РЕГІСТР СУДНОПЛАВСТВА УКРАЇНИ

ПРАВИЛА

КЛАСИФІКАЦІЇ ТА ПОБУДОВИ МОРСЬКИХ СУДЕН

ЧАСТИНА XIII

МАТЕРІАЛИ

Київ 2026

Регістр судноплавства України.
Правила класифікації та побудови морських суден.

Це видання Правил класифікації та побудови морських суден 2026 року підготовлене на основі їх четвертого видання 2020р., з врахуванням змін і доповнень, включених у Бюлетені змін і доповнень №1 (2020р.), №3 (2022р.), №4 (2024р.), №5 (2025р.), № 6 (2025) 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.

Перелік частин, що увійшли до цих Правил:

Частина II Корпус
Частина III Пристрої, обладнання і забезпечення
Частина IV Остійність.
Частина V Поділ на відсіки
Частина VI Протипожежний захист
Частина VII Механічні установки
Частина VIII Системи і трубопроводи
Частина IX Механізми
Частина X Котли, теплообмінні апарати і посудині під тиском
Частина XI Електричне обладнання
Частина XII Холодильні установки
Частина XIII Матеріали
Частина XIV Зварювання
Частина XV Автоматизація
Частина XVI Конструкція та міцність корпусів суден із полімерних композиційних матеріалів

Правила класифікації та побудови морських суден Регістра судноплавства України затверджені згідно з діючим положенням і вступають в силу з 01.07.2026 року.

Правила публікуються в електронному виді у форматі PDF на офіційному сайті Регістру судноплавства України по частинам 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

© Регістр судноплавства України, 2026

ЗМІСТ:

ЗМІНИ: 5

ЧАСТИНА XIII. МАТЕРІАЛИ

1.ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ
1.1 Область поширення 10
1.2 Визначення і пояснення 10
1.3 Оосяг нагляду 11
1.4 Маркування і документи 13
1.5 Лабораторії, які проводять випробування 15

2. МЕТОДИ ВИПРОБУВАНЬ
2.1 Загальні вказівки 17
2.2 Методи випробувань металевих матеріалів 17
2.3 Методи випробувань неметалевих матеріалів 49
2.4 Випробування на зварюваність 57
2.5 Випробування льодостійкого покриття 57
2.6 Випробування межоперацiйних (заводских), не видаляємих перед зварюванням, грунтів 67

3. СТАЛЬ І ЧАВУН
3.1 Загальні вказівки 71
3.2 Суднобудівна сталь 71
3.3 Сталь для котлів, теплообмінних апаратів і посудин, що працюють під тиском 88
3.4 Сталеві труби 90
3.5 Сталь для конструкцій, що працюють при низьких температурах 92
3.6 Сталь для ланцюгів і комплектуючих виробів 99
3.7 Сталеві поковки 102
3.8 Сталеві виливки 112
3.9 Виливки з чавуну з кулястим графітом 118
3.10 Виливки із сірого чавуну 121
3.11 Ковкий чавун 123
3.12 Сталеві виливки для гребних гвинтів 123
3.13 Сталь високої міцності для зварних конструкцій 133
3.14 Зет - сталь 140
3.15 Сталеві канати 142
3.16 Корозійностійка (нержавіюча) сталь 156
3.17 Плакована сталь 165
3.18 КОорозійностійка (нержавіюча) сталь нормальної і підвищеної міцності ждя вантажних танків нафтоналивних суден 173
3.19 Сталь категорії міцності YP47 і тріщиностійка сталь 178
3.20 Вимоги до застосування надтовстої листової сталі 181

4. МІДЬ І СПЛАВИ НА ОСНОВІ МІДІ
4.1 Напівфабрикати із міді і сплавів на основі міді 190
4.2 Виливки з мідних сплавів, крім виливків для гвинтів 191
4.3 Виливки гребних гвинтів 194

5. АЛЮМІНІЄВІ СПЛАВИ
5.1 Алюмінієві сплави, які деформуються 206
5.2 Ливарні алюмінієві сплави 211
5.3 Шаруватий композиційний матеріал «алюміній – сталь» 213
5.4 Зварні великогабаритні полегшені панелі із деформованих алюмінієвих сплавів 219

6. ПЛАСТМАСИ І МАТЕРІАЛИ ОРГАНІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ
6.1 Загальні вказівки 223
6.2 Полімерні композіційні матеріали 224
6.3 Шаруваті текстильні матеріали 225
6.4 Пінопласти 226

6.5 Захисні покриття 228
6.6 Канати із рослинного і синтетичного волокна 231
6.7 Світловідбивні матеріали для рятувальних засобів 232
6.8 Труби і арматура із пластмас 233
6.9 Полімерний композиційний матеріал для перехідних містків нафтоналивних суден 235
6.10 Полімерний матеріал, що використовується при монтажі механізмів, обладнання, суднових пристроїв та їх компонентів 235
6.11 Термопластики 236

7. ЯКІРНІ І ШВАРТОВНІ ЛАНЦЮГИ
7.1 Якірні ланцюги і комплектуючи їх вироби 252
7.2 Швартовні ланцюги і комплектуючи їх вироби 259

8 . ВИМОГИ ЩОДО ВИГОТОВЛЕННЯ ЯКОРІВ
8.1 Загальні вимоги 286
8.2 Матеріали 287
8.3 Виготовлення якорів 287
8.4 Випробування і оформлення документів 289

9. ТИТАНОВІ СПЛАВИ
9.1 Загальні вимоги 292
9.2 Титанові сплави, які деформуються 292
9.3 Титанові сплави для АЕУ 298
9.4 Труби 300
9.5 Ливарні титанові сплави 303
9.6 Шаруватий композиційний матеріал «сталь – титан» 305

10. МАТЕРІАЛИ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В СИСТЕМАХ ЗБЕРІГАННЯ ВАНТАЖУ ГАЗОВОЗІВ
10.1 Загальні вимоги 309
10.2 Металеві матеріали для систем зберігання вантажу газовозів 309
10.3 Фанера 309
10.4 Скловата 310
10.5 Скловолокно, що застосовується в мембранах газовозів 310
10.6 Гумотехнічні вироби 310
10.7 Перліт (вулканічне скло) 311
10.8 Плівка, яка виключає прилипання 311
10.9 Мастики, в’яжучі речовини, лакофарбові покриття 311

11. МАТЕРІАЛИ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ДЛЯ СУДЕН, ПРИЗНАЧЕНИХ ДЛЯ ТРИВАЛОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ В УМОВАХ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР 313

12 ПРОДУКТИ АДИТИВНОГО ВИРОБНИЦТВА
12.1 Загальні положення 314
12.2 Визначення та пояснення 314
12.3 Металеві адитивні продукти 314

ЗМІНИ:

Ця частина версія Правил класифікації та побудови морських суден 2026 року, порівняно з їх виданням 2020 року з внесеними в них бюлетенями змінами та доповненнями, містять нижчезазначені зміни та доповнення:

