопрхідною технологією зварювання (позначення зразка для випробування відповідає табл. 4.4.1.4, всі розміри в мм)

4.4.3.2.4 Вимоги до результатів випробувань.

Результати випробувань повинні відповідати вимогам табл. 4.4.2.2.4 для поздовжніх циліндричних зразків для випробувань на розтягування і табл. 4.4.2.3.4 для інших типів зразків відповідних категорій зварювальних матеріалів, які схвалюються.

Вимоги до проведення випробувань і оцінки результатів повинні відповідати вимогам 4.2.

4.4.3.2.5 Контроль хімічного складу наплавленого металу.

Від проби повинні бути відібрані зразки для контролю хімічного складу наплавленого металу для всіх легуючих елементів і домішок, якщо вони регламентуються документацією виробника на приймальний контроль продукції (як правило, для керамічних флюсів).

4.4.4 Щорічні випробування і випробування для підвищення категорії.

4.4.4.1 Щорічні випробування і огляд виробника при підтвердженні ССЗМ.

Всі організації, що одержали визнання Регістра як виробника зварювальних матеріалів для застосування в складі комбінації «дріт - флюс», повинні піддаватися щорічним оглядам і випробуванням схваленої продукції.

Щорічні випробування повинні, як мінімум, включати наступне:

.1 комбінації «дріт - флюс» для багатопрхідної технології зварювання.

Обсяг щорічних випробувань комбінацій «дріт - флюс», призначених для багатопрхідної технології зварювання, повинний включати виготовлення і випробування однієї проби наплавленого металу згідно з 4.4.2.2. Один поздовжній зразок повинний піддаватися випробуванню на розтягування і три зразки — випробуванню на ударний згин. Результати випробувань повинні відповідати вимогам табл. 4.4.2.2.4;

.2 комбінації «дріт - флюс» для двопрхідної технології зварювання.

Обсяг щорічних випробувань комбінацій «дріт - флюс», призначених для двопрхідної технології зварювання, повинний включати виготовлення і випробування однієї проби стикового з'єднання товщиною не менше 20мм згідно з 4.4.3.2. Один поперечний зразок повинний піддаватися випробуванню на розтягування, два поперечних зразка — випробуванню на статичний згин і три зразка — випробуванню на ударний згин. При цьому у випадку схвалення комбінації тільки для двопрхідної технології зварювання повинний бути випробуваний на розтягування також один поздовжній циліндричний зразок. Результати випробувань повинні відповідати вимогам 4.4.3.2.4;

.3 комбінації «дріт - флюс» для багатопрхідної і двопрхідної технології зварювання.

Обсяг щорічних випробувань комбінацій «дріт - флюс», призначених для багатопрхідної і двопрхідної технології зварювання, повинний включати виготовлення і випробування однієї проби наплавленого металу і однієї проби стикового з'єднання товщиною не менше 20мм згідно з 4.4.4.1.1 і 4.4.4.1.2, відповідно. При цьому виготовлення і випробування на розтягування одного поздовжнього циліндричного зразка із проби стикового з'єднання не вимагається.

Якщо комбінація «дріт - флюс» схвалена для зварювання сталей нормальної і підвищеної міцності, то повинна бути підготовлена і випробувана проба стикового з'єднання із сталі підвищеної міцності згідно з 4.4.4.1.2.

4.4.4.2 Випробування для підвищення категорії.

4.4.4.2.1 Якщо підвищення категорії стосується тільки зміни температури випробувань зразків на ударний згин без зміни групи міцності, то повинні бути виконані при цій зміненій температурі тільки додаткові випробування трьох зразків на ударний згин із проби зварного стикового з'єднання, виготовленої згідно з 4.4.2.3 для багатопрхідної технології зварювання або згідно з 4.4.3.2 для основного металу максимальної схваленої товщини стосовно двопрхідної технології зварювання. Ці проби стикових з'єднань повинні бути випробувані додатково до обсягу щорічних випробувань, що

вимагаються згідно з **4.4.4.1** (для яких випробування зразків на ударний згин також виконуються при змінній температурі).

4.4.4.2.2 У тому випадку, якщо підвищення категорії відноситься до розширення області схвалення на зварювання сталей більш високої групи міцності, то вимагається проведення випробувань проб стикових з'єднань у повному обсязі згідно з **4.4.2.3** або **4.4.3.2** додатково до звичайного обсягу щорічних випробувань. При цьому сталь для виготовлення проб стикових з'єднань повинна відповідати вимогам **4.4.2.1** або **4.4.3.2.1** (для багатопрхідної і двопрхідної технології зварювання, відповідно) для нової підвищеної категорії зварювальних матеріалів.

4.5 ЗВАРЮВАЛЬНИЙ ДРІТ І КОМБІНАЦІЯ «ДРІТ - ГАЗ» ДЛЯ ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ В СЕРЕДОВИЩІ ЗАХИСНИХ ГАЗІВ

4.5.1 Загальні положення.

4.5.1.1 Викладені нижче вимоги застосовуються до комбінацій «дріт - газ», а також до порошкового дроту (для зварювання в середовищі захисного газу і без нього), які призначені для напівавтоматичного і автоматичного зварювання суднобудівних сталей нормальної і підвищеної міцності, сталевих поковок і виливків відповідних категорій міцності, а також співставних сталей для виготовлення суднових конструкцій і посудин під тиском.

Стосовно процедури схвалення матеріали, що розглядаються, підрозділяються на наступні групи:

для застосування при напівавтоматичній багатопрхідній технології зварювання;

для застосування при одноелектродній автоматичній багатопрхідній технології зварювання;

для застосування при одноелектродній автоматичній двопрхідній технології зварювання.

Примітка. В цій частині Правил терміни «ручне», «напівавтоматичне» і «автоматичне» зварювання застосовуються для позначення наступних ступенів механізації технологічного процесу:

ручне зварювання - процес, в якому всі операції здійснюються зварювальником вручну;

напівавтоматичне зварювання - процес, в якому подача присадного дроту механізована, а інші операції виконуються зварювальником вручну. Згідно з стандартом ДСТУ 3761.2 і ISO/TR 25901-3 цей процес визначається як «частково механізоване зварювання»;

автоматичне зварювання - процес, в якому всі основні операції, крім переміщення виробу, механізовані. Згідно з стандартом ДСТУ 3761.2 і ISO/TR 25901-3 цей процес визначається як «повністю механізоване зварювання».

Схвалення зварювальних матеріалів, що виконується згідно з даними вимогами, дійсне для звичайного зварювання одним електродом.

Інші технології зварювання, такі як зварювання двома і більше електродами, однібічне зварювання на керамічних підкладках або без них, підлягають окремим випробуванням для схвалення. Ці випробування зазвичай виконуються згідно з викладеними нижче вимогами за окремою програмою, яка підлягає схваленню Регістром.

4.5.1.2 Комбінації «дріт - газ» залежно від рівня міцності наплавленого металу або металу шва (R_{eH} , min) підрозділяються на наступні категорії:

1, 2, 3, 4 для сталей нормальної міцності;

1Y, 2Y, 3Y, 4Y, 5Y для сталей підвищеної міцності з нормативною границею плинності до 355МПа включно;

2Y40, 3Y40, 4Y40, 5Y40 для сталей підвищеної міцності з нормативною границею плинності до 390МПа включно.

Залежно від технології зварювання до позначення категорії додаються наступні додаткові індекси класифікації:

S - для вказівки на схвалення зварювальних матеріалів стосовно напівавтоматичної багатопрхідної технології зварювання;

T - для вказівки на схвалення зварювальних матеріалів стосовно автоматичної двопрхідної технології зварювання;

M - для вказівки на схвалення зварювальних матеріалів стосовно автоматичної багатопрхідної технології зварювання;

TM - для вказівки на схвалення зварювальних матеріалів стосовно автоматичної двопрхідної і багатопрхідної технології зварювання.

Для зварювальних матеріалів, які схвалюються стосовно напівавтоматичної і автоматичної багатопрхідної технології зварювання, індекси додаткової класифікації повинні бути додані у відповідному сполученні (SM).

Залежно від вмісту дифузійного водню в наплавленому металі стосовно порошкового дроту в позначенні категорії застосовуються додаткові індекси класифікації H15, H10 або H5 згідно з 4.5.1.4.

4.5.1.3 Склад захисного газу:

.1 склад захисного газу, що застосовується при випробуваннях для схвалення, повинний бути зазначений у звіті про випробування і ССЗМ. Якщо інше не погоджене з Регістром, застосування захисного газу іншого складу для того ж дроту вимагає проведення додаткових випробувань для схвалення;

.2 схвалення зварювального дроту в комбінації з будь-яким конкретним складом газу може бути застосовано або поширено для комбінацій цього дроту з захисними газами з аналогічною групою типового складу, яка визначається згідно з табл. 4.5.1.3.2.

Таблиця 4.5.1.3.2

Група складу захисного газу		Склад захисного газу, % об.			
		CO ₂	O ₂	H ₂	Ar
M1	1	> 0 ÷ 5	—	> 0 ÷ 5	Основа ^{1,2}
	2	> 0 ÷ 5	—	—	Основа ^{1,2}
	3	—	> 0 ÷ 3	—	Основа ^{1,2}
	4	> 0 ÷ 5	> 0 ÷ 3	—	Основа ^{1,2}
M2	1	> 5 ÷ 25	—	—	Основа ^{1,2}
	2	—	> 3 ÷ 10	—	Основа ^{1,2}
	3	> 5 ÷ 25	> 0 ÷ 8	—	Основа ^{1,2}
M3	1	> 25 ÷ 50	—	—	Основа ^{1,2}
	2	—	> 10 ÷ 15	—	Основа ^{1,2}
	3	> 5 ÷ 50	> 8 ÷ 15	—	Основа ^{1,2}
C	1	100	—	—	—
	2	Основа	> 0 ÷ 3	—	—

¹ Аргон може бути замінений гелієм в об'ємі до 95% від вмісту аргону.

² Схвалення поширюється тільки на суміші газів.

4.5.1.4 Нормування вмісту дифузійного водню:

.1 випробування для визначення вмісту дифузійного водню в наплавленому металі повинні виконуватися стосовно порошкового дроту, призначеного для зварювання в середовищі захисного газу або без нього, для наступних категорій зварювальних матеріалів:

2, 3 і 4, якщо застосовно (матеріали можуть бути класифіковані згідно з 4.2.3.4), згідно з заявкою виробника;

1Y, 2Y, 2Y40, 3Y, 3Y40, 4Y, 4Y40, а також 5Y і 5Y40.

Випробування виконуються згідно з 4.2.3 з дотриманням режимів зварювання, рекомендованих виробником і підбором швидкості зварювання, що забезпечують масу наплавленого на зразок металу, подібну до значення для випробувань електродів (15 ÷ 20г на 100мм шва);

.2 згідно з отриманими результатами випробувань і вимогами 4.2.3.4 до позначення категорії комбінації згідно з 4.5.1.2 повинні бути додані індекси класифікації за вмістом дифузійного водню в наплавленому металі H15, H10, або H5.

4.5.1.5 Інформація і документація, які надаються на розгляд.

Виробник в загальному випадку повинний подати на розгляд прикладені до заявки на схвалення інформацію і технічну документацію, які містять наступні відомості:

торгову марку, тип зварювального дроту, межі хімічного складу для суцільних дротів або тип наповнювача для порошкових дротів (або посилання на відповідний нормативний документ), діапазон діаметрів для схвалення; виробник, постачальник, умови постачання (стан поверхні, тип, розмір і вага стандартних мотків);

технологію зварювання і категорію комбінацій, для яких потрібно схвалення;

тип струму, зварювання і робочий діапазон значень зварювального струму для схвалення;

властивості, склад і вимоги до захисного газу;

торгову марку і назву виробника сумішей захисних газів спеціальних типів;

типовий хімічний склад наплавленого металу, зокрема, довідкову інформацію з вмісту марганцю, кремнію та інших легуючих елементів, які встановлюються специфікацією в усіх випадках;

умови, для яких хімічний склад установлюється специфікацією;

основні зварювально-технологічні властивості (такі як розбризкування, характер перенесення металу) і пов'язані з ними рекомендації та обмеження застосування;

відомості про маркування і пакування;
 відомості про виробничі потужності, обладнання, цикли термічної обробки, методах і процедурах контролю якості;

рекомендації щодо зберігання і забезпечення схоронності порошкового дроту;

відомості про наявність схвалення інших класифікаційних товариств або органів технічного нагляду з додатком копій необхідних документів.

До технічної документації, яка підлягає схваленню Регістром, належать:

технічні умови або специфікації виробника на зварювальний матеріал, у тому числі актуальні видання каталогів;

інструкції з виготовлення, приймання і контролю якості.

4.5.2 Зварювальний дріт і комбінації «дріт - газ» для напівавтоматичної багатопрхідної технології зварювання.

4.5.2.1 Загальні вимоги.

Випробування для схвалення напівавтоматичної багатопрхідної технології зварювання повинні виконуватися згідно з 4.3 з використанням для зварювання проб порошкового дроту або комбінацій «дріт - газ». Необхідна кількість проб і зразків для випробувань зазначена в табл. 4.5.2.1.

Таблиця 4.5.2.1

Проби для випробувань						Кількість і тип зразків ²
Тип	Положення зварювання ^{1,2}	Діаметр електрода, мм	Кількість	Товщина, мм	Розміри	
Наплавлений метал	РА	1,2 або min Ø	1	20	Див. рис. 4.3.2.1	1TL+3KV
		max Ø	1 ⁴			
Стикове з'єднання	РА	1 прохід: 1,2 або min Ø Інші шари: max Ø	1 ⁵	15 ÷ 20	Див. рис. 4.3.3.1	1TT+1RB+1FB+3KV
	PF	1 прохід: 1,2 або min Ø	1			1TT+1RB+1FB+3KV
	PC	Інші шари: max Ø для	1			1TT+1RB+1FB+3KV
	PE	конкретного положення	1			1TT+1RB+1FB+3KV
Таврове з'єднання	6	1 сторона: min Ø	1	15 ÷ 20	Див. рис. 4.3.6.2 і 4.3.6.3	M+FF+HV
		2 сторона: max Ø				

¹ Позначення просторових положень зварювання згідно з стандартом ДСТУ ISO 6947 або відповідним стандартом ISO (див. рис. 6.2.2.4-1).

² У тому випадку, якщо схвалення вимагається для одного або обмеженого числа положень зварювання, то зварювання проб стикових з'єднань повинна бути виконана тільки в цих положеннях.

³ В таблиці прийняті наступні умовні позначення типів зразків:

TL - поздовжній циліндричний зразок для випробування на розтягування;

TT - поперечний плоскорозривний зразок для випробування на розтягування;

RB - поперечний зразок для випробування на статичний згин з розтягуванням кореня шва;

FB - поперечний зразок для випробування на статичний згин з розтягуванням лицьової поверхні шва;

KV - поперечний зразок з V-подібним надрізом для випробування на ударний згин;

FF - зразок для випробування кутового шва на злам;

M - поперечний макрошліф;

HV - зразок для визначення твердості.

⁴ У тому випадку, якщо схвалення вимагається для одного діаметру, то достатньо виготовлення тільки однієї проби наплавленого металу.

⁵ У тому випадку, якщо схвалення вимагається тільки для нижнього положення зварювання, то в цьому положенні повинні бути зварені дві проби: перша - з використанням максимального діаметру зварювального дроту, друга - з застосуванням зварювального дроту із збільшенням діаметру від першого до останнього шару шва.

⁶ Проби таврового з'єднання повинні бути виготовлені в положеннях зварювання, які підлягають схваленню.

4.5.2.2 Випробування наплавленого металу.

4.5.2.2.1 Підготовка і виготовлення проби.

Дві проби наплавленого металу повинні бути зварені в нижньому положенні згідно з рис. 4.3.2.1. При цьому одна із них виготовляється із використанням зварювального дроту діаметром 1,2мм або

дроту мінімального діаметру, друга - із використанням зварювального дроту максимального діаметру, призначеного для зварювання суднових конструкцій. Якщо дріт виготовляється тільки одного діаметру, то достатньо випробування однієї проби. Для виготовлення проб може застосовуватися суднобудівна сталь будь-якої категорії.

Зварювання проби повинне виконуватися декількома шарами, які складаються із одного або декількох проходів згідно з рекомендаціями виробника і звичайною практикою застосування. При цьому кожний наступний шар треба наплавляти в напрямку, протилежному попередньому. Товщина кожного валика шва повинна знаходитися в межах від 2 до 6 мм. Після виконання кожного проходу проба повинна охолоджуватися природним шляхом на повітрі до температури нижче 250°C, але не менше 100°C. Температура повинна вимірюватися по центру шва на поверхні валика. Після завершення зварювання проби для випробувань не повинні піддаватися якій-небудь термообробці.

4.5.2.2.2 Контроль хімічного складу наплавленого металу.

Від кожної проби повинні бути відібрані зразки для контролю хімічного складу наплавленого металу за всіма легуючими елементами і домішками, якщо вони регламентуються документацією виробника на приймальний контроль продукції (як правило, для порошкового зварювального дроту).

4.5.2.2.3 Механічні випробування.

Від кожної проби згідно з табл. 4.5.2.1 і рис. 4.3.2.1 повинні бути відібрані один поздовжній зразок для випробування на розтягування і три зразки для випробування на ударний згин. Вирізання, виготовлення і випробування зразків повинні виконуватися згідно з 4.2.2.1.1 і 4.2.2.3, відповідно.

Результати всіх випробувань повинні відповідати вимогам табл. 4.3.2.4 для відповідних категорій зварювальних матеріалів.

4.5.2.3 Випробування стикового зварного з'єднання.

4.5.2.3.1 Підготовка і виготовлення проби.

Для визначення властивостей зварного з'єднання в кожному положенні зварювання (нижньому, вертикальному знизу вгору, вертикальному зверху вниз, стельовому, горизонтальному на вертикальній площині), для якого призначена комбінація, повинно бути зварено по одній пробі згідно з рис. 4.3.3.1.

Для виготовлення проб стикових з'єднань повинна використовуватися суднобудівна сталь однієї із категорій, зазначених в табл. 4.3.3.1.

Зварювання проб для окремих положень зварювання повинне виконуватися з урахуванням перерахованих нижче вимог:

нижнє положення - РА. Перший прохід треба виконувати дротом діаметром 1,2 мм або дротом мінімального діаметру, який підлягає схваленню, решту - дротом максимального діаметру із числа схвалюваних;

у тому випадку, якщо схвалення вимагається тільки для нижнього положення зварювання, то в цьому положенні повинні бути зварені дві проби: перша - з використанням максимального діаметру зварювального дроту, друга - із застосуванням зварювального дроту із збільшенням діаметру від першого до останнього шару шва. Якщо дріт виготовляється тільки одного діаметру, то достатньо випробувань однієї проби;

положення зварювання, які відрізняються від нижнього положення (РЕ, РГ, РС, РЕ). Перший прохід треба виконувати дротом діаметром 1,2 мм або дротом мінімального діаметру, який підлягає схваленню, решту - дротом максимального діаметру, рекомендованого виробником для конкретного положення зварювання.