Розділи\підрозділи\ пункти, що змінюються	Інформація про зміни	Підстава для внесення змін	Примітки
Розділ 1			
1.2, 1.3.1.2, 1.3.1.2.3	Зміни редакційного характеру		
1.4.3, 1.4.3.1, 1.4.3.2	Уточнені вимоги до оформлення документів на матеріали і вироби х урахуванням положень Частини I «Загальні положення по технічному нагляду» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів та виробів	Бюлетень № 1 змін і доповнень Бюлетень № 6 змін і доповнень	
Частина 2			
2.1.6	Зміни редакційного характеру	Бюлетень № 4 змін і доповнень	
Рис. 2.2.2.3	Рисунок замінений з урахуванням УВ МАКТ W2 (Rev.2 July 2003)	Бюлетень № 4 змін і доповнень	
Таблиця 2.2.2.3	Зміст таблиці замінюється на новий	Бюлетень № 4 змін і доповнень	
2.2.2.4	Доповнений вимогами до поковок і виливок малих розмірів з урахуванням УВ МАКТ W2 (Rev.2 July 2003)	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
2.2.3.1	Таблиця 2.2.3.1-1 – зміни редакційного характеру Таблиця 2.2.3.1-4 доповнюється новим розміром зразка для випробувань на роботу удару	Бюлетень № 1 змін і доповнень Бюлетень № 6 змін і доповнень	
2.2.6	Текст пункту змінюється на новий	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
2.2.10.1÷2.2.10.3	Текст пунктів замінюється новими текстами	Бюлетень № 1 змін і доповнень Бюлетень № 6 змін і доповнень	
2.2.10.5	Підрозділ доповнюється методикою випробувань для визначення параметру CTOD для основного металу, зони термичного впливу та металу шва	Бюлетень № 6 змін і доповнень	
2.2.11	Підрозділ доповнюється методикою визначення властивостей зупинки крихких тріщин сталевого листового прокату товщиною від 50 до 100 мм згідно УВ МАКТ W31 Rev.2 Dec 2019 + Rev. 3 Mar 2023	Бюлетень № 6 змін і доповнень	
2.5.1.1	Текст доповнюється уточненням щодо оцінки довговічності льодостійкого покриття згідно ДСТУ EN ISO 12944-6	Бюлетень № 6 змін і доповнень	
2.5.1.2, 2.5.1.5, 2.5.1.6, 2.5.2.3	Уточнені посилання на стандарти ДСТУ ISO	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
2.5.5.1, 2.5.7.4	Уточнені посилання на стандарти ДСТУ ISO	Бюлетень № 4 змін і доповнень	
2.5.6.5	Уточнені вимоги щодо оцінки катодного відшарування та величини катодного відшарування	Бюлетень № 6 змін і доповнень	
2.5.7.1	Уточнені вимоги щодо поверхні випробуваного покриття зразка	Бюлетень № 6 змін і доповнень	
2.5.7.2, 2.5.7.3	Внесені уточнення щодо прикладу конструкції приладу для проведення випробувань, процедури проведення випробувань	Бюлетень № 6 змін і доповнень	

2.6.4	Внесені зміни до складу звіту про випробування	Бюлетень № 6 змін і доповнень	
Частина 3			
3.1.3	Уточнені вимоги до сертифікату підприємства з урахуванням положень частини I «Загальні положення по технічному нагляду» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів та виробів	Бюлетень № 1 Змін і доповнень	
3.2	Текст підрозділу викладається в нової редакції	Бюлетень № 1 змін і доповнень Бюлетень № 6 змін і доповнень	
3.4	Текст підрозділу перероблений відносно вимог до конструкційних труб, призначених для виготовлення корпусних конструкцій з урахуванням положень частини I «Загальні положення по технічному нагляду» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів та виробів Підрозділ доповнюється вимогами до сталевих труб суднових систем	Бюлетень № 1 змін і доповнень Бюлетень № 6 змін і доповнень	
3.6.8	Зміни редакційного характеру	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
3.5.3.1	Внесені доповнення до вимог для хімічного складу поковок для сталей, що працюють при низьких температурах	Бюлетень № 6 змін і доповнень	
3.7.1.2, 3.7.2, 3.7.3.1, 3.7.5.3, 3.7.5.4, 3.7.6.1.7	Тексти пунктів викладаються в новій редакції згідно УВ МАКТ W7 Rev.4 Feb 2022	Бюлетень № 6 змін і доповнень	
3.7.7.4	Уточнені вимоги до вибракування поковок з урахуванням положень частини I «Загальні положення по технічному нагляду» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів та виробів	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
3.8.	В текст підрозділу внесені зміни з урахуванням УВ МАКТ W2 (Rev.2 May 2004), УВ МАКТ W8 Rev.3 Mar 2024	Бюлетень № 1 змін і доповнень Бюлетень № 6 змін і доповнень	
3.12	В текст підрозділу внесені зміни з урахуванням УВ МАКТ W27 Corr/1 July 2020 + Rev. 3 Sep 2023	Бюлетень № 1 змін і доповнень Бюлетень № 6 змін і доповнень	
3.12.10.3	Уточнені вимоги пункту і термін «сертифікат підприємства» з урахуванням положень частини I «Загальні положення по технічному нагляду» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів та виробів	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
3.13	Текст підрозділу викладається в новій редакції	Бюлетень № 6 змін і доповнень	
3.15	Текст підрозділу викладається в новій редакції з урахуванням ДСТУ EN 12383-4? ДСТУ ISO 2408	Бюлетень № 1 змін і доповнень Бюлетень № 6 змін і доповнень	
3.16	Текст підрозділу змінений з урахуванням досвіду користування. Вимоги до корозійностійких сталей приведені у відповідність до міжнародних стандартів.	Бюлетень № 6 змін і доповнень	

3.17.11	Уточнені вимоги до плакованої сталі з урахуванням положень частини I «Загальні положення по технічному нагляду» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів та виробів	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
3.18	Внесені зміни до заголовку «Випробування і огляд»	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
3.18.16.1	Зміни редакційного характеру	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
3.18.6.5, 3.18.6.6	Уточнені вимоги з урахуванням положень частини I «Загальні положення по технічному нагляду» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів та виробів	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
3.18.6.7	Текст пункту анулюється згідно положень частини I «Загальні положення по технічному нагляду» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів та виробів	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
3.19	Текст підрозділу викладається в новій редакції з урахуванням УВ МАКТ W31 Rev. 2 Dec 2019	Бюлетень № 6 змін і доповнень	
Розділ 4			
4.1, 4.2	Текст підрозділу доповнений вимогами до труб та виливків із міді та мідних сплавів	Бюлетень № 6 змін і доповнень	
Таблиця 4.3.2-1	Уточнені максимальні значення Sn I Pb з урахуванням УВ МАКТ W24 (Rev.3 May 2012) (Corr. 1 Jan 2013)	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
Розділ 5			
5.1.1, 5.1.4, 5.2.3, 5.3.1.2, 5.3.6.1, 5.3.8	Уточнені терміни «сертифікат підприємства виготовлювача», «сертифікат якості підприємства» з урахуванням частини I «Загальні положення по технічному нагляду» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів та виробів	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
Таблиця 5.1.2	Уведена категорія сплаву 5436 з урахуванням УВ МАКТ W25 (Rev.5 June 2014)	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
Таблиця 5.1.3-1	Доповнена значенням відносного подовження для категорії прокату 5059 O/H111	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
5.1.4, табл. 5.1.9	Зміни редакційного характеру	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
5.1.11	Уточнені вимоги до супроводжуваних документів з урахуванням положень частини I «Загальні положення по технічному нагляду» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів та виробів	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
5.2.3, 5.3.1.2, 5.3.4.2, 5.3.6.1, 5.3.8	Зміни редакційного характеру	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
5.4	Доповнений новим підрозділом, який містить вимоги до ЗВП-панелей із деформованих алюмінієвих сплавів Текст підрозділу та таблиці 5.4.3.1 і 5.4.3.2 приведені у відповідність до міжнародних стандартів	Бюлетень № 1 змін і доповнень Бюлетень № 6 змін і доповнень	
Розділ 6			
6.1.3.1	Зміни редакційного характеру	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
6.2.2.7, 6.2.3.6, 6.3.4.4, 6.4.6, 6.6.7, 6.7.6	Уточнені терміни «сертифікат підприємства» з урахуванням положень частини I «Загальні положення по технічному нагляду» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів та виробів	Бюлетень № 1 змін і доповнень	

6.5.2.2	Текст доповнений новим абзацом про заборонення застосування цибутрина САС № 28159-98-0	Резолюція IMO MEPC.331(76)	
6.5.3.1, 6.5.3.2	Зміни у зв'язку з введенням у Правила класифікації та побудови суден ч. I «Класифікація» в п. 2.2.4.6 додаткового знаку «ICE-COAT» Зміст таблиці 6.5.3.1 змінений відповідно до ДСТУ EN ISO 12944-6	Бюлетень № 4 змін і доповнень Бюлетень № 6 змін і доповнень	
Табл. 6.5.3.1	Зміна редакційного характеру		
6.5.4.3, 6.5.4.5	Зміни редакційного характеру	Бюлетень № 6 змін і доповнень	
6.5.4.4	Уточнені вимоги до ґрунтів, які не видаляються перед зварюванням	Бюлетень № 6 змін і доповнень	
6.6.2	Уточнені вимоги до канатів із рослинного і синтетичного волокна	Зауваження користувачів Правил	
6.8.2.1	Уточнені вимоги до умов гідравлічних випробувань з урахуванням УВ МАКТ Р4 (Rev/5 Dec 2018)	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
6.8.2.3, 6.8.2.4	Об'єднані вимоги існуючих пунктів 6.8.2.3÷6.8.2.5 та уведені уточнення з урахуванням УВ МАКТ Р4 *Rev.5 Dec 2018)	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
6.8.4	Уточнені вимоги до мінімальної ударної міцності з урахуванням УВ МАКТ Р4 (Rev.5 Dec2018)	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
6.8.5.1, 6.8.5.2	Уточнені вимоги до мінімальної робочої температури і мінімальної температури прогину при випробуваннях труб із пластмас з урахуванням УВ МАКТ Р4 (Rev.5 Dec 2018)	Бюлетень №1 змін і доповнень	
6.8.6.3, 6.8.6.4	Уточнені вимоги до вогнезахисних покриттів з урахуванням УВ МАКТ Р4 (Rev.5 Dec 2018)	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
6.8.7	Уведений новий пункт, що містить вимоги до електропровідності з урахуванням УВ МАКТ Р4 (Rev.5 Dec 2018)	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
6.8.8.3	Уточнені вимоги до серійних зразків труб з урахуванням УВ МАКТ Р4 (Rev.5 Dec 2018)	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
6.10	Уведений новий підрозділ, що містить вимоги до полімерного матеріалу, який використовується при монтажі механізмів, обладнання, суднових пристроїв та їх компонентів	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
6.11	Уведений новий підрозділ, що містить вимоги до поліетиленів високої (HDPE), середньої (MPDE) та низької (LPDE) щільності і акрилонітрил бутадієн стиролів (ABC), які використовуються у суднобудуванні, а також при монтажі механізмів, обладнання, суднових пристроїв і їх компонентів згідно вимог Міжнародного стандарту DNV-ST-0342.	Бюлетень № 2 змін ы доповнень	
6.11.2.4, 6.11.2.5, 6.11.2.6	Тексти пунктів замінені новими з урахуванням частини I «Загальні положення по технічному нагляду» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів та виробів Міжнародного стандарту DNV-ST-0342 та результатів аналізу вимог ІКТ	Бюлетень № 3 змін і доповнень	
6.12	Розділ доповнений новим підрозділом із вимогами до полімерних матеріалів для виготовлення елементів валопроводів	Бюлетень № 6 змін і доповнень	
6.13	Розділ доповнений новим підрозділом із вимогами до синтетичних матеріалів, які застосовуються для підшипників суднових валів і банерів стерен	Бюлетень № 6 змін і доповнень	

Розділ 7			
7.1.2.2, 7.2.5.8.2, 7.2.5.8.3, 7.2.5.8.4	Уточнені терміни «сертифікат підприємства» з урахуванням положень частини I «Загальні положення по технічному нагляду» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів та виробів	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
7.1.3	Рис. 7.1.3 замінений у зв'язку із уточненням розмірів ланки якірного ланцюга без розпірки	Бюлетень № 6 змін і доповнень	
7.2.4.5.3	Зміни редакційного характеру		
Розділ 8			
8.1.3.2.3, 8.1.3.3.5	Уточнені посилання на частину **III** «Пристрої, обладнання і забезпечення»	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
8.3.1	Уточнені вимоги до скоби якоря з урахуванням УВ МАКТ W29	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
8.4.5	З метою уніфікації термінології уточняється термін «сертифікат», з урахуванням положень частини I «Загальні положення по технічному нагляду» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів та виробів	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
Розділ 9			
9.2.3	У таблицю 9.2.3-3 внесені уточнення до механічних властивостей поковок і штампованих заготовок	Бюлетень № 6 змін і доповнень	
9.2.4, 9.3.7.3, 9.4.4, 9.6.1.2, 9.6.3.1	Уточнені терміни «сертифікат підприємства виготовлювача» з урахуванням положень частини I «Загальні положення по технічному нагляду» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів та виробів	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
9.2.9, 9.6.5	Уточнені вимоги до супроводжуваних документів	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
9.4.2.1	Уточнені вимоги до хімічного складу титанових сплавів	Бюлетень № 6 змін і доповнень	
9.4.3.1	Уточнені вимоги до класифікації титанових сплавів для суднових трубних систем	Бюлетень № 6 змін і доповнень	
9.4.3.3	Текст пункту доповнений таблицею із вимогами до холоднодеформованих труб із титанових сплавів	Бюлетень № и6 змін і доповнень	
Розділ 10			
10.3.1.2	Уточнені вимоги до виготовлення фанери	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
Розділ 11			
11.2.1, 11.2.2	Зміни редакційного характеру	Бюлетень № 1 змін і доповнень	
Розділ 12	Частина доповнюється новим розділом з вимогами до продуктів адитивного виробництва	Бюлетень № 6 змін і доповнень	