Після завершення зварювання проби для випробувань не повинні піддаватися якій-небудь термообробці.

4.5.2.3.2 Радіографічний метод контролю.

Перед виготовленням зразків для механічних випробувань рекомендується виконувати контроль проб стикових зварних з'єднань радіографічним методом для визначення яких-небудь внутрішніх дефектів.

4.5.2.3.3 Механічні випробування.

Згідно з табл. 4.5.2.1 і рис. 4.3.3.1 від кожної проби стикового з'єднання повинні бути відібрані:

один поперечний плоскорозривний зразок для випробування на розтягування;

три поперечних зразка з V-подібним надрізом для випробування на ударний згин;

по одному поперечному зразку для випробування на статичний згин з розтягуванням кореня і лицьової поверхні шва.

Результати випробувань повинні відповідати вимогам табл. 4.3.3.5 для відповідних категорій зварювальних матеріалів. Вимоги до проведення випробувань і оцінки результатів повинні відповідати вимогам 4.2.

4.5.2.4 Випробування проби таврового з'єднання.

Випробування проби таврового з'єднання потрібні для комбінацій «дріт - газ», призначених тільки для зварювання кутових швів і проводяться аналогічно вимогам 4.3.6 для покритих електродів. Проби таврового з'єднання повинні бути виготовлені в положеннях зварювання, які підлягають схваленню згідно з 4.3.6.2. Обсяг і результати випробувань повинні відповідати вимогам 4.3.6.3.

4.5.2.5 Випробування для визначення вмісту дифузійного водню в наплавленому металі.

Випробування для визначення вмісту дифузійного водню в наплавленому металі повинні виконуватися згідно з 4.2.3 і 4.5.1.4 стосовно порошкового дроту, призначеного для зварювання сталей підвищеної міцності наступних категорій: 1Y, 2Y, 2Y40, 3Y, 3Y40, 4Y, 4Y40, а також 5Y і 5Y40.

Порошковий дріт категорій 2, 3 і 4, призначений для зварювання сталей нормальної міцності, може бути класифікований за вмістом дифузійного водню в наплавленому металі як опція згідно з заявкою виробника.

Випробування для визначення вмісту дифузійного водню в наплавленому металі повинні виконуватися, як правило, при первісному схваленні зварювальних матеріалів, а також за окремою вимогою Регістру при щорічних випробуваннях або заявкою виробника при випробуваннях для підвищення категорії.

4.5.3 Зварювальний дріт і комбінації «дріт - газ» для автоматичної багатопрхідної технологій зварювання.

4.5.3.1 Загальні вимоги.

.1 зварювальний дріт і комбінація «дріт - газ», які пройшли випробування згідно з 4.5.2 і схвалені Регістром для напівавтоматичної багатопрхідної технології зварювання, також схвалюються без проведення додаткових випробувань для автоматичної багатопрхідної технологій зварювання. Це положення дійсне в тому випадку, якщо умови виконання (значення зварювального струму, погонної енергії тощо) автоматичного та напівавтоматичного зварювання аналогічні, тобто різняться тільки способом переміщення зварювального пальника;

.2 випробування для схвалення автоматичної багатопрхідної технологій зварювання повинні виконуватися згідно з 4.4.2 з використанням для зварювання проб порошкового дроту або комбінації «дріт - газ». Необхідна кількість зразків для випробувань, які відбираються від кожної проби, повинна відповідати табл. 4.4.1.4.

4.5.3.2 Випробування наплавленого металу.

4.5.3.2.1 Підготовка і виготовлення проби.

Одна проба наплавленого металу повинна бути зварена в нижньому положенні згідно з рис. 4.4.2.2.1.

Діаметр дроту, режими зварювання проби (значення струму, напруги, швидкості зварювання) повинні відповідати рекомендаціям виробника.

Підготовка і виготовлення проби повинні відповідати 4.4.2.2.1, за винятком вимоги до мінімальної товщини кожного шару, яка повинна становити 3мм.

4.5.3.2.2 Контроль хімічного складу наплавленого металу.

Від кожної проби повинні бути відібрані зразки для контролю хімічного складу наплавленого металу за всіма легуючими елементами і домішками, якщо вони регламентуються документацією виробника на приймальний контроль продукції (як правило, для порошкового зварювального дроту).

4.5.3.2.3 Механічні випробування.

Від кожної проби згідно з рис. 4.4.2.2.1 повинні бути відібрані два поздовжні зразки для випробування на розтягування і три зразки для випробування на ударний згин. Вирізання, виготовлення і випробування зразків повинні виконуватися згідно з 4.2.2.1.1 і 4.2.2.3, відповідно.

Результати всіх випробувань повинні відповідати вимогам табл. 4.4.2.4 для відповідних категорій зварювальних матеріалів.

4.5.3.3 Випробування стикового зварного з'єднання.

4.5.3.3.1 Підготовка і виготовлення проби.

Для визначення властивостей зварного з'єднання в кожному положенні зварювання, для якого призначена комбінація, повинно бути зварено по одній пробі згідно з рис. 4.4.2.3.1. Зазвичай схвалювані положення зварювання обмежуються одним положенням, і в цьому випадку обсяг

випробувань обмежується виготовленням однієї проби. Діаметр дроту, режими зварювання проби (значення струму, напруги, швидкості зварювання) повинні відповідати рекомендаціям виробника.

Підготовка і виготовлення проби повинні відповідати вимогам **4.4.2.3.1**.

4.5.3.3.2 Радіографічний метод контролю.

Перед виготовленням зразків для механічних випробувань рекомендується виконувати контроль проб стикових зварних з'єднань радіографічним методом для визначення яких-небудь внутрішніх дефектів.

4.5.3.3.3 Механічні випробування.

Згідно з табл. 4.4.1.4 і рис. 4.4.2.3.1 від кожної проби стикового з'єднання повинні бути відібрані:

два поперечних плоскорозривних зразки для випробування на розтягування;

три поперечних зразки з V-подібним надрізом для випробування на ударний згин;

по два поперечних зразки для випробування на статичний згин з розтягуванням кореня і лицьової поверхні шва.

Результати випробувань повинні відповідати вимогам табл. 4.4.2.3.4 для відповідних категорій зварювальних матеріалів. Вимоги до проведення випробувань і оцінки результатів повинні відповідати вимогам **4.2**.

4.5.3.4 Випробування для визначення вмісту дифузійного водню в наплавленому металі.

Випробування для визначення вмісту дифузійного водню в наплавленому металі повинні виконуватися згідно з **4.2.3** і **4.5.1.4** стосовно порошкового дроту, призначеного для зварювання сталей підвищеної міцності наступних категорій: 1Y, 2Y, 2Y40, 3Y, 3Y40, 4Y, 4Y40, а також 5Y і 5Y40.

Порошковий дріт категорій 2, 3 і 4, призначений для зварювання сталей нормальної міцності, може бути класифікований за вмістом дифузійного водню в наплавленому металі як опція згідно з заявкою виробника.

Випробування для визначення вмісту дифузійного водню в наплавленому металі повинні виконуватися, як правило, при первісному схваленні зварювальних матеріалів, а також, якщо вказано в схваленій Регістром програмі випробувань, при щорічних випробуваннях.

4.5.4 Зварювальний дріт і комбінації «дріт - газ» для автоматичної двопроточної технології зварювання.

4.5.4.1 Загальні вимоги.

Випробування для схвалення автоматичної двопроточної технології зварювання повинні виконуватися згідно з **4.4.3** з використанням для зварювання проб порошкового дроту або комбінації «дріт - газ». Необхідна кількість проб і зразків для випробувань зазначена в табл. 4.4.1.4.

4.5.4.2 Випробування стикового зварного з'єднання.

4.5.4.2.1 Підготовка і виготовлення проб.

Підготовка і виготовлення проб повинні виконуватися з урахуванням перерахованих нижче вимог:

1 для схвалення комбінацій «дріт - газ», призначених для автоматичної двопроточної технології зварювання, вимагається виконання зварювання двох проб стикових з'єднань, підготовлених і виготовлених згідно з **4.4.3.1** і **4.4.3.2**, в діапазонах товщин основного металу 12 ÷ 15мм і 20 ÷ 25мм. У тому випадку, якщо схвалення вимагається для зварювання листів товстіше ніж 25мм, то повинна бути виготовлена одна проба із металу товщиною приблизно 20мм і друга - із металу максимальної товщини, яка підлягає схваленню;

2 підготовка кромки на пробах стикових з'єднань показана на рис. 4.5.4.2.1. Допускаються незначні відхилення конструктивних елементів підготовки кромки, якщо це вимагається рекомендаціями виробника. Для проб із металу товщиною понад 25мм конструктивні елементи підготовки кромки повинні бути додатково представлені для відомості. Відхилення або відмінності в підготовці кромки повинні бути обґрунтовані рекомендаціями виробника для цієї технології зварювання і товщини матеріалу;

3 діаметри зварювального дроту, який застосовується для зварювання проби, повинні відповідати рекомендаціям виробника і бути додатково представлені Регістру для відомості.

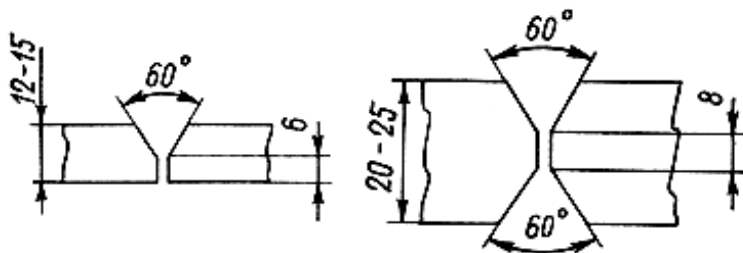


Рис. 4.5.4.2.1 Рекомендована підготовка кромки для проб стикових з'єднань при схваленні комбінації «дріт - газ», призначених для автоматичної двопроточної технології зварювання (всі розміри в мм, якщо не зазначене інше)

4.5.4.2.2 Радіографічний метод контролю.

Перед виготовленням зразків для механічних випробувань рекомендується виконувати контроль проб стикових зварних з'єднань радіографічним методом для визначення яких-небудь внутрішніх дефектів.

4.5.4.2.3 Механічні випробування.

Згідно з табл. 4.4.1.4 і рис. 4.4.3.2.1 від кожної проби стикового з'єднання повинні бути відібрані зразки для проведення випробувань, тип і кількість яких відповідає товщині проби. Орієнтація і положення надрізу на зразках для проведення випробувань на ударний згин повинні відповідати вимогам рис. 4.4.3.2.3.

Результати випробувань повинні відповідати вимогам табл. 4.4.2.2.4 для поздовжніх циліндричних зразків на розтягування і табл. 4.4.2.3.4 для інших типів зразків відповідно до категорії зварювальних матеріалів, які схвалюються.

Вимоги до проведення випробувань і оцінки результатів повинні відповідати вимогам 4.2.

4.5.4.3 Контроль хімічного складу наплавленого металу.

Від проби повинні бути відібрані зразки для контролю хімічного складу наплавленого металу з боку другого проходу, а результати повинні бути представлені у звіті про випробування, якщо хімічний склад регламентується документацією виробника на приймальний контроль продукції (як правило, для порошкового зварювального дроту).

4.5.4.4 Випробування для визначення вмісту дифузійного водню в наплавленому металі.

Випробування для визначення вмісту дифузійного водню в наплавленому металі повинні виконуватися згідно з 4.5.3.4.

4.5.5 Щорічні випробування і випробування для підвищення категорії.

4.5.5.1 Щорічні випробування і огляд виробника при підтвердженні ССЗМ.

Всі організації, що одержали визнання Регістра як виробника зварювальних матеріалів для застосування в складі комбінації «дріт - газ», повинні піддаватися щорічним оглядам і випробуванням схваленої продукції.

Щорічні випробування повинні, як мінімум, включати наступне:

1 дроти і комбінації, призначені для напівавтоматичної багатопроточної або одночасно для напівавтоматичної і автоматичної багатопроточної технологій зварювання.

Обсяг щорічних випробувань для дроту і комбінації «дріт - газ», призначених для напівавтоматичної багатопроточної або одночасно для напівавтоматичної і автоматичної багатопроточної технологій зварювання, повинний включати виготовлення і випробування однієї проби наплавленого металу згідно з 4.5.2.2. Діаметр дроту при зварюванні повинний відповідати діапазону діаметрів, зазначеному для напівавтоматичного зварювання в ССЗМ. Випробуванням повинні піддаватися один поздовжній циліндричний зразок на розтягування і три зразки на ударний згин. Результати випробувань повинні відповідати вимогам табл. 4.3.2.4.

Хімічний склад наплавленого металу треба визначати аналогічно вимогам для первісного схвалення, якщо він регламентується документацією виробника на приймальний контроль продукції (як правило, для порошкового дроту);

2 дроти і комбінації, призначені для автоматичної багатопроточної технології зварювання.

Обсяг щорічних випробувань для дроту і комбінації «дріт - газ», призначених для автоматичної багатопроточної технології зварювання, повинний включати виготовлення і випробування однієї проби наплавленого металу згідно з 4.5.3.2. Діаметр дроту при зварюванні повинний відповідати діапазону діаметрів, зазначеному для автоматичного зварювання в ССЗМ. Випробуванням повинні

піддаватися один поздовжній циліндричний зразок на розтягування і три зразки на ударний згин. Результати випробувань повинні відповідати вимогам табл. 4.4.2.2.4.

Хімічний склад наплавленого металу треба визначати аналогічно вимогам для первісного схвалення, якщо він регламентується документацією виробника на приймальний контроль продукції (як правило, для порошкового дроту);

.3 дроти і комбінації, призначені для автоматичної двопроточної технології зварювання.

Обсяг щорічних випробувань для дроту і комбінації «дріт - газ», призначених для автоматичної двопроточної технології зварювання, повинний включати виготовлення і випробування однієї проби стикового з'єднання товщиною $20 \div 25$ мм згідно з **4.5.4.2**. Випробуванням повинні піддаватися один поперечний зразок на розтягування, два зразки на статичний згин, три зразки на ударний згин, а також один поздовжній циліндричний зразок на розтягування у випадку схвалення комбінації тільки для автоматичної двопроточної технології зварювання. Діаметр дроту при зварюванні вказується в протоколі випробувань;

.4 для порошкових зварювальних дротів з контрольованим вмістом дифузійного водню, які мають індекси H10 і H5, в програму щорічних випробувань на вимогу Регістру може бути включена перевірка матеріалів на вміст дифузійного водню в наплавленому металі згідно з **4.2.3**.

4.5.5.2 Випробування для підвищення категорії.

При проведенні випробувань для підвищення категорії зварювальних матеріалів необхідно керуватися наступним:

.1 при зміні вимог тільки до температури випробувань зразків на ударний згин для багатопроточної технології зварювання обсяг випробувань аналогічний вимогам **4.3.8.2.2**, а для двопроточної технології зварювання вимагається виконати додаткову (додатково до вимог **4.5.5.1.3**) пробу стикового з'єднання товщиною $12 \div 15$ мм з випробуванням трьох зразків на ударний згин;

.2 у тому випадку, якщо підвищення категорії відноситься до розширення області схвалення на зварювання сталей більше високої групи міцності, то для багатопроточної технології зварювання вимагається проведення випробувань проб стикових з'єднань в повному обсязі згідно з **4.5.2.3** або **4.5.3.3** додатково до звичайного обсягу щорічних випробувань. Для двопроточної технології зварювання загальний обсяг випробувань (щорічних і додаткових для підвищення категорії) повинний відповідати вимогам для первісного схвалення згідно з **4.5.4**.

4.6 ЗВАРЮВАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ЕЛЕКТРОШЛАКОВОГО І ЕЛЕКТРОГАЗОВОГО ВЕРТИКАЛЬНОГО ЗВАРЮВАННЯ

4.6.1 Загальні положення.

4.6.1.1 Викладені нижче вимоги застосовуються до зварювальних матеріалів, які призначені для електрошлакового і електрогазового зварювання у вертикальному положенні з примусовим формуванням шва з застосуванням або без застосування мундштука, який плавиться, суднобудівних сталей, сталевих поковок і виливків відповідних категорій міцності, а також співставних сталей для виготовлення суднових конструкцій.

Вимоги по схваленню зварювальних матеріалів для двопроточної технології зварювання, відповідні вимогам **4.4.3**, застосовуються також для схвалення зазначених вище зварювальних матеріалів, за винятком перерахованих в **4.6.2** особливостей, що стосуються, головним чином, кількості і типу зразків для механічних випробувань, які відбираються від проб стикових з'єднань.

4.6.1.2 Зварювальні матеріали, призначені для електрошлакового і електрогазового зварювання, залежно від рівня міцності металу шва (R_{eH} , min) підрозділяються на наступні категорії:

1, 2, 3 для сталей нормальної міцності;

1Y, 2Y, 3Y, 4Y для сталей підвищеної міцності з нормативною границею плинності до 355 МПа включно;

2Y40, 3Y40, 4Y40, 5Y40 для сталей підвищеної міцності з нормативною границею плинності до 390 МПа включно.

Схвалення зварювальних матеріалів для категорій 1Y, 2Y, 3Y, 4Y, 2Y40, 3Y40, 4Y40, 5Y40 може бути обмежене можливістю їх застосування тільки з спеціальними типами сталей підвищеної міцності, які дозволяють виконувати зварювання при високих значеннях погонної енергії. Як правило, такі сталі повинні пройти випробування згідно з **2.2.3** частини III «Технічний нагляд за виготовленням матеріалів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів і виробів та мати відповідний запис в позначенні категорії (-W...). В зв'язку з цим при

випробуваннях для схвалення повинні застосовуватися сталі (як правило, леговані ніобієм), відповідні за погонною енергією зварювання застосовуваному технологічному процесу.

При цьому треба враховувати, що для зварювальних матеріалів, що розглядаються, перераховані вище вимоги щодо підрозділу на категорії можуть бути не в повній мірі застосовні з технічних причин.

4.6.1.3 У тому випадку, якщо схвалення зварювальних матеріалів вимагається одночасно для зварювання сталей нормальної і підвищеної міцності, повинні бути виготовлені і випробувані дві проби з використанням сталі підвищеної міцності. Дві додаткові проби зі сталі нормальної міцності також можуть бути випробувані.