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 обсягу оглядів і випробувань при первинному огляді виробництва матеріалів і виробів, а також при здійсненні технічного нагляду Регістру 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, обсяги 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-виготовлювачів визначаються для кожного об'єкту застосування відповідно до Номенклатури об'єктів технічного нагляду Регістру (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 суден[1].

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-виготовлювачів.

Вироби – у цій частині під терміном «вироби» розуміються напівфабрикати, ланцюги і комплектуючі до них, а також троси.

Здавальні (сертифікаційні) випробування - визначений Правилами Регістру або узгодженою з ним документацією обсяг випробувань продукції, яка поставляється під наглядом Регістру, на основі

[1] Далі - частина I «Класифікація».

результатів якого можуть бути оформлені сертифікати Регістру.

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, блюм, 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 виготовлювача.

Проба – частина напівфабрикату або виробу або спеціально виготовлена заготовка, із якої виготовляються зразки для випробувань.

Свідоцтво про визнання виготовлювача (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-виготовлювачів.

Сертифікат підприємства виготовлювача – 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 якість продукції органу підприємства.

Сертифікат про типове 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-виготовлювачів.

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 ООСЯГ 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 У разі якщо підрозділами цієї частини Правил вимагається визнання виготовлювача, то таке визнання має бути виконано до початку виробництва продукції. . 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 Регістру, а також належний рівень стабільності якості;

.3 оформлення результатів огляду:

оформлення Свідоцтва про визнання виготовлювача (СВВ) або Свідоцтва про типове схвалення (СПТС) (при позитивних результатах);

підготовка висновку про неможливість оформлення згаданих вище документів Регістру (при незадовільних результатах).

Усі процедури, необхідні для отримання Свідоцтва про визнання виготовлювача і Свідоцтва про типове 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 Регістру, 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 виготовлювачем. 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 Регістру 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 виготовлювача, напівфабрикати із забракованої партії можуть представлятися до випробувань поштучно, і у випадку задовільних результатів можуть бути допущені Регістром до постачання.

За розсудом виготовлювача, 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-виготовлювача 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 Регістру 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 виготовлювача;

- контрольний штамп контролюючої організації виготовлювача;

- 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 металевих матеріалів і виробів, або окремий металевий напівфабрикат і окремий виріб, якщо постачання здійснюється поштучно, що пройшли випробування, повинні супроводжуватися відповідним документом Регістру або документом підприємства-виготовлювача, завіреним представником Регістру. **1.4.3.1** Сертифікат якості виготовлювача.

Для завірення сертифіката підприємства виготовлювача, представнику Регістру, одночасно з пред'явленням матеріалу у остаточному вигляді або завчасно повинний бути представлений сертифікат підприємства 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 проєкту, 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 Сертифікат Регістру як мінімум, повинний містити:

- номер замовлення;

- номер будівельного проєкту, якщо він відомий;

- найменування, номер, розміри та масу матеріалу;

- марку (категорію) матеріалу і стан постачання;

- номер сертифікату якості підприємства виготовлювача;

- номер партії або напівфабрикату або ідентифікаційний номер, що дозволяє ідентифікувати - матеріал, що постачається;

- номер креслення (якщо застосовне).

Обов'язковим додатком до сертифікату Регістру повинні бути, завірені уповноваженим на це представником виготовлювача, сертифікати підприємства-виготовлювача.

У разі поставки матеріалу тільки з сертифікатами виготовлювача, завіреними представником Регістру, форма і його зміст повинні бути узгоджені з Регістром і покупцем.

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 наглядом Регістру металургійним підприємствам, визнаним Регістром (які мають СВВ), можуть здійснюватися їх без отримання вказаними лабораторіями окремого документу Регістру – 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, 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 ±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 ДСТУ EN 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 плині 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 передує руйнуванню зразка.

Для визначення тимчасового опору R_m зразок піддають розтягуванню під дією плавно зростаючого навантаження, яке передує 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/мм^2 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 ⅓ 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 = 200мм, 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, мм^2;

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.

Для поковок і виливок малих розмірів можуть застосовуватися зразки прийнятної довжини і розмірів перерізу, відповідних перерізу виробу.

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 ¼ товщини напівфабрикату.

2.2.2.6 При випробуванні дроту використовуються його зразки повного перерізу таких розмірів:

L_0 = 200мм,

$L_c = L_0 + 50$мм.

Таблиця 2.2.2.3

Напівфабрикат	**Тип зразка**	**Розміри зразка, мм**
1	**2**	**3**
Поковки, виливки, сортовий прокат	Рис. 2.2.2.3 ***(а)***	**Круглі пропорційні зразки** $10 \le d \le 20$, переважно 14мм; $L_0 = 5d$; $L_c = L_0 + d/2$; R = 10мм (для матеріалів, які мають $A_5 \le 10\%$, $R \ge 1{,}5d$ і для чавуну з кулястим графітом). Вісь зразка повинна знаходитися на відстані 1/4 товщини прокату від поверхні. Для прутків і виробів малих розмірів можуть бути допущені зразки повної товщини і з відповідними іншими розмірами.