4.6.1.4 Інформація і документація, що представляються на розгляд.

Виробник у загальному випадку повинен подати на розгляд, прикладені до заявки на схвалення, інформацію і технічну документацію, які містять наступні відомості:

торговельну марку, тип зварювального дроту, межі хімічного складу для суцільних дротів або тип наповнювача для порошкових дротів (або посилання на відповідний нормативний документ), діапазон діаметрів для схвалення;

найменування виробника, постачальника, умови поставки (стан поверхні, тип, розмір і вага стандартних мотків);

технологію зварювання і категорію комбінації, для яких потрібне схвалення;

властивості, склад і вимоги, що виставляються до захисного газу;

торговельну марку і найменування виробника для сумішей захисних газів спеціальних типів;

тип флюсу та інші матеріали, якщо застосовуються;

тип струму і робочий діапазон зварювального струму для схвалення;

основні характеристики зварювального обладнання;

типовий хімічний склад наплавленого металу;

основні зварювально-технологічні властивості та вимоги до технології зварювання, пов'язані із загальними та спеціальними рекомендаціями і обмеженнями з застосування, такими як підготовка кромки і режими зварювання;

відомості про виробничі потужності, обладнання, цикли термічної обробки, методи і процедури контролю якості;

відомості про маркування і упаковку;

рекомендації зі зберігання й схоронності дроту і флюсів;

відомості про наявність схвалення інших класифікаційних товариств або органів технічного нагляду з додатком копій необхідних документів.

До технічної документації, що підлягає схваленню Регістром, відносяться:

технічні умови або специфікації виробника на зварювальний матеріал, у тому числі, актуальні видання каталогів підприємств-виробників;

інструкції з виготовлення, приймання і контролю якості.

4.6.2 Випробування стикового зварного з'єднання.

4.6.2.1 Підготовка і виготовлення проб.

Для схвалення зварювальних матеріалів, призначених для електрошлакового і електрогазового зварювання, вимагається виконання випробувань двох проб стикових з'єднань, однієї в діапазоні товщин основного металу $20 \div 25$ мм та іншої в діапазоні $35 \div 40$ мм або більше (див. рис. 4.6.2.3-1).

Категорія сталі для виготовлення кожної із цих проб повинна бути обрана згідно з табл. 4.4.3.2.1 для двохпрохідної технології зварювання.

Хімічний склад основного металу для виготовлення проб, включаючи вміст елементів, що модифікують (подрібнюють зерно), повинний бути наведений у звіті про випробування.

4.6.2.2 Радіографічний метод контролю.

Перед виготовленням зразків для механічних випробувань рекомендується виконувати контроль проб стикових зварних з'єднань радіографічним методом для встановлення наявності яких-небудь внутрішніх дефектів.

4.6.2.3 Механічні випробування.

Згідно з рис. 4.6.2.3-1 від кожної проби стикового з'єднання повинні бути відібрані зразки для проведення випробувань. Довжина проби повинна бути достатньою для відбору й виготовлення всіх перерахованих нижче зразків для випробувань:

2 поздовжніх циліндричних зразки для випробування на розтягування (2LT);

2 поперечних плоскорозривних зразки для випробування на розтягування (2TT);

2 поперечних зразки для випробування на бічний згин (2ТВ);
 2 серії з 3-х зразків кожна для випробування на ударний згин з розташуванням надрізу згідно з рис. 4.6.2.3-2:

одна серія з надрізом по осі шва (3KV_{CL});

одна серія з надрізом по металу шва на відстані 2мм від лінії сплавлення (3KV_{+2FL});

1 поперечний макрошліф (1М).

Результати всіх випробувань повинні відповідати вимогам табл. 4.4.2.2.4 для поздовжніх циліндричних зразків на розтягування і табл. 4.4.2.3.4 для інших типів зразків відповідно до категорії схвалюваних зварювальних матеріалів.

Вимоги до проведення випробувань і оцінки результатів повинні відповідати вимогам 4.2.

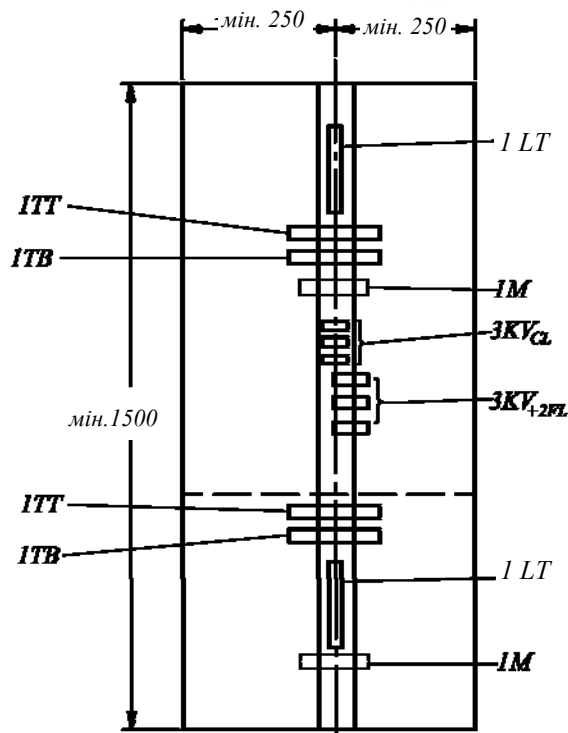


Рис. 4.6.2.3 – 1 Проба стикового з'єднання для випробування для схвалення електрошлакового і електрогазового зварювання. Умовні позначення зразків для випробувань відповідають 4.6.2.3 (всі розміри в мм)

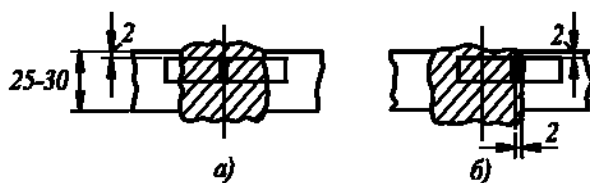


Рис. 4.6.2.3-2 Схема вирізки і розташування надрізу для випробування зразків на ударний згин із проби стикового з'єднання при випробуваннях для схвалення електрошлакового і електрогазового зварювання: а) - з надрізом по осі шва (KV_{CL});

б) - з надрізом по металу шва на відстані 2мм від лінії сплавлення (KV_{+2FL}).

Умовні позначення зразків для випробувань відповідають 4.6.2.3 (всі розміри в мм)

4.6.2.4 Контроль хімічного складу наплавленого металу.

Від кожної проби повинні бути відібрані зразки для контролю хімічного складу наплавленого металу, а результати представлені у звіті про випробування, якщо хімічний склад регламентується документацією виробника.

4.6.3 Щорічні випробування і випробування для підвищення категорії.

4.6.3.1 Щорічні випробування і огляд виробника при підтвердженні ССЗМ.

Всі організації, що одержали визнання Регістра як виробника зварювальних матеріалів для електрошлакового і електрогазового зварювання, повинні піддаватися щорічним оглядам і випробуванням схваленої продукції.

Щорічні випробування повинні включати виготовлення і випробування однієї проби стикового з'єднання товщиною $20 \div 25$ мм згідно з **4.6.2**.

Обсяг випробувань повинний включати виготовлення і випробування наступних типів зразків:

1 поздовжній циліндричний зразок для випробування на розтягування;

1 поперечний плоскорозривний зразок на розтягування;

2 два поперечних зразки для випробування на бічний згин;

3 зразки для випробування на ударний згин з розташуванням надрізу по осі шва (згідно з рис. 4.6.2.3-2 а));

3 зразки для випробування на ударний згин з розташуванням надрізу по металу шва на відстані 2 мм від лінії сплавлення (згідно з рис. 4.6.2.3-2 б));

1 поперечний макрошліф (1М).

Результати всіх випробувань повинні відповідати вимогам табл. 4.4.2.2.4 для поздовжніх циліндричних зразків на розтягування і табл. 4.4.2.3.4 для інших типів зразків відповідно до категорії схвалюваних зварювальних матеріалів.

4.6.3.2 Випробування для підвищення категорії.

Випробування для підвищення категорії проводяться винятково на підставі заявки виробника і переважно повинні поєднуватися із щорічними випробуваннями.

Зазвичай при підвищенні категорії зварювальних матеріалів повинні бути виконані всі випробування проб стикових з'єднань, необхідні для схвалення електрошлакового і електрогазового зварювання згідно з **4.6.2**. При цьому результати випробувань для конкретних зварювальних матеріалів, отримані з їх застосуванням при схваленні інших методів зварювання, не приймаються до уваги.

4.7 ЗВАРЮВАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ЗВАРЮВАННЯ СТАЛЕЙ ВИСОКОЇ МІЦНОСТІ

4.7.1 Загальні положення.

4.7.1.1 Вимоги цього підрозділу доповнюють вимоги **4.3**, **4.4**, **4.5** і регламентують умови для схвалення та випробування зварювальних матеріалів, призначених для зварювання сталей високої міцності, що відповідають вимогам **3.13** частини XIII «Матеріали».

При відсутності спеціальних вимог повинні застосовуватися аналогічні вимоги з схвалення зварювальних матеріалів для зварювання суднобудівних сталей нормальної і підвищеної міцності.

4.7.1.2 Вимоги цього підрозділу застосовуються для схвалення наступних видів зварювальних матеріалів:

покритих електродів для ручного дугового зварювання (аналогічно вимогам **4.3**);

комбінації «дріт – флюс» для багатопохідної технології дугового зварювання під флюсом (аналогічно вимогам **4.4.2**);

комбінації «дріт – газ» для дугового зварювання електродом суцільного перерізу в середовищі захисних газів (включаючи зварювання електродом, що не плавиться, у середовищі інертного газу – TIG);

порошкового дроту для дугового зварювання електродом, що плавиться, у середовищі захисного газу і без нього.

4.7.1.3 Зварювальні матеріали для зварювання сталей високої міцності, що відповідають вимогам **3.13** частини XIII «Матеріали», класифікуються за категоріями залежно від мінімальної границі плинності основного і наплавленого металів, а також температури випробувань на ударний згин металу шва і наплавленого металу згідно з табл. 4.1.2.3.

Позначення категорії зварювальних матеріалів включає 2 групи індексів обов'язкової класифікації:

3, 4 і 5, що позначають температуру випробувань зразків на ударний згин для наплавленого металу і металу шва;

Y42, Y46, Y50, Y55, Y62, Y69, Y89 і Y96, що позначають вимоги до мінімальної границі плинності наплавленого металу.

Стосовно зварювальних матеріалів, призначених для зварювання сталей високої міцності, також використовуються наступні індекси додаткової класифікації, що відповідають **4.1.2.6**:

H10 і H5 - для вказівки вмісту дифузійного водню в наплавленому металі згідно з **4.2.3.4**;

S - для вказівки на схвалення зварювальних матеріалів стосовно напівавтоматичного зварювання;

M - для вказівки на схвалення зварювальних матеріалів стосовно багатопрхідної технології зварювання;

SM - для вказівки на схвалення зварювальних матеріалів стосовно напівавтоматичного зварювання і автоматичної багатопрхідної технології зварювання.

4.7.1.4 Застосування і призначення категорії зварювальних матеріалів залежно від категорії сталі, що зварюється, високої міцності повинні відповідати вимогам **2.2.5**.

4.7.2 Випробування наплавленого металу.

4.7.2.1 Залежно від виду зварювальних матеріалів і ступеня механізації технологічного процесу зварювання повинні бути виконані підготовка і зварювання в нижньому положенні проб наплавленого металу аналогічних відповідним вимогам **4.3.2.1**, **4.4.2.2.1**, **4.5.2.2.1** або **4.5.3.2.1**. Як основний метал для виготовлення проб повинна застосовуватися сталь високої міцності, сумісна за властивостями (див. **4.7.1.4**) з металом шва. Альтернативно кромки проби, що зварюються, з металу будь-якої категорії повинні бути облицьовані шляхом виконання попереднього наплавлення зварювальними матеріалами для випробувань або близькими за складом і властивостями зварювальними матеріалами.

4.7.2.2 Згідно з **4.3.2.2**, **4.4.2.2.2**, **4.5.2.2.2** або **4.5.3.2.2** від проб повинні бути відібрані зразки для контролю хімічного складу наплавленого металу за всіма легуючими елементами і домішками, якщо вони регламентуються документацією виробника на приймальний контроль продукції. Результати аналізу не повинні виходити за рамки обмежень, встановлених стандартами або документацією виробника.

4.7.2.3 Залежно від виду зварювальних матеріалів і ступеня механізації технологічного процесу зварювання від проб наплавленого металу повинні бути відібрані і виготовлені зразки для випробувань, тип і кількість яких аналогічні відповідним вимогам **4.3.2.3**, **4.4.2.2.3**, **4.5.2.2.3** або **4.5.3.2.3**.

4.7.2.4 Значення механічних властивостей повинні відповідати вимогам, установленим у табл. 4.7.2.4.

Вимоги до проведення випробувань і оцінки результатів повинні відповідати вимогам **4.2**.

4.7.3 Випробування стикового зварного з'єднання.

4.7.3.1 Залежно від виду зварювальних матеріалів і ступеня механізації технологічного процесу зварювання повинні бути виконані підготовка і зварювання проб стикових з'єднань аналогічних відповідним вимогам **4.3.3.1**, **4.3.3.2**, **4.4.2.3.1**, **4.5.2.3.1** або **4.5.3.3.1**. Як основний метал для виготовлення проб повинна застосовуватися сталь високої міцності з відповідними значеннями мінімальної границі плинності і тимчасового опору розриву та сумісна за індексами ударної в'язкості та відповідна категорії зварювального матеріалу для випробувань (див. **2.2.5**).

4.7.3.2 Залежно від виду зварювальних матеріалів і ступеня механізації технологічного процесу зварювання від проб стикових з'єднань повинні бути відібрані і виготовлені зразки для випробувань, тип і кількість яких аналогічні відповідним вимогам **4.3.3.3**, **4.4.2.3.3**, **4.5.2.3.3** або **4.5.3.3.3**. Перед виготовленням зразків для випробувань рекомендується виконувати контроль проб стикових зварних з'єднань радіографічним методом для встановлення наявності яких-небудь внутрішніх дефектів.

4.7.3.3 Значення механічних властивостей повинні відповідати вимогам табл. 4.7.3.3.

Вимоги до проведення випробувань і оцінки результатів повинні відповідати вимогам **4.2**.

4.7.3.4 У тому випадку, якщо необхідний згідно з табл. 4.7.3.3 кут загину до появи першої тріщини не досягається, зразок може вважатися таким, що витримав з позитивним результатом випробування (як такий, що задовольняє встановленим вимогам), якщо відносне подовження, виміряне на розрахунковій довжині L_0 зразка на статичний згин, задовольняє вимогам табл. 4.7.2.4 для мінімального значення відносного подовження для циліндричних зразків на розтягування. Розрахункова довжина визначається із співвідношення $L_0 = L_S + t$,

де: L_S – ширина шва, t – товщина зразка (див. рис. 4.7.3.4).

Таблиця 4.7.2.4

Категорія		Границя плинності R_{eH} , МПа, min	Тимчасовий опір R_m , МПа ^{1, 2}	Відносне подовження $\min A_5 (L_0 = 5d)$, %, min	Випробування на ударний згин	
					Температура випробувань, °C	Робота удару KV , Дж, min
3	Y42	420	530 ÷ 580	20	-20	47
4					-40	
5					-60	
3	Y46	460	570 ÷ 720	20	-20	47
4					-40	
5					-60	
3	Y50	500	610 ÷ 770	18	-20	50
4					-40	
5					-60	
3	Y55	550	670 ÷ 770	18	-20	55
4					-40	
5					-60	
3	Y62	620	720 ÷ 890	18	-20	62
4					-40	
5					-60	
3	Y69	690	770 ÷ 940	17	-20	69
4					-40	
5					-60	
3	Y89	890	940 ÷ 1100	14	-20	69
4					-40	
3	Y96	960	980 ÷ 1150	13	-20	69
4					-40	

¹ Значення тимчасового опору для наплавленого металу може бути на 10% нижче встановлених в таблиці значень за умови, що дотримується вимога табл. 4.7.3.3 для значення тимчасового опору при випробуваннях поперечних плоскорозривних зразків із проби стикового з'єднання.

² Для зварювання виробів дуже великих товщин (50мм і більше), коли зміцнювальний ефект основного металу відповідно до примітки «1» не діє, і тимчасовий опір наплавленого металу визначає тимчасовий опір звареного з'єднання, треба застосовувати зварювальні матеріали наступної категорії міцності (з більш високим значенням індексу «Y» у позначенні категорії).

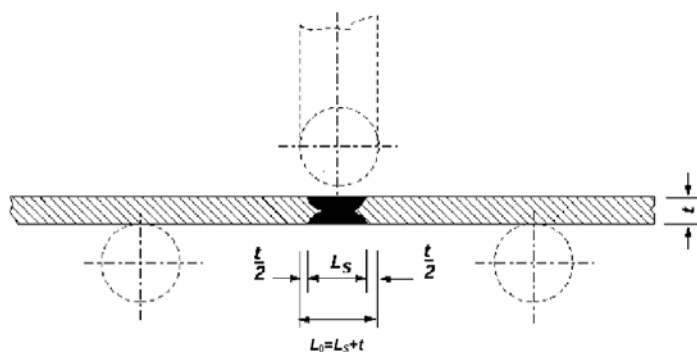


Рис. 4.7.3.4 Схема визначення розрахункової довжини L_0 для визначення величини відносного подовження при випробуваннях на статичний згин

Таблиця 4.7.3.3

Категорія		Тимчасовий опір R_m , МПа, min	Випробування на статичний згин		Випробування на ударний згин	
			Кут згину, град ²	Співвідношення D/t ¹	Температура випробувань, °C	Робота удару KV , Дж, min
3	Y42	530	120	4	-20	47
4					-40	
5					-60	
3	Y46	570		4	-20	47
4					-40	
5					-60	
3	Y50	610		4	-20	50
4					-40	
5					-60	
3	Y55	670		5	-20	55
4					-40	
5					-60	
3	Y62	720		5	-20	62
4					-40	
5					-60	
3	Y69	770		5	-20	69
4					-40	
5					-60	
3	Y89	940		6	-20	69
4					-40	
3	Y96	980		7	-20	69
4					-40	

¹ D – діаметр оправки, t – товщина зразка
² Кут загиначу, який досягається до виникнення першої тріщини. Допускаються на поверхні зразка незначні дефекти шва, що розкрилися, довжиною менше 3мм.

4.7.4 Випробування для визначення змісту дифузійного водню в наплавленому металі.