Напівфабрикат	**Тип зразка**	**Розміри зразка, мм**
1	**2**	**3**
Листовий, штабовий, профільний прокат	Рис. 2.2.2.3 ***(б)***	**Пласкі пропорційні зразки** $a = t$ (t - товщина прокату); b = 25мм; $L_0 = 5{,}65\sqrt{S_0}$; $L_c = L_0 + 2\sqrt{S_0}$; R = 25мм; при товщині прокату t рівній або меншій 12,5мм допускаються зразки $b = 2t$; $R = 2t$; **Пласкі непропорційні зразки** $a = t$ (t - товщина прокату); b = 25мм; L_0 = 200мм; $L_c \geq$ 212,5мм; R = 25мм. При товщині прокату більше ніж 40мм допускається використовувати зразки відповідно до рис. 2.2.2.3 (***а).*** Якщо потужність машин для випробування зразків повної товщини не достатня, плоскі зразки можуть піддаватися струганню. При випробуванні на зварюваність стикове з'єднання і наплавлений метал випробовуються згідно **2.2.2.8**.
Труби	Рис. 2.2.2.3 ***(в)*** Рис. 2.2.2.3 ***(г)***	**Відрізок труби** $L_0 = 5{,}65\sqrt{S_0}$; $L_c \geq 5{,}65\sqrt{S_0} + D/2$, де L_c – відстань між затискачами або оправками, залежно від того що менше. **Зразки зі стінки труби** $a = t$; $b \geq$ 12мм; $L_0 = 5{,}65\sqrt{S_0}$; $L_c = L_0 + 2b$; 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.
Напівфабрикати з деформованих алюмінієвих сплавів		Згідно з **2.2.2.5**

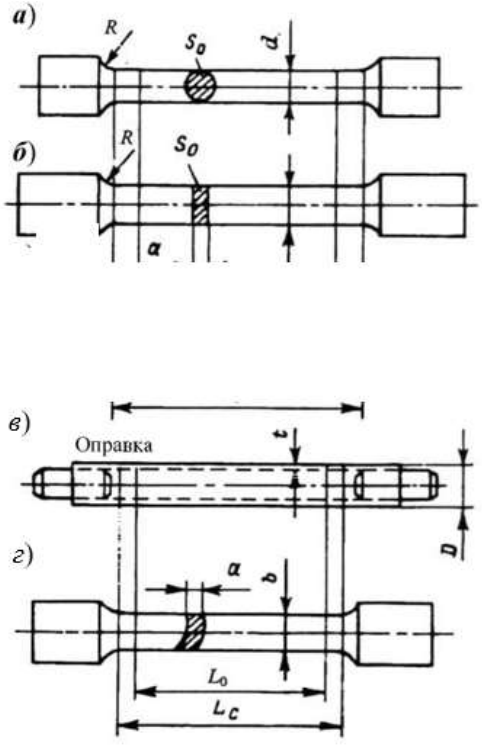


Рис. 2.2.2.3

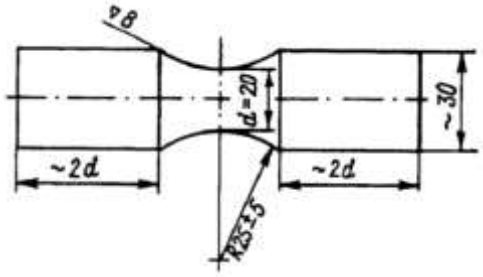


Рис.2.2.2.4.

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 = 10мм;

L_0 = 50мм;

$L_C \geq$ 55мм;

$R \geq$ 10мм.

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 = 12мм для $t \leq$ 2мм;

b = 25мм для $t >$ 2мм;

L_C = ширина шва + 60мм;

$R \geq$ 25мм.

Верхня і нижня поверхні зварного шва плоских зразків повинні бути механічно оброблені до рівня поверхні основного металу.

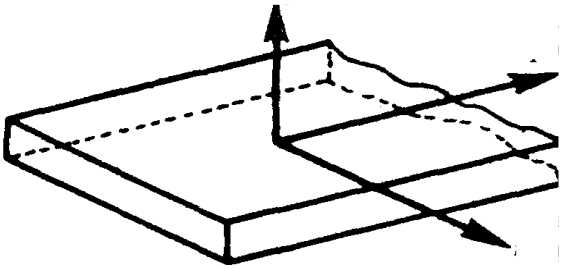


Рис. 2.2.2.7-1

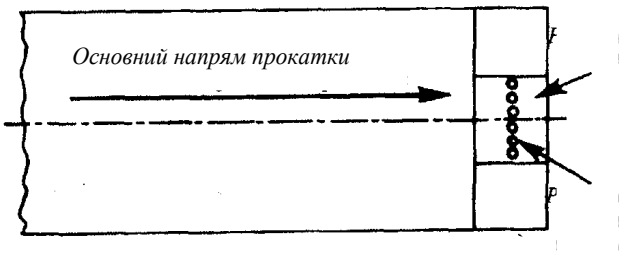


Рис. 2.2.2.7-2

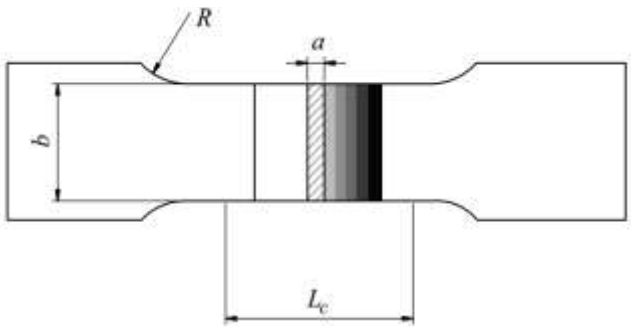


Рис. 2.2.2.8

2.2.2.9 Допустимі відхилення від наведених у **2.2.2** розмірів зразків повинні відповідати вимогам стандартам ДСТУ EN ISO 6892-1, ДСТУ EN ISO 6892-2, 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 ДСТУ EN ISO 148-2 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 ±2°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	**Номінальний розмір**	**Допустиме відхилення**
Довжина *L*, мм	55	±0,60
Ширина *b*, мм	10	±0,10
Висота *a*, мм	10	±0,10
Радіус заокруглення основи надрізу зразка *r*, мм	1	±0,10
Відстань від площини симетрії надрізу до кінця зразка *L*/2, мм	27,5	±0,40
Кут між площиною симетрії надрізу і віссю зразка θ, °	90	±2

Таблиця 2.2.3.1-2

Параметр	**Номінальний розмір**	**Допустиме відхилення**
Довжина *L*, мм	55	±0,60
Висота *a*, мм	10	±0,06
Ширина *b*, мм	10 7,5 5,0	±0,11 0,11 ±0,06
Кут V-подібного надрізу зразка γ, °	45	±2
Висота зразка в місці надрізу *h,* мм	8	±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	±0,042
Кут між площиною симетрії надрізу і віссю зразка θ, °	90	±2

Таблиця 2.2.3.1-3

Параметр	**Номінальний розмір**	**Допустиме відхилення**
Довжина *L*, мм	55	±0,60
Ширина *b*, мм	10	±0,11
Товщина *a*, мм	10	±0,11
Висота зразка в місці надрізу *h*, мм	5	±0,09
Радіус заокруглення основи надрізу до кінця зразка *r,мм*	1	±0,07
Відстань від площини симетрії надрізу до кінця зразка *L*/2, мм	27,5	±0,42
Кут між площиною симетрії надрізу і віссю зразка θ, °	90	±2

Таблиця 2.2.3.1-4

Розміри зразка, мм	**Середнє значення роботи удару , Дж**
10 × 10 × 55	1*E*
10 × 7,5 × 55	5/6*E*
10 × 5 × 55	2/3*E*
10 x 2,5 x 55	1/2*E»*