4.7.4.1 Зварювальні матеріали всіх категорій, призначені для зварювання сталей високої міцності за винятком комбінацій «дріт (суцільного перерізу) - газ», повинні піддаватися випробуванням для визначення вмісту дифузійного водню в наплавленому металі із застосуванням одного з наступних методів:

ртутно-вакуумного згідно з вимогами стандарту ДСТУ EN ISO 3690 або відповідного стандарту ISO чи EN;

вакуумного згідно з вимогами стандарту ДСТУ EN ISO 3690 або відповідного стандарту ISO чи EN (метод 2);

хроматографічного згідно з вимогами стандарту ДСТУ EN ISO 3690 або відповідного стандарту ISO чи EN (метод 1) або погодженої з Регістром методики. В останньому випадку повинні забезпечуватися порівнянні з еталонним методом за стандартом ДСТУ EN ISO 3690 або відповідним стандартом ISO чи EN швидкість охолодження і час підготовки зразків, а також обумовлена кількість дифузійного водню.**4.7.4.2** Вміст дифузійного водню в наплавленому металі, визначений згідно з 4.2.3, не повинний перевищувати обмежень, зазначених у табл. 4.7.4.2.

Таблиця 4.7.4.2

Індекси категорії за значенням границі плинності	Індекси класифікації за вмістом дифузійного водню	Максимальний вміст водню, см ³ /100г наплавленого металу
Y42 Y46 Y50	H10	10
Y55 Y62 Y69 Y89 Y96	H5	5

4.7.5 Щорічні випробування.

Всі організації, що одержали визнання Регістра як виробника зварювальних матеріалів, повинні піддаватися щорічним оглядам і випробуванням схваленої продукції. Залежно від виду зварювальних матеріалів і ступеня механізації технологічного процесу зварювання обсяг щорічних випробувань включає зварювання проб наплавленого металу і проведення випробувань, аналогічних відповідним вимогам 4.3.8.1.1, 4.4.4.1.1, 4.5.5.1.1 або 4.5.5.1.2 з урахуванням додаткових вимог 4.7.2.

Для зварювальних матеріалів, що мають в позначенні категорії індекс класифікації Y89 і Y96, в програму щорічних випробувань повинна бути включена перевірка матеріалів на вміст дифузійного водню в наплавленому металі згідно з 4.2.3.

4.8 ЗВАРЮВАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ЗВАРЮВАННЯ КОРОЗІЙНОСТІЙКОЇ (НЕРЖАВІЮЧОЇ) СТАЛІ І НАПЛАВЛЕННЯ

4.8.1 Загальні положення.

4.8.1.1 Дані вимоги поширюються на зварювальні матеріали, призначені для зварювання корозійностійкої (нержавіючої) сталі, яка відповідає вимогам 3.16 частини XIII «Матеріали», а також для наплавлення виробів суднового машинобудування.

Розділ містить положення, що стосуються схвалення та випробування зварювальних матеріалів.

При виготовленні проб і проведенні окремих видів випробувань необхідно керуватися відповідними положеннями 4.2.

4.8.1.2 Зварювальні матеріали для зварювання корозійностійких сталей підрозділяються на категорії відповідно до структури і складу сталей, які підлягають зварюванню, згідно із вимогами табл. 4.8.1.2. При цьому маєтсья на увазі, що метал шва має схожу з основним металом систему легування і забезпечує ідентичні з ним механічні властивості і корозійну стійкість.

У тому випадку, якщо зварювальні матеріали застосовуються для наплавлення або для з'єднання різнорідних сталей, наведена в табл. 4.8.1.2 класифікація зберігається, але при цьому її основою є хімічний склад і структура металу наплавлення або шва (а не з'єднаних або наплавлених деталей).

4.8.1.3 Умовне позначення категорії зварювальних матеріалів для зварювання корозійностійких сталей і наплавлення повинне додатково включати наведене у дужках позначення типового (маркового) хімічного складу наплавленого металу аналогічно вказівкам 3.16.1.1 частини XIII «Матеріали» для сталі.

Наприклад: A-6 (x5CrNiMo 19 11 3),

де A-6 – категорія зварювального матеріалу відповідно до класифікації табл.4.8.1.2;

x5 – масова частка вуглецю у відсотках, %;

Cr, Ni, Mo - позначення відповідних легуючих елементів (хром, нікель, молібден);

19, 11, 3 - масові частки, %, для відповідних порядку перерахування легуючих елементів (Cr, Ni і Mo, відповідно).

4.8.1.4 Вимоги цього розділу поширюються на наступні зварювальні матеріали і способи зварювання:

покриті (штучні) електроди для ручного дугового зварювання;

комбінації «дріт - флюс» для автоматичного та напівавтоматичного зварювання;

комбінації «стрічка - флюс» для автоматичного наплавлення;

комбінації «дріт - газ» для напівавтоматичного та автоматичного зварювання електродом, що плавиться, у середовищі активних або інертних захисних газів;

комбінації «дріт – газ» для автоматичного зварювання електродом, що не плавиться, у середовищі інертних захисних газів;

комбінації «пруток – газ» для ручного зварювання електродом, що не плавиться, у середовищі інертних захисних газів;

комбінації «дріт – газ» для автоматичного плазово-дугового зварювання у середовищі інертних захисних газів;

порошковий дріт для автоматичного та напівавтоматичного зварювання із додатковим газовим захистом або без захисту.

4.8.1.5 Вимоги до процедури схвалення зварювальних матеріалів, а також до огляду підприємств-виробників і до порядку видачі Сертифіката про схвалення зварювальних матеріалів повинні відповідати вимогам підрозд.4.1.

Таблиця 4.8.1.2

Категорії зварювальних матеріалів	Сталь, що зварюється			Область використання (марка сталі) ¹	
	Позначення типового складу	Марка		AISI/UNS	національна
		AISI/UNS	національна		
1	2	3	4	5	6
М-1	x20Cr13	410	20X13	410	20X13, 30X13
	x30Cr13	420	30X13	420	
	x7CrNiNb 16 4	—	07X16H4Б, 07X16H4	—	07X16H4Б, 07X16H4
MF-2	x15CrNi 17 2	431	14X17H2	431	14X17H2
	x10CrNi 13 1	414, 410S	08X14HДЛ, 05X12H2Т	414, 410S	08X14HДЛ, 05X12H2Т
	x10CrNi 15 4	429	08X15H4ДМЛ	429	08X15H4ДМЛ
F-3	x8CrTi 17	430 T	08X17T	430T	08X17T
AM-4	x8CrNiTi 17 6	—	08X17H6T	—	08X17H6T
A-5	x3CrNi 19 11	304L	03X18H11, 03X18H12	304L	03X18H11, 03X18H12
	x3CrNiN 19 11	304LN	-	304L, 304LN	Таж
	x8CrNiTi 18 11	321	08X18H10Т	321, 347, 304L, 304LN	Таж + 08X18H10Т, 08X18H12Б
	x8CrNiNb 18 11	347	08X18H12Б	321, 347, 304L, 304LN	Таж + 08X18H10Т, 08X18H12Б
A-6	x3CrNiMo 19 11 3	316L	03X17H14M3	304L, 316L	03X18H11, 03X18H12, 03X17H14M3
	x3CrNiMo 19 13 4	317L	—	304L, 316L, 316LN, 317L	Таж
	x3CrNiMoN 19 11 3	316LN	-	321, 347, 304LN, 304L, 316LN, 317L, 316Ti, 316Nb	Таж + 08X18H10Т, 08X18H12Б
	x3CrNiMoN 19 13 4	317LN	-	321, 347, 304LN, 304L, 316LN, 317L, 317LN, 316Ti, 316Nb	Таж + 08X18H10Т, 08X18H12Б
A-7ss	x2CrNiMoCu 21 25 5 2	N08904(904L)	—	N08904(904L)	—
	x2CrNiMoCuN 20 18 6 1	S 31254	—	S31254	-
AF-8dup	x3CrNiMoN 22 5 3	S31803	03X22H6M2, 08X22H6M2	S31803	08X22H6M2
	x3CrNiMoWCuN 25 7 3	S31260	08X21H6M2Т	S31260, S31803	08X22H6M2, 08X21H6M2Т
	x4CrNiMoCuN 26 6 4 2	S32550	—	S32550, S32760	-
	x3 CrNiMoN 26 8 5	S32750	—	S32550, S32750, S32760	—
	x3 CrNiMoWCuN 26 8 4 1 1	S32760	-	S32550, S32760	-
A-9sp (спеціальна)	x8CrNi 24 14	309	—	309, 309L, 309Mo, 309S, 309SCb:	-
	Різномірні зварні з'єднання, наприклад, D40+A-6 і т.п. Склад металу шва: x2CrNi 24 12; x10CrNi 24 12; x8CrNiMo 23 13; x10CrNiMo 24 13 2 і аналогічні			Різномірні зварні з'єднання. Проміжні (перехідні) шари для облицювання із нержавіючої сталі, включаючи проміжні проходи з'єднань плакованих сталей;	
A-10sp (спеціальна)	Різномірні зварні з'єднання, наприклад, E500+AF-8 і т.п. Склад металу шва: x9CrNiMoMnN 16 25 6 2 x9CrNiMoMnVN 16 25 6 2 1			Різномірні зварні з'єднання. Проміжні (перехідні) шари для облицювання із нержавіючої сталі, включаючи проміжні проходи з'єднань плакованих сталей. Зварювання сталей категорій М-1, MF-2, F-3, АМ-5, а також сталей обмеженої зварюваності без застосування підігріву.	
	x1CrNi 26 22, x10CrNi 26 22			Те ж + зварювання сталей типу 310, 310Mo	

¹ Область використання дійсна за умови виконання вимог до механічних властивостей наплавленого металу і зварного з'єднання згідно з табл. 4.8.4.1-1 і 4.8.4.1-2.

4.8.2 Обсяг і види випробувань зварювальних матеріалів.**4.8.2.1 Зварювальні матеріали для зварювання корозійностійких сталей.**

Як правило, зварювальні матеріали, що призначені для виконання зварних з'єднань корозійностійких сталей, повинні підлягати наступним випробуванням:

- на визначення властивостей наплавленого металу;
- на визначення властивостей стикового зварного з'єднання;
- на стійкість металу шва проти міжкристалічної корозії (МКК);
- на визначення схильності до утворення гарячих тріщин.

Для відповідних категорій зварювальних матеріалів, відповідно до області схвалення, заявленої виробником, проводяться додаткові корозійні випробування. Наприклад:

- визначення стійкості проти пітингової корозії під впливом хлоридів (морська вода);
- випробування на корозійне розтріскування під напруженням в середовищах, що містять сірководень при кімнатній і підвищеній температурах тощо.

Фактичний обсяг випробувань для різних категорій зварювальних матеріалів, призначених для зварювання корозійностійких сталей, повинний визначатися відповідно до вимог табл.4.8.2.1.

Таблиця 4.8.2.1. Обсяги та види випробувань зварювальних матеріалів для корозійно-стійких сталей

Вид проби та характеристики, що визначаються	Категорії зварювальних матеріалів									
	M-1	MF-2	F-3	AM-4	A-5	A-6	A-7	AF-8	A-9sp	A-10sp
Проба наплавленого металу:										
R_m	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
$R_{p0.2}$	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
$R_{p1.0}$	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
A_5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
KV^{+20°	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
KV нижче нуля	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
хімічний склад наплавленого металу	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Проба стикового зварного з'єднання:										
R_m^{cond} із фіксацією місця руйнування зразка	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
кут згину при випробуваннях на статичний згин	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
стійкість металу шва проти МКК	³	—	+	+	+	+	+	+	³	³
стійкість металу шва проти пітингової корозії	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—
стійкість металу шва проти корозії під напруженням у присутності сірководню	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—
вміст α -фази у металі шва	—	—	—	—	—	+	—	+	+	—
Технологічна проба для визначення схильності до утворення гарячих тріщин ¹	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Багатошарове наплавлення ² :										
вміст α -фази	—	—	—	—	—	+	—	+	+	—
контрольний хімічний аналіз	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
стійкість наплавленого металу проти МКК	³	—	+	+	+	+	+	+	³	³

¹ За погодженням із Регістром таврова проба може бути замінена на пошаровий контроль інших видів проб.

² Багатошарове наплавлення виконується за особливою вимогою Регістру, наприклад, при необхідності проведення контрольного аналізу на вміст α -фази об'ємним магнітним методом.

³ Випробування на стійкість проти МКК проводяться тільки для зварювальних матеріалів, склад яких згідно з гарантіями виробника забезпечує необхідні властивості. Наприклад: M-1 (x7CrNiNb 16 4), A-9sp (x2CrNiNb 24 12), A-10sp (x1CrNi 26 22)

4.8.2.2 Зварювальні матеріали для наплавлення корозійностійких плакувальних шарів.

Зварювальні матеріали, призначені для виконання наплавлення корозійностійких плакувальних шарів виробів суднового машинобудування повинні, зазвичай, підлягати наступним випробуванням:

- на визначення властивостей наплавленого металу;
- на визначення технологічної міцності плакувального шару при випробуванні на статичний згин;
- на стійкість металу плакувального шару проти міжкристалічної корозії;
- на визначення схильності до утворення гарячих тріщин.

Додаткові корозійні випробування плакувального шару виконуються за окремою вимогою Регістру аналогічно вказівкам 4.8.2.1.

Фактичний обсяг випробувань для різних категорій зварювальних матеріалів, призначених для наплавлення, повинний визначатися відповідно до вимог табл.4.8.2.2.

Таблиця 4.8.2.2. Обсяги та види випробувань зварювальних матеріалів для наплавлення виробів суднового машинобудування

Вид проби та характеристики, що визначаються	Категорії зварювальних матеріалів					
	A-5	A-6	A-7	AF-8	A-9sp	A-10sp
Проба наплавленого металу ¹ :						
R_m	+	+	+	+	+	+
$R_{p0.2}$	+	+	+	+	+	+
$R_{p1.0}$	+	+	–	–	–	–
A_5	+	+	+	+	+	+
KV^{+20°	+	+	+	+	+	+
хімічний склад наплавленого металу	+	+	+	+	+	+
Проба-імітатор плакувального наплавлення:						
випробування на статичний згин	+	+	+	+	+ ²	+ ²
вміст α -фази	+	+	–	+	+	–
контрольний хімічний аналіз	+	+	+	+	–	–
стійкість наплавленого металу проти МКК	+	+	+	+	+ ³	+ ³
стійкість металу шва проти пітингової корозії	–	–	+	+	–	–
стійкість металу шва проти корозії під напруженням у присутності сірководню	–	–	+	+	–	–
пошаровий контроль на предмет виявлення гарячих тріщин	+	+	+	+	+	+
¹ Для комбінації «стрічка – флюс» зразки для визначення вищенаведених характеристик повинні відбиратися із металу багатшарового наплавлення. ² Випробування проводяться в комбінації з іншими зварювальними матеріалами, що утворюють плакувальний шар. ³ Випробування на стійкість проти МКК обов'язкове, якщо заявлена виробником область схвалення включає виконання як перехідного, так і основного шарів плакувального наплавлення корозійностійкими матеріалами типу A-9sp (x2CrNiNb 24 12), A-10sp (x1CrNi 26 22).						

4.8.3 Вимоги до виготовлення проб.

4.8.3.1 Загальні вказівки.

Типи проб і вимоги до їх виготовлення, що відповідають вказівкам 4.2, залишаються дійсними для зварювальних матеріалів, призначених для зварювання корозійностійких сталей та наплавлення.

При цьому повинні враховуватися наступні специфічні особливості застосування високолегованих зварювальних матеріалів:

імовірність погіршення стійкості проти міжкристалічної корозії у зоні термічного впливу основного металу, особливо при зварюванні на великих погонних енергіях;

більш висока схильність високолегованого металу шва до утворення гарячих тріщин порівняно з низьколегованими зварювальними матеріалами;

більш висока, порівняно з низьколегованими зварювальними матеріалами, ступінь «усадки» металу шва і, відповідно, більші кутові і лінійні деформації при зварюванні;

підвищена плинність розплавленого металу, що вимагає обмеження обсягу зварювальної ванни і застосування менших, порівняно із низьколегованими матеріалами, діаметрів зварювального дроту при зварюванні в ідентичних умовах;

підвищений питомий опір і менші значення коефіцієнта теплопровідності високолегованих зварювальних матеріалів, які вимагають обмеження питомого токового навантаження.

4.8.3.2 Випробування наплавленого металу.

Для випробувань наплавленого металу повинні бути підготовлені і зварені у нижньому положенні:

одна проба, яка відповідає рис. 4.3.2.1 для ручного і напівавтоматичного зварювання;

одна проба, яка відповідає рис. 4.4.2.2.1 для автоматичного зварювання.

Як основний метал для виготовлення проб повинна застосовуватися сталь, яка відповідає категорії зварювального матеріалу відповідно до вказівок табл. 4.8.1.2. Як альтернатива для виготовлення проб може застосовуватися суднобудівна сталь нормальної або підвищеної міцності будь-якої категорії із попереднім облицюванням кромок зразків, що зварюються, наплавленням зварювальними матеріалами, які підлягають атестації, або аналогічній категорії. Наплавлення відповідно до вказівок рис. 4.8.3.2 повинно виконуватися у три шари: перший шар виконується

зварювальними матеріалами для наплавлення перехідних шарів категорій А-9sp або А-10sp, а два плакувальні шари – методом зварювання і зварювальними матеріалами, що підлягають атестації.

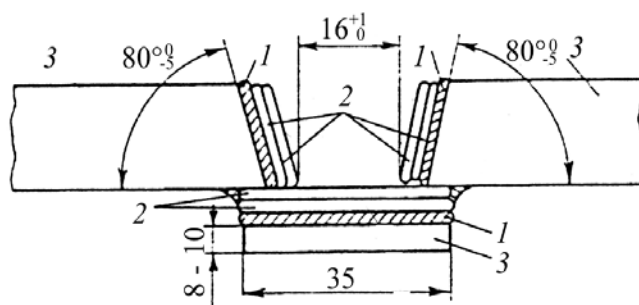


Рис. 4.8.3.2. Схема підготовки кромки наплавленням для проби наплавленого металу:

- 1 - перехідний шар/підшар (зварювальні матеріали категорій А-9sp або А-10sp);
2 - основний плакувальний шар (зварювальні матеріали, що підлягають атестації);
3 – основний метал (сталь нормальної або підвищеної міцності)

При цьому замість наплавлення під шаром флюсу (комбінація «дріт – флюс») допускається для виконання плакувального шару застосовувати комбінацію «дріт – газ» або покриті (штучні) електроди аналогічної категорії і близького хімічного складу.

Після наплавлення кромки, що підлягають зварюванню, рекомендується виконати зачищення абразивним інструментом або механічну обробку наплавлених кромки і підкладної планки з метою відновлення геометричних параметрів форми підготовки кромки.