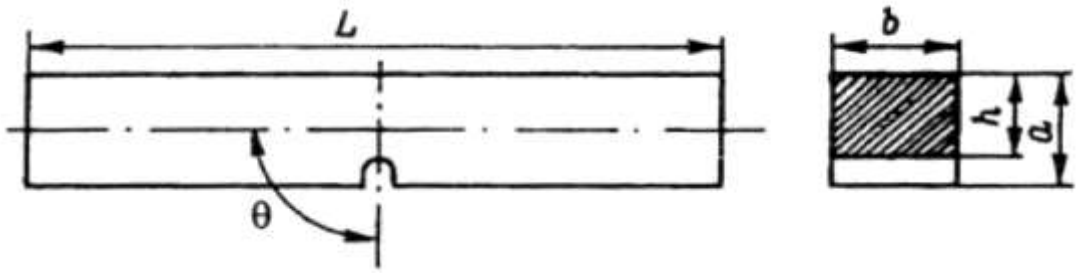


Рис. 2.2.3.1-1

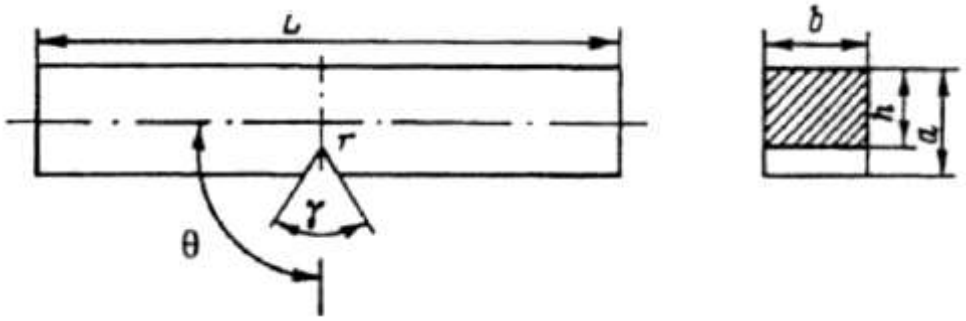


Рис. 2.2.3.1-2

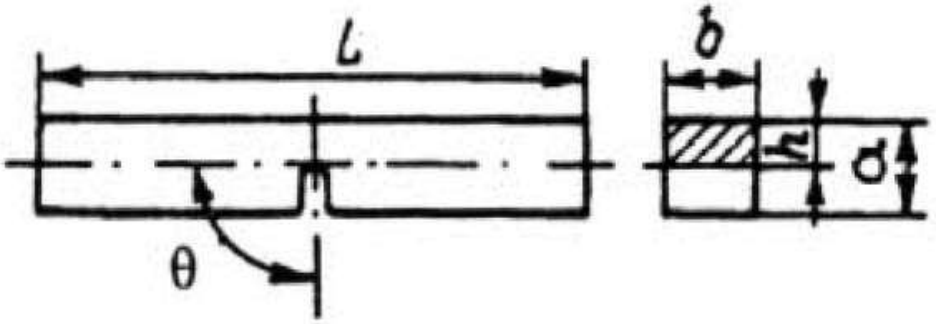


Рис. 2.2.3.1-3

Роботу удару *KV* для прокату товщиною *t* менше 10мм 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* = 7,5мм, 5мм і 2,5мм.

Необхідну величину роботи удару на зразках шириною *b* < 10мм, *E*(*b*), допускається розраховувати, виходячи із необхідної мінімальної середньої роботи удару для зразків з шириною, що дорівнює 10 мм (E_{10}) за формулою:

$$E(b) = (b/15 + 1/3)\, E_{10} \qquad (2.2.3.1)$$

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 6мм виконуються за вимогами Регістру, з урахуванням вимог **3.5**. Випробування на прокаті товщиною менше 2,5мм 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 менш 10мм 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.

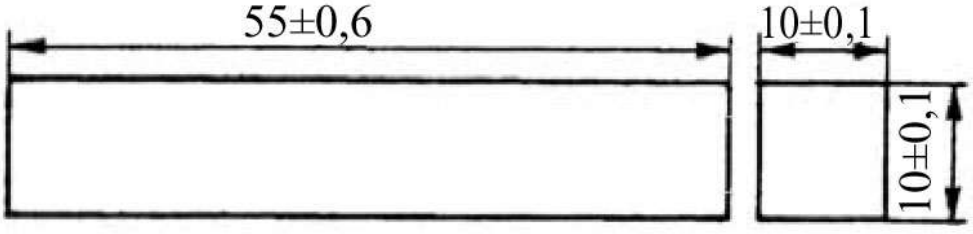


Рис.2.2.3.2

2.2.3.3 Випробування повинні виконуватися на маятникових копрах з енергією на менше 150Дж.

Відстань між опорами повинна бути 40 ± 0,5мм. 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 0,5мм.

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 ±2°С.

Ступінь переохолодження визначається у відповідності з табл. 2.2.3.3, якщо зразки випробовують не пізніше, ніж через 3 – 5с після виймання із термостата.

Таблиця 2.2.3.3

Температура випробувань, °С	**Температура переохолодження, °С**
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°С, 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°С) 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°С для сталі категорії D32).

Якщо не застережене інше, результати випробування суднобудівної сталі на чутливість до механічного старіння повинні відповідати вимогам, установленими 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°С на сталі товщиною, меншою чи рівною 50мм, — див. табл. 3.2.3-4).

При проведенні зазначених випробувань при температурах, нижче запропонованих для категорії сталі, що представлена, (наприклад, для сталі категорії D32, - нижче мінус 20°С), 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 Брінеллем (НВ), 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.

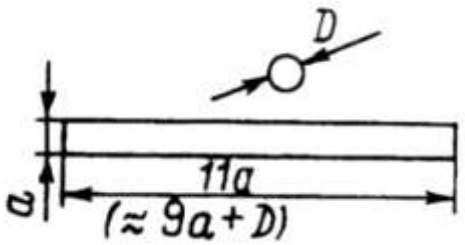


Рис. 2.2.5.1

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: $a = t$; $b = 30$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: $a = 20$мм, $b = 25$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 EN ISO 8492 або відповідного стандарту ISO).

2.2.5.3 Випробування на роздачу виконуються на зразках, виготовлених відповідно до вимог ДСТУ EN 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.

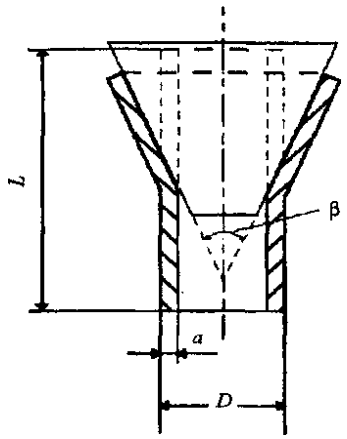


Рис. 2.2.5.3

2.2.5.4 Випробування на розтягування кілець виконуються відповідно до вимог стандарту ДСТУ EN 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 EN ISO 8494 або відповідного стандарту ISO довжиною, рівною 1,5*D* (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 0,5*D*.