Для зварювання проби наплавленого металу залежно від застосовуваного способу і процесу зварювання рекомендується використовувати зварювальний дріт (присадні прутки) діаметрами, які відповідають вказівкам табл. 4.8.3.2. Режим зварювання повинні відповідати рекомендаціям виробника зварювальних матеріалів і технічної документації на зварювання конструкцій, схвалених Регістром.

Таблиця 4.8.3.2

Процес зварювання	Спосіб зварювання (ДСТУ ISO 4063 або ISO 4063)	Діаметр зварювального дроту (прутка), мм	
		для облицювання кромки	для заповнення розкриття
Ручна	111	2,5 – 3,0	3,0 – 4,0
Автоматична	12	2,0	2,5 – 3,2
Автоматична і напівавтоматична	131	1,0 – 1,2	1,4 – 1,6
	135	1,0 – 1,2	1,4 – 1,6
Ручна	141	2,0 – 2,4	2,5 – 3,2
Автоматична	141	1,0 – 1,6	1,2 – 1,6
Автоматична і напівавтоматична	114	0,9 – 1,4	1,2 – 1,6
	136	0,9 – 1,2	1,2 – 1,6
	137	0,9 – 1,2	1,2 – 1,6
Ручна	15	2,0 – 2,4	2,0 – 3,0
Автоматична	15	1,0 – 1,2	1,2 – 1,6

Термообробка після виконання зварювання проб наплавленого металу, як правило, не застосовується. Виключення складають зварювальні матеріали, застосовувані для наплавлення виробів суднового машинобудування. У цьому випадку проби після зварювання підлягають імітації одноразового відпуску зварного з'єднання за режимом 630 - 650°C із витримкою близько 40хв та з наступним охолодженням на повітрі. Температура печі перед завантаженням зразків - не більше 350°C.

4.8.3.3 Випробування зварного стикового з'єднання.

Для визначення властивостей зварного з'єднання повинні бути виконані проби, розміри і кількість яких відповідають вказівкам підрозд. 4.2 для відповідних зварювальних матеріалів і процесів зварювання. При цьому допускається зменшувати кількість проб у наступних межах:

до однієї для зварювальних матеріалів, що призначені тільки для зварювання у нижньому положенні;

до двох для комбінацій «дріт – газ» (способами зварювання 131, 135, 141 і 15 згідно з ДСТУ ISO 4063 або ISO 4063). При цьому визначення властивостей зварного стикового з'єднання повинне виконуватися стосовно нижнього і вертикального (знизу вгору) положень зварювання.

Для зварювання проб зварних з'єднань рекомендується застосовувати зварювальний дріт діаметрів, які відповідають рекомендаціям табл. 4.8.3.2:

для виконання кореневого проходу аналогічно вказівкам для облицювання кромки проби наплавленого металу;

для заповнення розкриття кромки аналогічно відповідним вказівкам для проби наплавленого металу.

Проби стикових з'єднань повинні виготовлятися зі сталі тієї категорії, для якої призначений зварювальний матеріал. При виборі основного металу для проби стикового з'єднання повинна бути врахована необхідність забезпечення згідно з вимогами табл. 4.8.4.1-2 рівня властивостей зварного з'єднання для тієї категорії, на яку атестується зварювальний матеріал.

Для зварювальних матеріалів категорій A-9sp і A-10sp, призначених для різномірних з'єднань і наплавлення проміжних шарів, допускається зварювання проби стикового з'єднання у двох варіантах:

одна частина проби виготовляється із корозійностійкої сталі категорій A-5 або A-6, а інша - зі сталі підвищеної або високої міцності із тимчасовим опором розриву на рівні не нижче вимог до наплавленого металу;

обидві частини проби виготовляють зі сталі підвищеної або високої міцності із відповідним зварювальному матеріалу, який атестується, рівнем міцності.

4.8.3.4 Випробування на стійкість проти утворення гарячих тріщин.

Зварювальні матеріали для зварювання корозійностійких сталей повинні бути випробувані на стійкість проти утворення гарячих тріщин, що оцінюється за результатами випробувань проб таврових з'єднань. Для ручного і напівавтоматичного зварювання для кожного зварювального матеріалу, що підлягає схваленню, повинно бути виконане зварювання трьох проб з розмірами відповідно до рис. 4.2.4.1, а для автоматичного зварювання - однієї проби відповідно до рис. 4.2.5 з довжиною $L \geq 500$ мм.

Основний метал для виготовлення проб і вибір діаметрів зварювального дроту/прутків повинні відповідати вказівкам **4.8.3.3**.

Для зварювальних матеріалів, призначених винятково для наплавлення, виготовлення проб таврових з'єднань може не виконуватися. У цьому випадку стійкість проти утворення гарячих тріщин оцінюється методом пошарового контролю проб наплавленого металу, а також у процесі випробувань зразків із плакувальним наплавленням на боковий згин.

4.8.3.5 Випробування на статичний згин плакованих наплавленням шарів.

4.8.3.5.1 Випробування на згин плакованих наплавленням шарів виконується з метою оцінки пластичних властивостей плакуючого шару, поверхні зчеплення, а також зони термічного впливу.

Розрізняють наступні різновиди проведення даного виду випробувань:

згин із розтягуванням плакувального шару (навантаження, прикладене перпендикулярно до поверхні зчеплення) і орієнтацією деформації перпендикулярно до напрямку зварювання при наплавленні;

згин із розтягуванням плакувального шару (навантаження прикладене паралельно поверхні зчеплення) і орієнтацією деформації вздовж напрямку зварювання при наплавленні;

випробування зразків бічним згином (навантаження прикладене паралельно поверхні зчеплення). При цьому згинаюче навантаження може збігатися із напрямком зварювання або бути перпендикулярним до нього.

Випробування плакованих наплавленням шарів повинні виконуватися методом бокового згину зразків із прикладанням навантаження перпендикулярно до напрямку зварювання.

Інші різновиди випробувань на статичний згин можуть застосовуватися на вимогу Регістру при одержанні неоднозначних результатів основних випробувань.

Примітка. Випробування боковим згином із прикладанням навантаження паралельно напрямку зварювання, як правило, повинні виконуватися при схваленні технологічних процесів наплавлення, як найбільш об'єктивний метод оцінки наявності внутрішніх дефектів (несплавлення, тріщини тощо), обумовлених безпосередньо технологічними факторами.

4.8.3.5.2 Для проведення випробувань на статичний згин плакованих наплавленням шарів повинна бути виготовлена проба-імітатор плакувального наплавлення відповідно до вказівок рис. 4.8.3.5.2. Плакувальне наплавлення повинно наноситися на суднобудівну сталь підвищеної або

високої міцності будь-якої категорії, що забезпечує проведення випробувань на оправці необхідного діаметра (див. рис. 4.8.4.2).

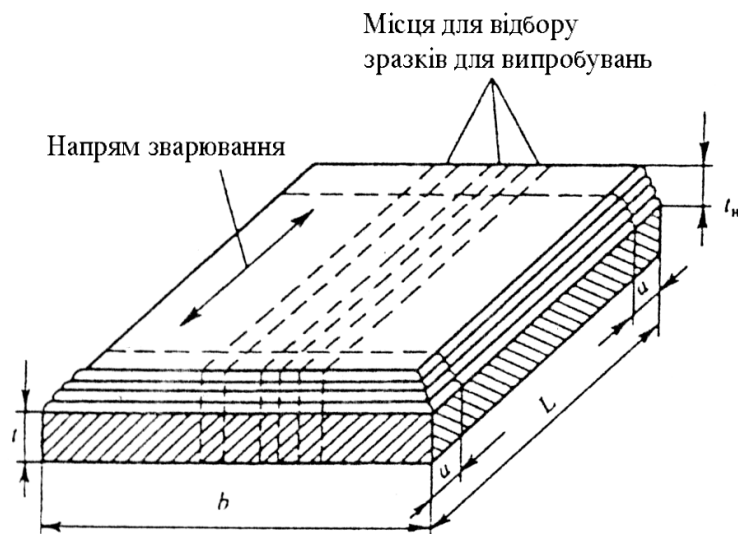


Рис. 4.8.3.5.2. Проба-імітатор плакувального наплавлення:

t - товщина основного металу; t_n - товщина плакувального шару після механічної обробки;
 b - ширина проби; L - довжина проби; a - відходи;

Примітка. Вимоги до розмірів, мм:

а) при ручному і напівавтоматичному способах наплавлення:

$t = 14 - 16$, $6 \leq t_n \leq 10$, $b \geq 60$, $L \geq 200$, $a \approx 25$;

б) при напавленні автоматичним зварюванням під шаром флюсу дрововим електродом:

$t = 16 - 20$, $6 \leq t_n \leq 10$, $b \geq 100$, $L \geq 480$, $a \approx 50$;

в) при напавленні автоматичним зварюванням під флюсом стрічковим електродом:

$t = 16 - 20$, $6 \leq t_n \leq 10$, $b \geq 120$, $L \geq 480$, $a \approx 50$.

Напавлення повинне виконуватися із дотриманням нижченаведених вимог і рекомендацій.

Перший шар (підшар) повинний виконуватися зварювальними матеріалами групи А-9sp. Товщина першого шару повинна знаходитися у межах 3-4 мм. Корозійностійке напавлення повинне виконуватися зварювальними матеріалами, які схвалюються, у 2-3 шари і передбачати взаємне перекриття валиків. Схема накладення валиків напавлення повинна забезпечувати мінімальні деформації основної пластини. Сумарна товщина плакувального шару після механічної обробки не повинна перевищувати 10мм.

Схема вирізання зразків на статичний згин із проби-імітатора напавлення показана на рис. 4.8.3.5.2.

У тому випадку, якщо відповідно до області схвалення зварювальних матеріалів допускається термообробка напавлених деталей, проба-імітатор до виготовлення зразків підлягає одноразовому відпуску за режимом 630–650 °С з витримкою протягом близько 40хв та із наступним охолодженням на повітрі. Щоб уникнути жолоблення пластини, температура печі при завантаженні повинна бути не більше 350°С. При цьому, залежно від заявленої виробником області схвалення, можливі наступні варіанти проведення термообробки:

після виконання напавлення проміжного шару;

після виконання напавлення проміжного і всіх плакувальних шарів;

дворазова термообробка як після напавлення підшару, так і після напавлення всіх корозійностійких плакувальних шарів.

4.8.3.6 Проби для виготовлення зразків для випробувань на стійкість проти міжкристалічної корозії.

Стійкість проти МКК при випробуваннях зварювальних матеріалів може бути оцінена шляхом випробувань зразків металу шва або напавленого металу. При цьому для зварювальних матеріалів, застосовуваних винятково для напавлення (наприклад, для комбінації «стрічка – флюс»), випробування можуть проводитися тільки для напавленого металу. У інших випадках, якщо із Регістром не погоджене інше, як основний метод випробувань на стійкість проти МКК необхідно

застосовувати метод, що передбачає випробування металу зварного шва відповідно до вказівок **4.8.3.6.1**.

4.8.3.6.1 Проба стикового з'єднання для випробувань на стійкість проти МКК металу шва.

Для випробувань на стійкість проти МКК металу зварного шва повинно бути виконане зварювання проб із розмірами, що відповідають рис. 4.8.3.6.1.

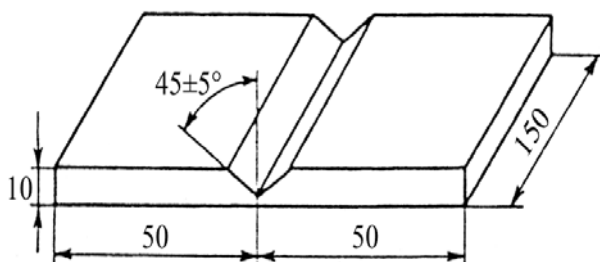


Рис.4.8.3.6.1.

Проба зварного з'єднання для добору зразків для випробувань на стійкість проти МКК (розміри в мм, якщо не зазначене інше)

Для автоматичного і напівавтоматичного зварювання початок і кінець шва слід виконувати на вивідних планках, розміри яких забезпечують стійке протікання процесу зварювання і відсутність недопустимих дефектів на контрольній довжині проби (але не менше 100x100x10мм).

При цьому на вивідних планках слід передбачити оброблення кромки на глибину не менше 6мм і з кутом розкриття оброблення аналогічно пробі (90°).

Як основний метал повинна застосовуватися корозійностійка сталь, яка відповідає за категорією і хімічним складом присадному матеріалу, що підлягає схваленню. При цьому повинні дотримуватися наступні обмеження:

корозійностійка сталь повинна мати стійкість проти МКК, у тому числі після провокуючого нагрівання;

основний метал повинний гарантувати проведення випробувань на згин із позитивним результатом на оправці необхідного діаметра;

характеристики механічних властивостей основного металу повинні забезпечувати рівномірний розподіл пластичної залишкової деформації у шві та біляшовній зоні при випробуваннях зразків на статичний згин.

Для повного задоволення зазначених вище вимог до основного металу допускається використовувати пластини з корозійностійких сталей, які відрізняються за категорією від присадного металу, за умови виконання попереднього наплавлення кромки пластин контрольованими (або аналогічними за хімічним складом) присадними матеріалами.

Термообробка проб після зварювання може виконуватися за окремою вимогою Регістру, якщо це вимагається відповідно до заявленої виробником матеріалів областю схвалення.

4.8.3.6.2 Проба для випробувань наплавленого металу на стійкість проти МКК.

Контроль на стійкість проти МКК наплавленого металу плакувального шару повинний виконуватися на контрольних пробах, які виконуються зварювальними матеріалами, що атестуються. Загальні вимоги до зварювання проб аналогічні вказівкам **4.8.3.2** і **4.8.3.5**. Виготовлення проб проводиться шляхом наплавлення у нижньому положенні на плиту товщиною не менше 20мм із сталі будь-якої категорії/марки. Розміри контрольних проб повинні забезпечувати стабільність режиму наплавлення, а також можливість виготовлення чотирьох зразків для випробувань на стійкість проти МКК і можливого повторного випробування подвоєної кількості зразків.

Необхідність проведення термічної обробки проб до проведення випробувань на МКК обумовлена заявленою виробником областю схвалення аналогічно вимогам **4.8.3.5.2**. Режим і кількість термічних обробок проб для випробувань наплавленого металу на стійкість проти МКК підлягають додатковому погодженню із Регістром. Як правило, якщо виробником зварювальних матеріалів або документацією на їх застосування допускається виконання термічної обробки після наплавлення основного шару, контрольна проба або заготовки зразків (до чистової механічної обробки) повинні бути піддані дворазовому відпуску за режимом 630–650°C із витримкою 40хв та з наступним охолодженням на повітрі.

Схема вирізки зразків на МКК і розміри наплавлення повинні відповідати вказівкам рис. 4.8.3.6.2.

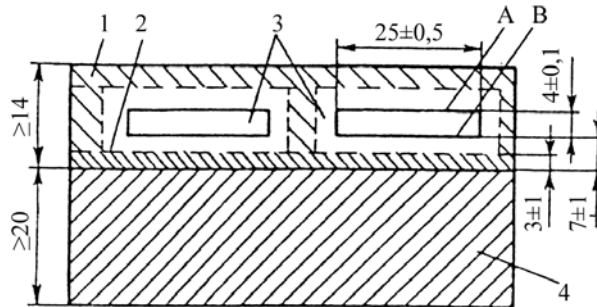


Рис. 4.8.3.6.2 Схема вирізки зразків при випробуваннях наплавленого металу на стійкість проти МКК:
1 - наплавлений метал основного шару; 2 - метал наплавлення підшару; 3 - заготовки для виготовлення зразків; 4 - основний метал (пластина); А і В - поверхні зразка (розміри в мм)

4.8.4 Методи проведення випробувань і оцінка їх результатів.

4.8.4.1 Визначення механічних властивостей наплавленого металу і зварного з'єднання.

Із проби наплавленого металу повинні бути виготовлені і випробувані подовжні циліндричні пропорційні зразки згідно з рис. 2.2.2.3(а) частини XIII «Матеріали» з розмірами:

$$d_0 = 10\text{мм}, L_0 = 50\text{мм}, L_c = 60\text{мм} \text{ і } r \geq 5\text{мм}.$$

Поздовжня вісь зразка повинна збігатися із центром зварного шва і серединою товщини металу наплавлення. Кількість зразків - 1 зразок (у випадку випробувань зразків із діаметром робочої частини 6мм випробуванням піддаються по 3 зразки від кожної проби).

Визначення роботи удару наплавленого металу повинне виконуватися на зразках із V-подібним надрізом, що відповідають вимогам 2.2.3 частини XIII «Матеріали». Схема вирізання зразків - див. рис. 4.2.3.2.2-1. Кількість зразків - 3 шт. від кожної проби.

Із проби стикового зварного з'єднання повинні бути виготовлені і випробувані:

два поперечних плоскорозривних зразки із розмірами згідно з рис. 4.2.2.1;

два поперечних зразки на статичний згин, що відповідають рис. 2.2.5.1 частини XIII «Матеріали» і вказівкам 4.2.2.2.2 (розміри зразків: $a_0 = t$ - товщина металу проби, $b_0 = 30\text{мм}$);

три зразки Шарпі для випробувань на ударний згин.

Схема вирізання зразків повинна відповідати рис. 4.2.3.2-1, а їх тип - вимогам 2.2.3 частини XIII «Матеріали».

Для різнорідних зварних з'єднань, виконаних зварювальними матеріалами категорій А-9sp або А-10sp, замість поперечних зразків при випробуваннях на статичний згин потрібно застосовувати поздовжні, які відповідають рис. 4.8.4.1. Довжина проби при цьому повинна забезпечувати можливість їх виготовлення.

Загальні вимоги до порядку проведення випробувань і оцінка їх результатів викладені у 4.2.3, а критерії оцінки результатів випробувань наведені у табл. 4.8.4.1-1 і 4.8.4.1-2.

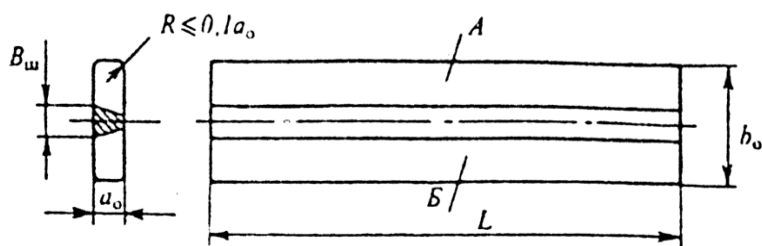


Рис.4.8.4.1. Зразок із поздовжнім швом для випробувань на статичний згин металу різнорідного зварного з'єднання:

А - частина проби із корозійностійкої сталі;

Б - частина проби із суднобудівної сталі підвищеної або високої міцності;

$a_0 = t$ - товщина основного металу; $b_0 = 30\text{мм}$, але не менше ніж $(B_{\text{ш}} + 24)\text{мм}$;

$L \geq D_{\text{опр}} + 9a_0 \approx 12a_0$, де $D_{\text{опр}}$ - діаметр оправки при випробуваннях на згин.

Таблиця 4.8.4.1-1 Вимоги до механічних властивостей наплавленого металу

Категорії зварювальних матеріалів	Позначення типового хімічного складу металу шва, що відповідає основному металу	Випробування на статичне розтягування				Випробування на ударний згин		Область схвалення (марка сталі)	
		$R_{p0.2}$, МПа	$R_{p1.0}$, МПа	R_m , МПа	A_5 , %	Температура, °C	KV, Дж, min	AISI/UNS	національна
		min							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
M-1	x20 Cr13, x30Cr13	410	–	650	16	+20	60	410, 420	20X13, 30X13
	x7CrNiNb 16 4	735	–	850	13	+20	60	–	07X16H4Б, 07X16H4
MF-2	x10CrNi 13 1	460	–	590	16	–10	20	414, 410S	08X14HДЛ, 05X12H2Т
	x10CrNi 15 4	550	–	750	12	–10	30	429	08X15H4ДМЛ
	x15CrNi 17 2	540	–	690	16	+20	60	431	14X17H2
F-3	x8CrTi 17	360	–	480	16	+ 20	60	430Т	08X17Т
AM-4	x8CrNiTi 17 6	630	–	730	12	+ 20	60	–	08X17H6Т
A-5	x3CrNi 19 10, x3CrNi 19 11	270	310	500	25	- 20 –196 ¹	29 29	304L	03X18H11, 03X18H12
	x3CrNiN 19 10, x3CrNiN 19 11	305	345	530	22			304LN, 304L	Таж
	x8CrNiNb 18 11, x8CrNiTi 18 11	290	330	550	22			321, 347, 304LN,304L	Таж +08X18H10Т , 08X18H12Б
A-6	x3 CrNiMo 19 11 3	270	310	500	22	-20 –196 ¹	29 29	304L, 316L	03X18H11, 03X18H12, 03X17H14M3
	x3CrNiMo 19 13 4 , x3CrNiMoN 19 11 3	305	345	530	22			304LN, 304L, 316LN, 317L	Таж
	x3CrNiMoN 19 13 4 , x8CrNiMoNb 19 11 3, x8CrNiMoTi 19 11 3,	340	380	570	22			321, 347, 304LN, 304L, 317LN, 316LN, 317L, 316Ti, 316Nb	Таж + 08X18H10Т, 08X18H12Б
A-7ss	x2CrNiMoCu 21 25 5 2	270	310	500	22	-20	29	N08904 (904L)	–
	x2CrNiMoCu N 20 18 6 1	370	410	650	22	-60 ²		S31254	–
AF-8dup	x3CrNiMoN 22 5 3	450	490	620	25	–20 ³	40	S31803	03X22H6M2
	x3CrNiMoWCuN 25 7 3	485	525	690	20			S31260, S31803	08X22H6M2
	x4CrNiMoCuN 26 6 4 2; x3CrNiMoN 26 8 5; x3CrNiMoWCuN 26 8 4 1 1	550	590	780	20			S32550, S32750	, 08X21H6M2Т -
A-9sp (спеціальна)	x2CrNi 24 12, x10CrNi 24 12, x8CrNiMo 23 13, x10CrNiMo 24 13 2 та аналогічні	350	420	520	22	-20	29	Для зварювання: різномірних зварних з'єднань, проміжних (перехідних) шарів для облицювання із нержавіючої сталі, включаючи проміжні проходи з'єднань плакованих сталей. Зварювання сталей марок 309, 309L, 309S, 309Mo, 309SCb	

Закінчення таблиці 4.8.4.1-1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A-10sp (спеціальна)	x8CrNiMoN 16 25 6 x8CrNiMoVN 16 25 6 1	390 490	— —	610 680	26 26	+20 +20	80 80	Для зварювання: різномірних зварних з'єднань, проміжних (перехідних) шарів для облицювання із нержавіючої сталі, включаючи проміжні проходи з'єднань плакованих сталей. Зварювання сталей категорій M-1, MF-2, F-3, AM-5, а також сталей обмеженої зварюваності без застосування підігріву.	
	xlCrNi 26 22 , x10CrNi 26 22	390	—	550	26	-20	29	Гаж + зварювання сталей типу 310, 310Mo	

¹ Випробування при температурі -196°C виконуються за спеціальною вимогою Регістру на основі заявки виробника з метою зазначення у ССЗМ розширеної області схвалення.

² Випробування при температурі -60°C виконуються за спеціальною вимогою Регістру на основі заявки виробника з метою зазначення у ССЗМ розширеної області схвалення.

³ Випробування при більш низьких температурах можуть виконуватися згідно з заявкою виробника з метою зазначення у ССЗМ розширеної області схвалення.

Таблиця 4.8.4.1-2. Вимоги до механічних властивостей металу стикового зварного з'єднання

Категорії зварювальних матеріалів	Сталь, що зварюється (основний метал)			Статичне розтягування (поперечні зразки) R_m , МПа, min	Ударний згин		Статичний згин		
	Позначення	Марка			Температура, °C	KV , Дж, min	Тип зразка	Діаметр оправки	Кут згину, град, min
		AISI/UNS	Національна						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
M-1	x20Cr13, x30Cr13	410, 420	20X13, 30X13	650	+20	60	Поперечний	5t	120
	x7CrNiNb 16 4	–	07X16H4Б, 07X16H4	850	+20	60	Поперечний	5t	120
MF-2	x10CrNi 13 1	414, 410S	08X14HДЛ, 05X12H2Т	590	–10	20	Поперечний	6t	120
	xl0CrNi 15 4	429	08X15H4ДМЛ	750	–10	30	Поперечний	5t	120
	xl5CrNi 17 2	431	14X17H2	690	+20	60	Поперечний	5t	120
F-3	x8CrTi 17	430T	08X17T	480	+20	60	Поперечний	5t	120
AM-4	x8CrNiTi 17 6	–	08X17H6T	730	+20	60	Поперечний	5t	120
A-5	x3CrNi 19 11	304L	03X18H11, 03X18H12	500	–20 -196 ²⁾	27	Поперечний	3t	120
	x3CrNiN 19 11	304LN	-	530					
	x8CrNiTi 18 11	321	08X18H10T	550					
	x8CrNi Nb 18 11	347	08X18H12Б	550					
A-6	x3CrNiMo 19 11 3	316L	03X17H14M	500	–20 -196 ²⁾	27	Поперечний	3t	120
	x3CrNiMo 19 13 4	317L	-	530					
	x3CrNiMoN 19 11 3	316LN	-	530					
	x3CrNiMoN 19 13 4	317LN	-	570					
A-7ss	x2CrNiMoCu 21 25 5 2	N08904 (904L)	-	500	-20 ³⁾	27	Поперечний	3t	120
	x2CrNiMoCu 20 18 6 1	S31254	-	650					
AF-8dup	x3CrNiMoN 22 5 3	S31803	03X22H6M2, 08X22H6M2	620	-20 -60 ³⁾	40	Поперечний	3t	120
	x3CrNiMoWCuN 25 7 3	S31260	08X21H6M2T	690				4t	
	x4CrNiMoCuN 26 6 4 2	S32550	-	760				6t	
	x3CrNiMoN 26 8 5	S32750	-	800				6t	
	x3CrNiMoWCuN 26 8 4 1 1	S32760	-	750				6t	

Закінчення таблиці 4.8.4.1-2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A-9sp	x8CrNi 24 14	309	-	515	-20	27	Поперечний	3t	120
	Різномірні, наприклад, D40+A-6 і т.д.			Не менше			Поздовжній		
A-10sp	Різномірні, наприклад, D40+A-6 і т.д.			R_m основного металу	4)	4)	Поздовжній	3t	120

¹⁾ t – товщина.

²⁾ Випробування при температурі -196°C виконуються за спеціальною вимогою Регістру на основі заявки виробника з метою зазначення у ССЗМ розширеної області схвалення.

³⁾ Випробування при більш низьких температурах можуть виконуватися згідно з заявкою виробника з метою зазначення у ССЗМ розширеної області схвалення.

⁴⁾ Температура і критерії оцінки результатів випробувань повинні відповідати мінімальним вимогам до зварювальних матеріалів, які призначені для основного металу.

4.8.4.2 Випробування на статичний згин зразків із плакувальним наплавленням.

Випробування на статичний згин повинні піддаватися три зразки із плакувальним наплавленням, схема навантаження яких передбачає прикладання навантаження паралельно поверхні зчеплення (боковий згин) і перпендикулярно до напрямку зварювання при наплавленні.

Розміри зразків із плакувальним наплавленням і параметри випробувань повинні відповідати наведеним на рис. 4.8.4.2.

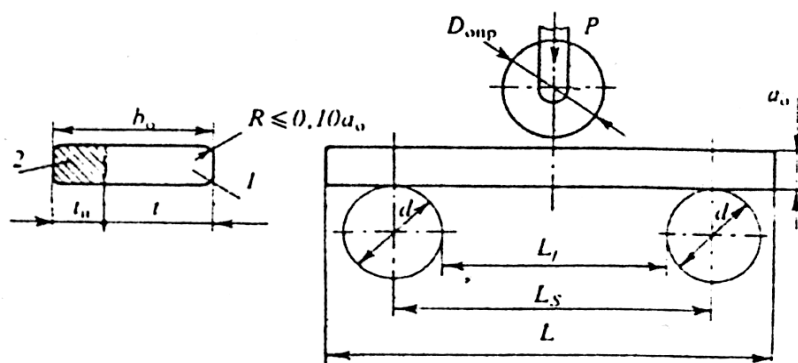


Рис. 4.8.4.2 Зразок з плакувальним наплавленням для випробувань на боковий згин:

1 - основний метал; 2 - плакувальне наплавлення; $a_0 = 10^{+0,1}$ мм - товщина зразка, $b_0 = t + t_n \leq 35$ мм - ширина зразка (де t - товщина основного металу; $6 \leq t_n \leq 10$ - товщина плакувального наплавлення);

$D_{\text{опр}} = 3a_0 = 30$ мм - діаметр оправки для згину; $d = 30$ мм - діаметр опорних роликів,

$L_1 = D_{\text{опр}} + 3a_0 = 60$ мм - вільний прохід між роликами; $L \geq 160$ мм - довжина зразка; $R \leq 0,1a_0$ - допустимий радіус округлення вільних кромek зразка; P – створене навантаження

Добір зразків для випробувань рекомендується виконувати механічним різанням. При застосуванні плазмового різання для відбору зразків припуск на механічну обробку повинний бути таким, щоб на зразку повністю була відсутня зона термічного впливу.

Методика випробувань повинна передбачати їх проведення у два етапи:

статичний згин до кута приблизно 90° з фіксацією отриманого проміжного результату (без зняття зразка);

продовження випробувань до остаточного кута згину не менше ніж 120°, зняття зразків і фіксація отриманого результату.

У випадку, якщо до одержання необхідного кута згину в зоні випробувань утвориться недопустима тріщина, випробування необхідно припинити. Недопустимими у даному виді випробувань вважаються:

поперечні тріщини довжиною 3 мм і більше;

поздовжні несучільності, що розкрилися при згині зразка, довжиною 20% і більше від ширини зразка.

4.8.4.3 Випробування для визначення стійкості проти міжкристалічної корозії (МКК).

4.8.4.3.1 Випробування для визначення стійкості проти міжкристалічної корозії металу шва і наплавленого металу повинні проводитися відповідно до вимог національних або міжнародних

стандартів, що передбачають витримку зразків у киплячому водному розчині сірчаної кислоти у присутності металевої міді із наступним згином зразків на кут 90° з метою виявлення ознак міжкристалічної корозії (метод Штрауса). При первісному схваленні зварювальних матеріалів необхідно використовувати різновид методу, який передбачає тривалість витримки зразків у киплячому розчині не менше 24 год, а при повторних випробуваннях допускається використовувати прискорену методику проведення випробувань із витримкою зразків у киплячому розчині від 8 до 15 год.

4.8.4.3.2 Якщо з Регістром не погоджене інше, розміри зразків для випробувань на МКК (див. рис. 4.8.4.3.2) і діаметри оправок для виконання згину повинні відповідати вказівкам табл. 4.8.4.3.2-1 і 4.8.4.3.2-2.

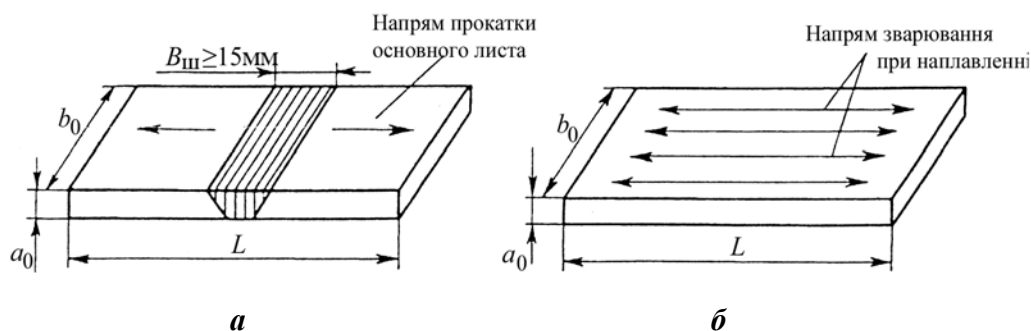


Рис. 4.8.4.3.2 Зразки для випробувань на стійкість проти міжкристалічної корозії:
а - металу шва у складі зварного з'єднання; б - наплавленого металу плакувального шару

Таблиця 4.8.4.3.2-1 Розміри зразків і діаметри заокруглення оправок при випробуваннях на МКК металу шва

Категорії зварювальних матеріалів	Товщина зразка a_0 , мм	Ширина зразка b_0 , мм	Довжина зразка L , мм	Діаметр оправки, мм
A-5, A-6, A-7, A-9sp	$6 \pm 0,1$	$20 \pm 0,5$	≥ 100	20
AF-8	$5 \pm 0,1$	$20 \pm 0,5$	≥ 100	20
F-3	$5 \pm 0,1$	$20 \pm 0,5$	≥ 100	30
AM-4, MF-2, M-1	$3 \pm 0,1$	$20 \pm 0,5$	≥ 80	20

Таблиця 4.8.4.3.2-2 Розміри зразків і діаметри заокруглення оправок при випробуваннях на МКК наплавленого металу

Категорії зварювальних матеріалів	Товщина зразка a_0 , мм	Ширина зразка b_0 , мм	Довжина зразка L , мм	Діаметр оправки, мм
A-5, A-6, A-9sp	$4 \pm 0,1$	$20 \pm 0,5$	≥ 100	20
AF-8	$4 \pm 0,1$	$20 \pm 0,5$	≥ 100	20

Стійкість проти МКК металу зварного шва оцінюється за результатами випробувань трьох зразків із розтягуванням верхньої частини шва, що відповідає випробуванням початкової поверхні пластини основного металу (яка не піддавалася механічній обробці для зменшення товщини зразка). При цьому площа прикладання згинаючого навантаження (вісь оправки) повинна збігатися із осью оковки лінією шва.

Примітка. Згин із прикладанням навантаження у зоні термічного впливу застосовується при контролі корозійностійких сталей і при схваленні технологічних процесів зварювання.

Стійкість проти МКК металу плакувального шару, оцінюється за результатами випробувань чотирьох зразків, схема добору яких відповідає вказівкам рис. 4.8.3.6.2, із яких:

два зразки контролюються із розтягуванням верхньої поверхні зразка наплавлення А;

два зразки контролюються з розтягуванням нижньої поверхні зразка наплавлення В.

4.8.4.3.3 Огляд вигнутих зразків повинний проводитися за допомогою лупи із 8–12-кратним збільшенням. Відсутність тріщин на зразку, за винятком поздовжніх тріщин і тріщин безпосередньо на кромках, свідчить про стійкість проти МКК.

У сумнівних випадках стійкість проти МКК додатково оцінюється металографічним методом. Для цього із не вигнутої ділянки зразка, що пройшов корозійні випробування, вирізають пластину для виготовлення шліфа так, щоб площа різі проходила перпендикулярно до зварного шва і містила метал шва і зону термічного впливу. Наявність і глибину міжкристалічної корозії встановлюють на протравлених шліфах при збільшенні 200X. Максимальна глибина корозійного

руйнування виявляється у шести полях зору, до яких повинні бути включені ділянки із найбільшою глибиною МКК. Ознакою стійкості проти МКК вважається руйнування границь зерен на максимальну глибину не більше 30мкм.

4.8.4.3.4 Позитивним результатом випробувань на стійкість проти МКК вважається відсутність МКК на усіх випробуваних зразках. При одержанні незадовільних результатів випробувань на одному із зразків, які пройшли випробування, необхідно провести повторні випробування відповідно до вимог національних або міжнародних стандартів.

У випадку одержання незадовільних результатів первісних випробувань більше ніж на одному зразку, а також при негативному результаті повторних випробувань, метал зварного шва або наплавлення вважається таким, що не витримав випробувань на стійкість проти МКК.

Примітка. У спірних випадках для матеріалів, чутливих до утворення тріщин, рекомендується для еталонного проведення випробувань на згин зразків використовувати зразки, аналогічні тим, що перевіряються, але які не пройшли кип'ятіння у водяному розчині сірчаної кислоти і сірчанокислої міді.

4.8.4.4 Контроль на вміст α -фази (феритної складової).

Визначення вмісту α -фази (феритної складової) у металі шва і плакувальному шарі виконується стосовно зварювальних матеріалів категорій А-5, А-6, АF-8 і А-9sp із використанням наступних методів вимірів:

.1 локального неруйнівного методу, за яким вміст α -фази оцінюється як середнє значення не менше ніж 10 вимірів для проб стикового зварного з'єднання, а також для проб з плакуючим наплавленням відповідно до вказівок **4.8.3.5** і **4.8.3.6**;

.2 у випадку одержання неадекватних результатів вищевказаним методом вимірів або за окремою вимогою Регістру виконується контрольний аналіз об'ємним магнітним методом із використанням феритометрів, які забезпечують похибку вимірів не більше $\pm 10\%$ від вимірюваної величини.

Для виконання аналізу на вміст α -фази із застосуванням об'ємного магнітного методу повинне проводитися семишарове наплавлення контрольованими зварювальними матеріалами на пластину із корозійностійкої сталі, що відповідає за категорією і складом зварювальному матеріалу, який перевіряється.