Швидкість проникнення оправки не повинна перевищувати 50мм за хвилину.

2.2.5.6 Випробування на роздачу кілець виконується відповідно до вимог стандарту ДСТУ EN 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.

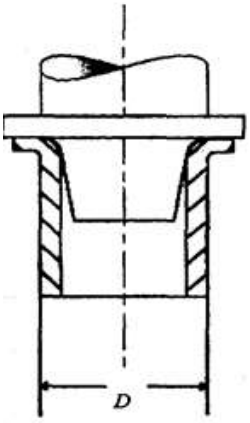


Рис. 2.2.2.5

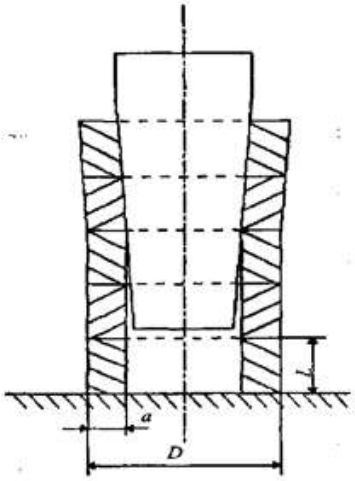


Рис. 2.2.2.6

2.2.6 Випробування вантажем, що падає, для визначення температури нульової пластичності.

2.2.6.1 Загальні положення.

2.2.6.1.1 Основним призначенням випробувань є визначення умов розвитку крихкого руйнування в матеріалі товщиною не менше 16мм.

2.2.6.1.2 Випробування складається із згинального навантаження падаючим вантажем серії зразків при різних температурах з метою визначення температури, при якій відбувається руйнування стандартних зразків - температури нульовий пластичності (NDT) з інтервалом в 5°С.

Прогин зразків повинен обмежуватися стопором відповідно до стандарту який застосовується при випробуванні.

2.2.6.2 Зразки для визначення NDT.

2.2.6.2.1 Проби для виготовлення зразків для визначення NDT повинні відбиратися з місця, максимально наближеного до місця відбору проб для механічних випробувань. Якщо при відборі проб використовується газове різання, припуск на механічну обробку на сторону, повинен бути не менше 25мм.

2.2.6.2.2 У випадку випробувань прокату, орієнтація зразків при їх виготовленні, якщо іншого не зазначено, повинна бути такою, щоб їх поздовжні осі були перпендикулярні до останнього прокату напівфабрикату (переважного напрямку деформування металу).

Виготовлення зразків з поковок і виливків повинно виконуватися за узгодженою із Регістром методикою відповідно до вимог цього розділу.

2.2.6.2.3 Визначення NDT рекомендується проводити на серії з дев'яти зразків, відібраних від напівфабрикату в одному місці.

2.2.6.2.4 Зразки для визначення температури нульовий пластичності виготовляються відповідно до стандарту ASTM E-208. Випробування повинні виконуватися на зразках типів, зазначених у табл. 2.2.6.2.4:

Таблиця 2.2.6.2.4

Тип зразка	Товщина, мм	Ширина, мм	Довжина, мм
Р-1	25 ± 2,5	90 ± 2,0	360 ± 2,0
Р-2	19 ± 1,0	50 ± 1,0	130 ± 1,0
Р-3	16 ± 0,5	50 ± 1,0	130 ± 1,0

Вибір типу зразка здійснюється таким чином, щоб товщина зразка була максимально наближена до товщини матеріалу, який випробовується. Виняток: якщо дійсна границя плинності матеріалу перевищує 900МПа, необхідно використовувати тільки зразки типів Р-2 і Р-3.

2.2.6.2.5 Зразки, як правило, виготовляються механічним методом. Розігрів зразків при цьому не допускається. Сторона зразка, яка розтягується, механічної обробці не піддається, крім випадків додаткових випробувань, зазначених у **2.2.6.2.7**.

2.2.6.2.6 Зразки в серії повинні мати однакову орієнтацію.

2.2.6.2.7 Для випробувань використовуються прямокутні зразки з крихким наплавленням на необробленій стороні, яка розтягується. У наплавленні поперек зразка виконується надріз, від якого при ударному навантаженні поширюється тріщина.

У разі випробувань прокату, додаткові випробування проводяться на зразках, вирізаних у такий спосіб:

- для прокату товщиною від 40, але менше 50 мм - зразки типу Р-1 або Р-2 від середини товщини листа, в площині листа, впоперек напрямку прокатки;

- для прокату товщиною 50 мм і більше - зразки типу Р-2 від середини товщини перпендикулярно до площини листа таким чином, щоб напрямок розвинення руйнування збігався з направленням прокатки.

2.2.6.2.8 Надріз наноситься тільки по наплавленому металу з контролем товщини нетто-перетину наплавленого металу під надрізом: 2 - 0,2мм; шириною надрізу: ≤ 1,5мм.

2.2.6.2.9 Електроди для крихкого наплавлення повинні мати діаметр осереддя від 4 до 6мм. Кожна партія електродів повинна проходити перевірку придатності наступним чином:

додатково до основної партії зразків з досліджуваного напівфабрикату слід виготовити три зразка, які після попередньої оцінки температури NDT повинні бути випробувані при температурі не нижче NDT + 60°С. На кожному із випробуваних зразків, повинна утворитися візуально виявлена тріщина, яка поширюється від надрізу в сторону наплавлення.

2.2.6.2.10 Крихке наплавлення виконують в один прохід, розміщуючи його уздовж зразка, в центрі необробленої механічним шляхом поверхні. Ширина наплавлення повинна бути 13 ± 2мм, довжина 65 ± 5мм, висота валика, приблизно однакова по всій його довжині, повинна бути не менше 4 і не більше 8мм, що забезпечується відповідним режимом зварювання.

2.2.6.3 Обладнання, оснащення та засоби вимірювань.

2.2.6.3.1 Обладнання, оснащення та засоби вимірювань повинні задовольняти вимогам стандартів та цих Правил, періодично контролюватися і калібруватися уповноваженим національними органами.

2.2.6.3.2 Випробування проводяться на копрі з вільно падаючим вантажем масою, що забезпечує енергію удару від 330 до 1750Дж. Енергія удару встановлюється згідно ASTM E208 відповідно до типу зразка і дійсною межею плинності матеріалу.

Необхідний рівень енергії для конкретного матеріалу і розміру напівфабрикату обирається відповідно до стандартів. Ковадло, повинне бути виготовлене з монолітного металу, і мати твердість поверхні від 50 до 55 HRC.