Із верхніх двох шарів наплавлення проводиться добір контрольних циліндричних зразків довжиною (60 ± 1) мм і діаметром $(5 \pm 0,1)$ мм згідно з рис. 4.8.4.4.

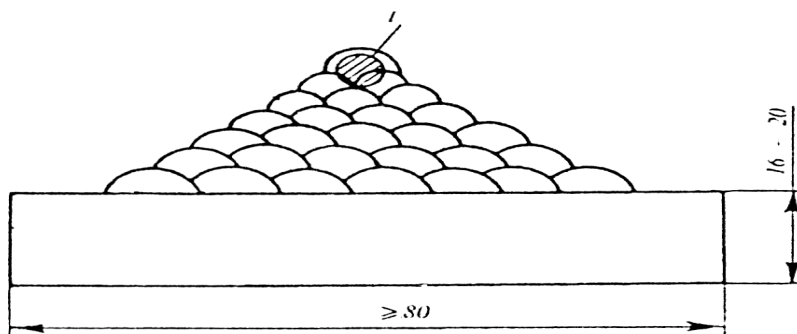


Рис. 4.8.4.4. Схема відбору зразків для визначення вмісту α -фази об'ємним магнітним методом:

l – місце добору контрольних зразків

Контрольні значення вмісту α -фази повинні відповідати вимогам схваленої Регістром технічної документації або відповідних національних стандартів для конкретних зварювальних матеріалів.

Результати контрольних вимірів на вміст α -фази у металі шва і/або у плакувальному шарі повинні бути наведені в звіті про випробування.

4.8.4.5 Визначення хімічного складу наплавленого металу.

Добір проб для визначення хімічного складу наплавленого металу повинний виконуватися з металу двох верхніх шарів:

проби наплавленого металу;

проби багатошарового наплавлення згідно із рис. 4.8.3.6.2 (для комбінації «стрічка – флюс» добір проб для визначення хімічного складу виконується тільки із металу наплавлення).

Результати визначення хімічного складу наплавленого металу повинні відповідати аналітичним допускам, заявленим виробником, і наводитися у звіті про випробування.

4.8.5 Випробування при підтвердженні Сертифіката про схвалення зварювальних матеріалів.

Програма щорічних випробувань зварювальних матеріалів для зварювання корозійностійких сталей і наплавлення повинна включати:

.1 виготовлення однієї проби наплавленого металу із випробуванням зразків на статичне розтягування та ударний згин, а також контрольний хімічний аналіз наплавленого металу;

.2 визначення стійкості металу шва або наплавленого металу проти МКК, якщо це вимагається для конкретної марки зварювального матеріалу.

За вимогою Регістру обсяг щорічних випробувань може бути розширений і доповнений іншими видами випробувань або виготовленням додаткових проб.

4.9 ЗВАРЮВАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ЗВАРЮВАННЯ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ

4.9.1 Загальні положення.

4.9.1.1 Вимоги цього підрозділу регламентують вимоги по схваленню зварювальних матеріалів, призначених для корпусних і інших конструкцій з алюмінієвих сплавів, що відповідають вимогам **5.1** частини XIII «Матеріали». При відсутності спеціальних вимог повинні застосовуватися аналогічні вимоги по схваленню зварювальних матеріалів для зварювання суднобудівних сталей нормальної і підвищеної міцності.

4.9.1.2 Зварювальні матеріали, застосовувані для виготовлення конструкцій з алюмінієвих сплавів, підрозділяються на дві групи:

W - дріт і комбінація «дріт - газ» для зварювання електродом, що плавиться, у середовищі інертного газу (MIG, 131 згідно з ДСТУ ISO 4063 або ISO 4063), а також для зварювання електродом, що не плавиться, у середовищі інертного газу (TIG, 141) або для плазмового зварювання (15);

R - прутки для зварювання електродом, що не плавиться, у середовищі інертного газу (TIG, 141) або для плазмового зварювання (15).

4.9.1.3 Класифікація і позначення.

Зварювальні матеріали підрозділяються на категорії з урахуванням складу і рівня міцності основного металу, застосовуваного для випробувань по схваленню відповідно до вимог табл. 4.9.1.3-1 і 4.9.1.3-2 для міжнародних і національних сплавів, відповідно.

Таблиця 4.9.1.3-1 Категорії зварювальних матеріалів для міжнародних алюмінієвих сплавів

Категорія	Основний метал для випробувань і позначення сплаву	
	Цифровий код	Позначення хімічного складу
RA/WA	5754	AlMg3
RB/WB	5086	AlMg4
RC/WC	5083	AlMg4,5Mn0,7
	5383	AlMg4,5Mn0,9
	5456	AlMg5
	5059	—
RD/WD	6005A	AlSiMg (A)
	6061	AlMg1SiCu
	6082	AlSiMgMn

Таблиця 4.9.1.3-2 Категорії зварювальних матеріалів для національних алюмінієвих сплавів

Категорія	Основний метал для випробувань і позначення сплаву	
	Цифровий код	Позначення хімічного складу
R1/W1	1530	AlMg3,5Si0,6
R2/W2	1550	AlMg5,0Mn0,6
R3/W3	1561	AlMg6,0Mn1
R3/W3	1565ч	AlMg6,0Mn1
R4/W4	1565ч	AlMg6,0Mn0,5Sc
R4/W4	1575	AlMg6,0Mn0,5Sc
R5/W5	—	AlSiMgMn

Примітка. Схвалення зварювального матеріалу, виконані на більш міцному AlMg сплаві, також поширюється на більш низькі категорії міцності AlMg сплавів та їх комбінацій.

Позначення категорії зварювального матеріалу повинне включати:

позначення групи зварювального матеріалу (W або R);

позначення групи основного металу, застосовуваного для випробувань по схваленню (A, B, C, D для міжнародних сплавів або 1, 2, 3, 4, 5 для національних сплавів);

цифрове позначення категорії основного металу, застосовуваного для випробувань по схваленню, що вказується в дужках. Наприклад: RC(5446), W3(1561) і т.п.

4.9.1.4 Схвалення для зварювального дроту або прутків повинне даватися в поєднанні з конкретною групою типової сполуки захисного газу згідно з табл. 4.9.1.4 або визначатися в межах сполуки і чистоти «спеціального» газу, позначуваного індексом групи «S». Сполука захисного газу повинна бути зазначена у звіті про випробування і ССЗМ. Схвалення зварювального дроту в поєднанні з будь-якою конкретною сполукою газу може бути застосоване або поширене для комбінацій цього дроту із захисними газами з аналогічною групою типової сполуки, що визначається згідно з табл. 4.9.1.4. Для спеціальних газів, позначуваних індексом «S», схвалення діє тільки для конкретної сполуки й чистоти захисного газу або суміші, які застосовувалися при випробуваннях.

4.9.1.5 Процедура схвалення і вимоги до виробників повинні відповідати вимогам 4.1.3.

Вимоги до проведення випробувань і оцінки результатів повинні відповідати вимогам 4.2.

Таблиця 4.9.1.4

Позначення групи типової сполуки	Склад захисного газу ¹ (в об'ємних відсотках)	
	Аргон	Гелій
I-1	100	—
I-2	—	100
I-3	Основа	> 0 до 33 включно
I-4	Основа	> 33 до 66 включно
I-5	Основа	> 66 до 95 включно
S	Гази, склад і чистота яких відрізняються від груп типової сполуки I-1 ...I-5	
¹ Гази іншого хімічного складу (суміші газів) можуть бути розглянуті як «спеціальні гази» та схвалені Регістром за результатами спеціальних випробувань для кожного конкретного складу.		

4.9.2 Випробування наплавленого металу.

Для визначення хімічного складу наплавленого металу повинна бути підготовлена і зварена в нижньому положенні проба згідно з рис. 4.9.2. Розміри проби, що залежать від типу зварювальних матеріалів і ступеня механізації технологічного процесу, повинні забезпечувати достатню кількість наплавленого металу для виконання хімічних аналізів. Основний метал повинний бути сумісним за хімічним складом з металом шва. Результати хімічного аналізу за основними легуючими елементами і домішками не повинні виходити за рамки обмежень, встановлених виробником.

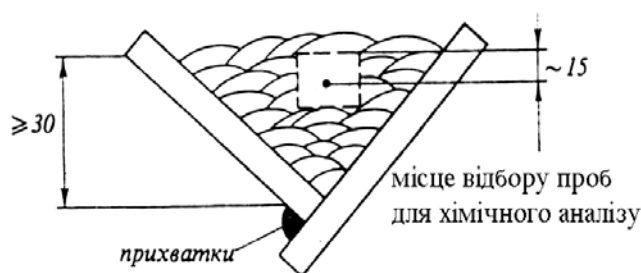


Рис.4.9.2 Проба для випробувань наплавленого металу

4.9.3 Випробування стикових з'єднань.

4.9.3.1 Випробування стикових з'єднань повинні виконуватися на пробах згідно з рис. 4.9.3.1-1 і 4.9.3.1-2 аналогічно з вимогами 4.3.3.1 і 4.3.3.2, 4.5.2.3.1, 4.5.3.3.1 або 4.5.4.2.1 залежно від виду зварювальних матеріалів і ступеня механізації технологічного процесу зварювання, відповідно. Для виготовлення проб повинний застосовуватися основний метал, що відповідає схвалюваній категорії зварювального матеріалу згідно з табл. 4.9.1.3-1 або 4.9.1.3-2.

4.9.3.2 У кожному положенні зварювання (нижньому, вертикальному знизу вгору, вертикальному зверху вниз, стельовому, горизонтальному на вертикальній площині), для якого призначені зварювальні матеріали згідно з рекомендаціями виробника, повинні бути підготовлені і зварені по одній стиковій пробі товщиною від 10 до 12мм згідно з рис. 4.9.3.1-1.

При цьому зварювальні матеріали, що задовольняють вимогам для нижнього і вертикального знизу вгору положень зварювання, можуть вважатися відповідними вимогам для зварювання в горизонтальному положенні на вертикальній площині.

4.9.3.3 Додатково одна проба товщиною від 20 до 25мм згідно з рис. 4.9.3.1-2 повинна бути підготовлена і зварена тільки в нижньому положенні.

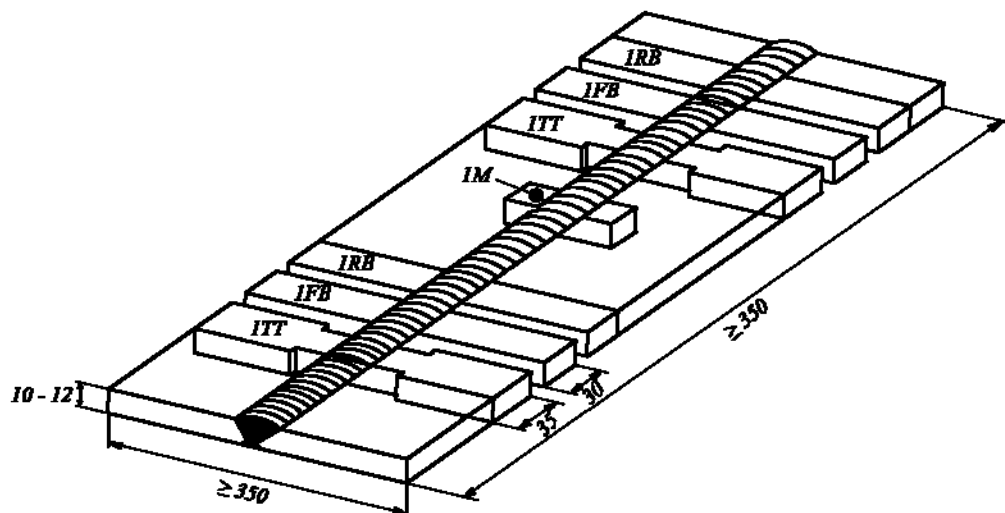


Рис. 4.9.3.1-1 Проба стикового з'єднання для зварювання в різних просторових положеннях: оброблення кромки повинно бути однобічним V-подібним або двостороннім X-подібним з кутом розкриття 70°;

для однобічного V-подібного оброблення кромки допускається виконання зворотних ущільнюючих (підварювальних) проходів; у випадку двостороннього X-подібного оброблення кромки зварювання з обох боків повинне виконуватися в однаковому положенні зварювання; позначення зразків повинне відповідати вимогам **4.9.3.5** (всі розміри в мм).

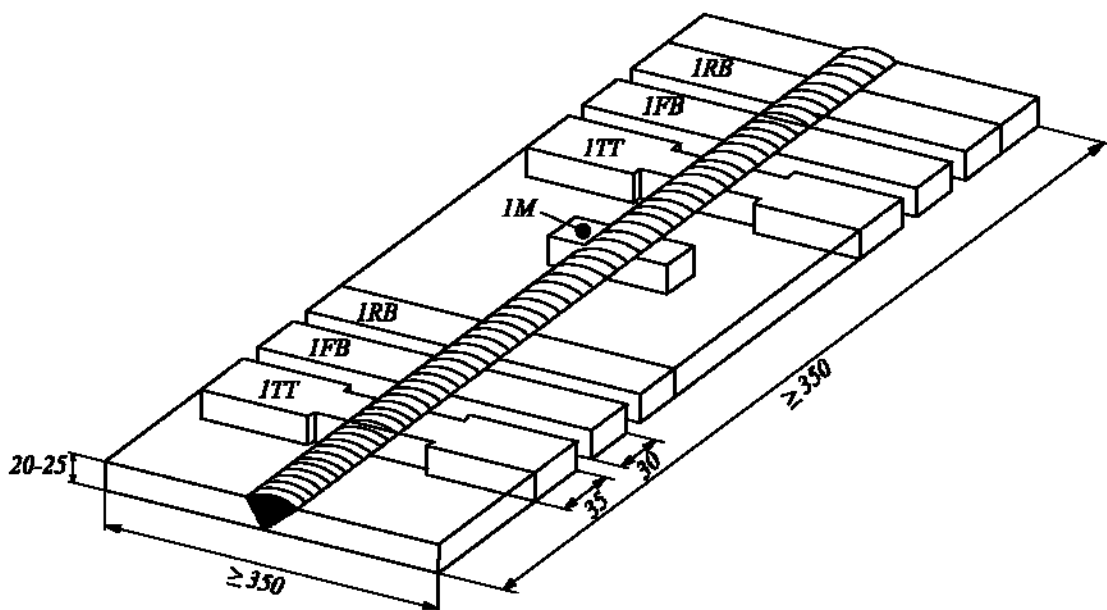


Рис. 4.9.3.1-2 Додаткова проба стикового з'єднання для зварювання в нижньому просторовому положенні:

оброблення кромки повинно бути однобічним V-подібним з кутом розкриття 70°; допускається виконання зворотних ущільнюючих (підварювальних) проходів; позначення зразків повинне відповідати вимогам **4.9.3.5** (всі розміри в мм).

4.9.3.4 Після завершення зварювання проби повинні охолонути природним шляхом до кімнатної температури. Для зварювальних матеріалів з індексацією категорії D пробам стикових з'єднань

повинна бути надана можливість природного старіння протягом не менше 72 год після завершення зварювання перед початком виконання випробувань.

4.9.3.5 Від кожної проби стикового з'єднання згідно з рис. 4.9.3.1-1 і рис. 4.9.3.1-2 повинні бути відібрані й піддані випробуванням наступні види зразків:

2 поперечних плоскорозривних зразки для випробування на розтягування (2ТТ);

2 поперечних зразки для випробування на статичний згин з розтягуванням кореня шва (2RB);

2 поперечних зразки для випробування на статичний згин з розтягуванням лицьової поверхні шва (2FB);

1 поперечний макрошліф (1М).

4.9.3.6 Механічні властивості стикових з'єднань повинні відповідати вимогам табл. 4.9.3.6.

Таблиця 4.9.3.6. Вимоги до механічних властивостей стикового зварного з'єднання

Категорія зварювального матеріалу	Цифровий код основного металу для випробувань	Тимчасовий опір R_m , МПа, min	Випробування на статичний згин	
			Діаметр оправки D^1	Кут згину ^{2} , град, min
1	2	3	4	5
Міжнародні сплави				
RA/WA	5754	190	3t	180
RB/WB	5086	240	6t	
RC/WC	5083	275	6t	
	5083 або 5456	290	6t	
	5059	330	6t	
RD/WD	6061, 6005A або 6082	170	6t	
Національні сплави				
R1/W1	1530	185 ³	6t	180
R2/W2	1550	275 ³	6t	
R3/W3	1561	305	6t	
R3/W3	1565ч	305 ³	6t	
R4/W4	1565ч	335 ³	6t	
R4/W4	1575	360	6t	
R5/W5	(AlSiMgMn)	170	6t	
¹ t - товщина зразка при випробуваннях; ² При оцінці результатів випробувань необхідно керуватися наступним: на поверхні зразка не повинно бути жодної одиничної тріщини довжиною у будь-якому напрямку більше 3мм; тріщини на кромках зразка можуть не прийматися до уваги у тому випадку, якщо їх поява не була обумовлена наявністю несплавлення. ³ Для зварних з'єднань товщиною до 12,5мм включно.				

Проведення випробувань і оцінка результатів, включаючи повторні та щорічні випробування, повинні відповідати вимогам 4.2. Положення руйнування в зразках на розтягування повинно бути наведене у звіті про випробування. Макрошліфи повинні бути піддані огляду на предмет наявності дефектів, таких як непровари, каверни, вкраплення, пори або тріщини. При цьому рекомендується проводити випробування на статичний згин із застосуванням методу обгинання зразка навколо оправки відповідно до схеми на рис. 4.9.3.6.

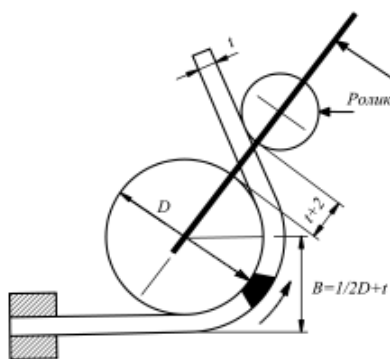


Рис. 4.9.3.6 Схема проведення випробувань на статичний згин за методикою, яка передбачає обгинання зразка навколо нерухомої оправки

4.9.4 Щорічні випробування.

4.9.4.1 Щорічні випробування для підтвердження ССЗМ повинні включати зварювання і проведення випробувань проби наплавленого металу згідно з **4.9.2** (див. рис. 4.9.2) і однієї проби стикового з'єднання товщиною 10 - 12мм в нижньому положенні зварювання згідно з **4.9.3** (див. рис. 4.9.3.1-1).

4.10 ЗВАРЮВАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ЗВАРЮВАННЯ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ

4.10.1 Загальні положення.

4.10.1.1 Вимоги цього підрозділу регламентують вимоги щодо схвалення та огляду зварювальних матеріалів, призначених для корпусних та інших конструкцій із титанових сплавів, що відповідають вимогам розд. 9 частини XIII «Матеріали». При відсутності спеціальних вимог, повинні застосовуватися аналогічні вимоги щодо схвалення зварювальних матеріалів для зварювання суднобудівних сталей нормальної і підвищеної міцності.

4.10.1.2 Зварювальні матеріали, застосовувані для виготовлення конструкцій із титанових сплавів, підрозділяються на дві групи:

W - дріт і комбінація «дріт - газ» для зварювання електродом, що плавиться, у середовищі інертного газу (MIG, 131 згідно з ДСТУ ISO 4063 або ISO 4063), а також для зварювання електродом, що не плавиться, у середовищі інертного газу (TIG, 141) або для плазмового зварювання (15);

R - прутки для зварювання електродом, що не плавиться, у середовищі інертного газу (TIG, 141).

4.10.1.3 Класифікація і позначення.

Зварювальні матеріали підрозділяються на категорії з урахуванням складу і рівня міцності основного металу, застосовуваного для випробувань для схвалення відповідно до вимог табл. 4.10.1.3.

Позначення категорії зварювального матеріалу повинне включати:

індекс Ti для позначення призначення зварювальних матеріалів;

позначення групи зварювального матеріалу (W або R);

позначення групи міцності зварного з'єднання (металу застосовуваного для випробувань щодо схвалення - A, B;

літерне позначення марки зварювального матеріалу (сплаву), що вказується в дужках. Наприклад: TiWA(BT1-00св), TiRB (2B), TiRB (ПТ-7Мсв).

Таблиця 4.10.1.3

Категорія зварювального матеріалу		Літерне позначення марки зварювального матеріалу	Основний метал для випробувань	Область схвалення
Дріт	Прутки			
TiWA	TiRA	BT1-00св	BT1-0	BT1-0, BT1-00
TiWB	TiRB	2B	ПТ-3В	BT1-0, BT1-00, ПТ-1М, ПТ-7М, ПТ-3В
		ПТ-7Мсв ¹	ПТ-7 ¹	BT1-0, BT1-00, ПТ-1М, ПТ-7М

¹ Схвалення зварювальних матеріалів, призначених виключно для зварювання сплавів, які застосовуються тільки для виготовлення труб, виконується в обсязі вимог щодо схвалення технологічних процесів зварювання стикових з'єднань труб діаметром $D \leq 25\text{мм}$ і $D \geq 80\text{мм}$ з товщиною стінки $t \leq 3\text{мм}$ і $t \geq 10\text{мм}$, відповідно, в одному із просторових положень зварювання (див. розд. 8).

4.10.1.4 Схвалення для зварювального дроту або прутків повинне даватися в поєднанні з конкретною групою типової сполуки захисного газу згідно з табл. 4.9.1.4 або визначатися в межах сполуки і чистоти «спеціального» газу, позначуваного індексом групи «S». Сполука захисного газу повинна бути зазначена у звіті про випробування і ССЗМ. Схвалення зварювального дроту в поєднанні з будь-якою конкретною сполукою газу може бути застосоване або поширене для комбінацій цього дроту із захисними газами з аналогічною групою типової сполуки, що визначається згідно з табл. 4.9.1.4. Для спеціальних газів, позначуваних індексом «S», схвалення діє тільки для конкретної сполуки і чистоти захисного газу або суміші, який застосовувався при випробуваннях.

4.10.1.5 Процедура схвалення і вимоги до виробників повинні відповідати вимогам 4.1.3.

Вимоги до проведення випробувань і оцінки результатів повинні відповідати вимогам **4.2**.

4.10.2 Випробування наплавленого металу.

Для визначення хімічного складу наплавленого металу повинна бути підготовлена і зварена в нижньому положенні проба згідно з рис. 4.10.2.

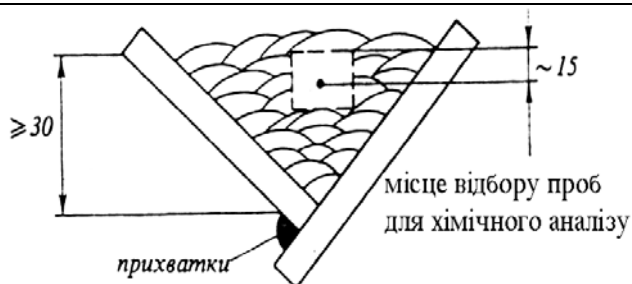


Рис.4.10.2 Проба для випробувань наплавленого металу

Розміри проби, що залежать від типу зварювальних матеріалів і ступеня механізації технологічного процесу, повинні забезпечувати проведення технологічного процесу в стійкому режимі, а також достатню кількість чистого наплавленого металу для виконання хімічних аналізів. У всіх випадках довжина проби повинна бути не менше 150мм для ручних процесів зварювання і не менше 300мм для механізованих способів зварювання.

Основний метал повинний бути сумісним за хімічним складом з металом шва. Результати хімічного аналізу за основними легуючими елементами і домішками не повинні виходити за рамки обмежень, встановлених виробником. Хімічний склад наплавленого металу необхідно визначати методами, які встановлюються стандартами або методиками, погодженими із Регістром. Кількість виготовлених проб наплавленого металу повинно визначатися з урахуванням діапазону діаметрів зварювального дроту (прутка), які підлягають схваленню Регістром. При цьому повинні витримуватися рекомендації, наведені в табл. 4.10.2.

Таблиця 4.10.2

Процес зварювання	Спосіб зварювання	Діаметр зварювального дроту (прутка), мм,	
		який підлягає схваленню	застосованого для зварювання проби наплавленого металу
Автоматична	131	від 0,8 до 3,0	будь-який
Ручна	141	від 1,2 до 6,0	1,6 і 4,0
Автоматична	141	від 1,2 до 4,0	1,6 і 3,0

4.10.3 Випробування стикових з'єднань.

4.10.3.1 Випробування стикових з'єднань повинні виконуватися на пробах згідно з рис. 4.10.3.1-1 і 4.10.3.1-2 аналогічно з вимогами **4.3.3.1** і **4.3.3.2**, **4.5.2.3.1**, **4.5.3.3.1** або **4.5.4.2.1** залежно від виду зварювальних матеріалів і ступеня механізації технологічного процесу зварювання, відповідно. Для виготовлення проб повинний застосовуватися основний метал, що відповідає схвалюваній категорії зварювального матеріалу згідно з вказівками табл. 4.10.1.3.

4.10.3.2 У кожному положенні зварювання (нижньому, вертикальному знизу вгору, вертикальному зверху вниз, стельовому, горизонтальному на вертикальній площині), для якого призначені зварювальні матеріали згідно з рекомендаціями виробника, повинні бути підготовлені і зварені по одній стиковій пробі товщиною від 10 до 14мм згідно з рис. 4.10.3.1-1.

При цьому зварювальні матеріали, що задовольняють вимогам для нижнього і вертикального знизу вгору положень зварювання, можуть вважатися відповідним вимогам для зварювання в горизонтальному положенні на вертикальній площині.

4.10.3.3 Додатково одна проба товщиною від 20 до 25мм згідно з рис. 4.10.3.1-2 повинна бути підготовлена і зварена тільки в нижньому положенні. Рекомендовані форми оброблення кромки наведені в табл. 4.10.3.3.

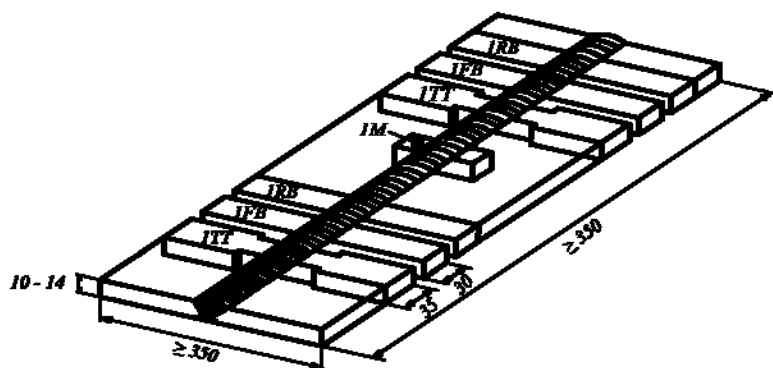


Рис. 4.10.3.1-1 Проба стикового з'єднання для зварювання в різних просторових положеннях: позначення зразків відповідають вимогам 4.10.3.5; оброблення кромки повинне бути однобічним V-подібним або двостороннім Х-подібним з кутом розкриття 50° (див. табл. 4.10.3.3); (всі розміри в мм).

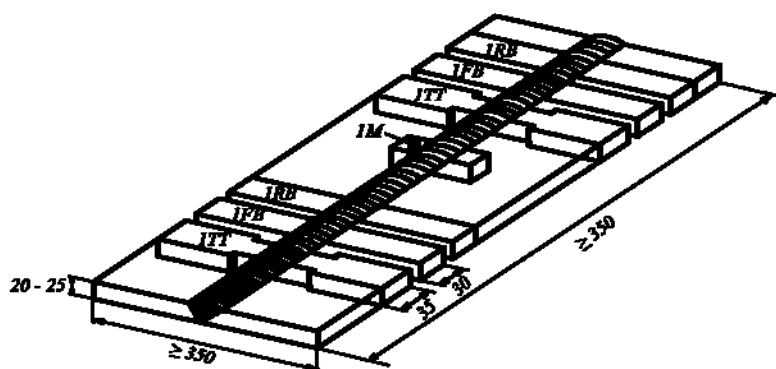
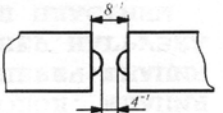
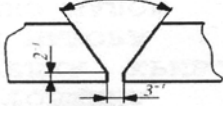
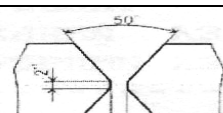


Рис. 4.10.3.1-2 Додаткова проба стикового з'єднання для зварювання в нижньому просторовому положенні:

позначення зразків відповідають вимогам 4.10.3.5;
оброблення кромки згідно з вимогами 4.10.3.3;
($L \geq 350$, всі розміри в мм, якщо не зазначене інше).

Таблиця 4.10.3.3

Деталі підготовки кромки, мм	Спосіб зварювання	Діаметр дроту, мм
	141- ручна	Корінь шва - 3 Який заповнює проходи - 4÷ 6
	141- ручна	Корінь шва - 3 Який заповнює проходи - 4÷ 6
	141- ручна 131 або 141 - автоматична	Корінь шва - 3 Який заповнює проходи - 1,2÷ 2
	141- ручна	Корінь шва - 3 Який заповнює проходи - 4÷ 6
	141- ручна 131 або 141 - автоматична	Корінь шва - 3 Який заповнює проходи - 1,2÷ 2

4.10.3.4 Довжина проб повинна забезпечити стійке протікання процесу зварювання в установленому режимі і виготовлення необхідної кількості зразків.

Технологія зварювання проб зварних з'єднань, якщо з Регістром не узгоджене інше, повинна включати виконання кореневого проходу ручною аргонодуговим зварюванням з формуванням зворотної сторони шва з застосуванням зварювального дроту діаметром 3 мм. Заповнення оброблених кромки і підварний шов повинні виконуватися з врахуванням зазначеного в табл. 4.10.3.4.

Таблиця 4.10.3.4

Процес і спосіб зварювання	Спосіб зварювання згідно з стандартом ДСТУ ISO 4063 або ISO 4063	Товщина проби зварного з'єднання			
		Від 10мм до 14мм		Від 20мм до 25 мм	
		Діаметр, мм		Діаметр, мм	
		Присадки	Електрод, що не плавиться	Присадки	Електрод, що не плавиться
Механізоване, електродом, що плавиться, в інертному газі	131	1,0 ÷ 1,2	-	1,6 ÷ 2,0	-
Ручне дугове, електродом, що не плавиться, в інертному газі	141	3,0 або 4,0	3,0	5,0 або 6,0	4,0
Автоматичне дугове, електродом, що не плавиться, в інертному газі	141	1,2 або 1,4	2,5 ÷ 3,0	1,6 або 2,0	3,0 ÷ 4,0

Режими зварювання проб повинні відповідати рекомендаціям виробника або технологічній документації на зварювання титанових сплавів.

4.10.3.5 Від кожної проби стикового з'єднання згідно з рис. 4.10.3.1-1 і рис. 4.10.3.1-2 повинні бути відібрані й піддані випробуванням наступні види зразків:

2 поперечних плоскорозривних зразки для випробування на розтягування (2ТТ);

2 поперечних зразки для випробування на статичний згин з розтягуванням кореня шва (2RB);

2 поперечних зразки для випробування на статичний згин з розтягуванням лицьової поверхні шва (2FB);

1 поперечний макрошліф (1М).

4.10.3.6 Механічні властивості стикових з'єднань повинні відповідати вимогам табл. 4.10.3.6.

Проведення випробувань і оцінка результатів, включаючи повторні та щорічні випробування, повинні відповідати вимогам 4.2. Положення руйнування в зразках на розтягування повинно бути наведене у звіті про випробування. Макрошліфи повинні бути піддані огляду на предмет наявності дефектів, таких як непровари, каверни, краплення, пори або тріщини.

Таблиця 4.10.3.6

Категорія зварювального матеріалу	Категорія основного металу	Тимчасовий опір R_m , МПа, min	Випробування на статичний згин	
			Діаметр оправки	Кут згину ¹ , град, min
TiWA/TiRA	BT1-0	370	6t	180
TiWB/TiRB	ПТ-3В	640	8t	180
	ПТ-7М	480	8t	180

¹ Тріщини довжиною менше 3мм, які виникли на стороні зразка, яка підлягає розтягуванню, не враховуються.

Примітка: t – товщина зразка.

4.10.4 Щорічні випробування.

Щорічні випробування на підтвердження ССЗМ повинні включати зварювання і проведення випробувань проби наплавленого металу згідно з 4.10.2 (див. рис. 4.10.2) і однієї проби стикового з'єднання товщиною 10-14мм в нижньому положенні зварювання згідно з вимогами 4.10.3 (див. рис. 4.10.3.1-1).

5. ДОПУСК ЗВАРЮВАЛЬНИКІВ

5.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

5.1.1 Зварювання конструкцій та виробів, що підлягають технічному нагляду Регістра згідно з вимогами **1.1.1**, повинне виконуватися зварювальниками, які пройшли відповідні випробування і допущеними Регістром до виконання зварювальних робіт.

5.1.2 Порядок проведення випробувань зварювальників ручного та частково механізованого зварювання з оформленням Свідоцтва про допуск зварювальника повинний відповідати вимогам розд. 4 частини 3 «Технічний нагляд за виготовленням матеріалів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів і виробів.

До виконання зварювальних робіт можуть бути допущені зварювальники, які пройшли випробування згідно з міжнародними і/або національними стандартами (ДСТУ EN ISO 9606, EN ISO 9606, ISO 9606, ASME Sec.IX, ANSI/AWS D1.1), враховуючи кваліфікаційні випробування, які пройшли зварювальники згідно з частинами зазначених стандартів.

5.1.3 Порядок проведення випробувань зварювальників повністю механізованого зварювання з оформленням Свідоцтва про допуск зварювальника повинен відповідати вимогам розд. 4 частини 3 «Технічний нагляд за виготовленням матеріалів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів і виробів або визнаних Регістром відповідних національних і міжнародних стандартів, включаючи ДСТУ EN ISO 14732 і відповідні стандарти ISO та EN.

У тому випадку, якщо це встановлено умовами контракту, атестація і допуск зварювальників-операторів автоматичного і роботизованого зварювання повинні виконуватися згідно з процедурними вимогами, аналогічними стандарту ДСТУ EN ISO 14732 або відповідного стандарту ISO чи EN.

5.1.4 У всіх випадках, перерахованих в **5.1.2** і **5.1.3**, як практичні випробування з допуску зварювальників можуть бути зараховані результати випробувань щодо схвалення технологічних процесів зварювання, виконаних зварювальником, який підлягає процедурі допуску.

5.1.5 Можливість визнання документів, що підтверджують кваліфікацію зварювальників і оформлених іншим класифікаційним товариством або уповноваженим компетентним органом, визначається Регістром у кожному випадку в процесі технічного нагляду за побудовою судна або виготовленням виробів в обсязі, достатньому для підтвердження відповідності цих документів вимогам розд. 4 частини 3 «Технічний нагляд за виготовленням матеріалів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів і виробів.

5.1.6 Умови дії і продовження Свідоцтва про допуск зварювальника повинні відповідати вимогам розд. 4 частини 3 «Технічний нагляд за виготовленням матеріалів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів і виробів або, за погодженням з Регістром, міжнародних та/або національних стандартів, включаючи ДСТУ EN ISO 9606 і ДСТУ EN ISO 14732 та відповідні стандарти ISO та EN, ASME Sec. IX, ANSI/AWS D1.1.

6. СХВАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗВАРЮВАННЯ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ І ВИРОБІВ

6.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

6.1.1 Технологічні процеси зварювання (ТПЗ), які застосовуються при виготовленні сталевих конструкцій, що підлягають технічному нагляду Регістру, зазначених у 1.1.1, повинні бути схвалені Регістром і відповідати вимогам розд. 6 частини 3 «Технічний нагляд за виготовленням матеріалів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів і виробів.

7. СХВАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗВАРЮВАННЯ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ

7.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

7.1.1 Технологічні процеси зварювання, які застосовуються при виготовленні конструкцій із алюмінієвих сплавів, що підлягають технічному нагляду Регістру, повинні бути схвалені Регістром і відповідати вимогам розд. 7 частини 3 «Технічний нагляд за виготовленням матеріалів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів і виробів.

8. СХВАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗВАРЮВАННЯ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ

8.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

8.1.1 Технологічні процеси зварювання, що застосовуються для виробництва конструкцій з титанових сплавів, які підлягають технічному нагляду Регістру, повинні бути схвалені Регістром і відповідати вимогам розділу 8 «Технічний нагляд за виготовленням матеріалів», частини 3 «Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів і виробів».

Регістр судноплавства України

**ПРАВИЛА
КЛАСИФІКАЦІЇ ТА ПОБУДОВИ МОРСЬКИХ СУДЕН**

Том 4

Розробник: Єрмолаєв В.П., Білокурець А.О.

Регістр судноплавства України
04070, Київ, вул. П. Сагайдачного, 10

Підписано до друку 30. 09. 2019 р. Формат 60×84/8. Наклад 100 прим. Зам.

Віддруковано з електронної версії в форматі .pdf, наданої
Регістром судноплавства України