2.2.6.4 Зразок вважається зруйнованим, якщо при ударі падаючого вантажу, тріщина поширилася хоча б до однієї бічної грані зразка. Якщо не очевидно, що тріщина поширилася до бічної грані, але на необробленій поверхні зразка в площині надрізу видно канавку, як наслідок утяжки металу при випробуванні, зразок слід піддати термічному фарбуванні і доламати будь-яким способом для дослідження форми і розмірів тріщини.

Зразок вважається зруйнованим, якщо тріщина поширилася хоча б до однієї бічної грані, тобто вершина тріщини знаходиться на відстані не більше 3мм від бічної грані.

2.2.6.5 Умови коректності отриманих значень NDT:

.1 геометричні розміри зразків повинні знаходитися в межах стандартних допусків;

.2 візуально виявлена тріщина в металі наплавлення;

.3 зразки при вигині досягли стопора;

.4 наплавка зразків не впирається в стопор;

.5 отримане значення температури нульовий пластичності підтверджено результатами випробувань трьох зразків при температурі NDT + 5°C, жоден з яких не зруйнувався;

.6 доведена придатність електродів, які використовуються для крихкого наплавлення

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 проєктно-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'язко-крихкого переходу для оцінки здатності матеріалу гальмувати поширення крихкого руйнування ($T_{кб}$, *NDT, DWTT)*;

- методи визначення параметра тріщиностійкості *CTOD* для основного металу, металу зони термічного впливу (ЗТВ) і металу шва 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 на 40% товщин усіх нижчих категорій і рівнів міцності за умови ідентичності хімічного складу, технології виготовлення і термічної обробки випробуваного матеріалу. При цьому, якщо за розрахунками поширення досягне товщини 10мм і менше, то найменша товщина, до якої поширюється схвалення Регістру, приймається більше 10мм.**2.2.10.2** Випробування для визначення критичної температури в'язко-крихкого переходу на великогабаритних зразках $T_{кб}$.

2.2.10.2.1 Загальні вимоги.

2.2.10.2.1.1 Температура $T_{кб}$, є температурою в'язко-крихкого переходу і характеризується відповідно до 70% волокнистої складової у вигині зразка натурної товщини. Виконані випробування по визначенню $T_{кб}$, дозволяють визначити холодостійкість випробуваного матеріалу, проводити порівняння холодостійкості різних сталей, а також оцінити температуру зупинки крихкої тріщини в випробуваному матеріалі.

2.2.10.2.1.2 Процедура визначення $T_{кб}$ передбачає виконання випробувань серії зразків сталі натурної товщини при трьохточковому вигині до руйнування. Випробування виконуються при послідовно понижуваних температурах.

2.2.10.2.1.3 Під час проведення випробувань контролюються площа кристалічної (крихкої) або волокнистої (в'язкої) складової у вигині зразка і температура випробувань. Крім того, після виконання випробувань оцінюється утворення розщеплення у вигині в межах волокнистої складової. У разі наявності численних розщеплень або одиночних розщеплень довжиною більше половини висоти вигину (висота зразка мінус глибина надрізу), про це робиться позначка у протоколі випробувань, і оцінка температури матеріалу $T_{d\ (Tкб),}$ який застосовується, вважається некоректною.

2.2.10.2.1.4 Для визначення температури $T_{кб}$ будується температурна крива середньої частки волокнистої складової у вигинах зразків. Рекомендується починати випробування при наступному ряді температур, по два зразка на температуру, з інтервалом не більше 20°С:

.1 для сталі товщиною менше 50мм: -20°С, -40°С, -60°С тощо до температури, при якій спостерігається менше 50% волокнистої складової у вигині ;

.2 для термічно поліпшеної сталі і сталі у стані поставки ТМ: 0°С, -20°С, -40°С, -60°С тощо;

.3 для сталі товщиною понад 50мм: 20°С, 0°С, -20°С, -40°С, -60°С тощо.

Далі, з інтервалом не більше 5°С, визначається мінімальна температура, при якій середня частка волокнистої складової у вигинах становить не менше 70%, і проводяться перевірочні випробування при цій температурі.

2.2.10.2.2 Зразки для визначення $T_{кб}$.

2.2.10.2.2.1 Проби для виготовлення зразків для визначення $T_{кб}$ повинні відбиратися з місця, максимально наближеного до місця добору проб для визначення механічних властивостей напівфабрикату.

2.2.10.2.2.2 Орієнтація зразків, якщо іншого не зазначено, повинна бути такою, щоб їх поздовжні осі були перпендикулярні до напрямку останньої прокатки (переважного напрямку деформування металу). Орієнтація для кожного із зразків вказується в протоколі випробувань.

2.2.10.2.2.3 Визначення $T_{кб}$ рекомендується проводити на серії з 12 зразків, відібраних від одного місця напівфабрикату.

2.2.10.2.2.4 Виготовлення зразків здійснюється механічним способом. Допускається вирізання зразків із застосуванням газової або плазмової різки за умови механічної обробки опорних і навантажуваних поверхонь для забезпечення їх паралельності між собою і перпендикулярності до поверхні листа.

2.2.10.2.2.5 Розміри зразків з металу натурної товщини повинні відповідати вимогам табл. 2.2.10.2.2.5. Радіус при вершині надрізу плоских призматичних зразків повинен бути рівний половині ширини надрізу.

Таблиця 2.2.10.2.2.5

Товщина, мм	Довжина, мм	Висота, мм	Глибина надрізу, мм	Ширина надрізу, мм
Понад 10 до 14	288 + 20	60 + 5	20 + 5	3 + 3
Понад 14 до 32	400 + 20	90 + 5	30 + 5	3 + 3
Понад 32 до 60	520 + 20	120 + 5	40 + 5	5 + 5
Понад 60 до 100	640 + 20	150 + 5	75 + 5	5 + 5
Понад 100	Шість товщин + 20	1,5 товщини + 5	0,75 товщини + 5	10 + 5

2.2.10.2.3 Обладнання, оснащення та засоби вимірювань.

2.2.10.2.3.1 Обладнання, оснащення та засоби вимірювань повинні задовольняти вимогам стандартів та цих Правил, періодично контролюватися і калібруватися уповноваженими на те контролюючими органами.

2.2.10.2.3.2 Швидкість навантаження при випробуванні повинна контролюватися по переміщенню навантажувальної траверси і повинна складати 1,0мм/с допуском - 0,2.

2.2.10.2.4 Порядок визначення кількості волокнистої складової у вигині.

2.2.10.2.4.1 Після випробування визначають відповідність виду вигину в межах зарахованої площі по одному або декільком типам руйнування, які представлені на рис. 2.2.10.2.4.1. При комбінації типів руйнування сумарну площу кристалічної складової оцінюють за принципом, прийнятим для типу руйнування III:

.1 ручним вимірювальним інструментом вимірюється площа кристалічної складової S_{cr}, обчислюється частка волокнистої складової S_d;

.2 обчислюється та ж доля волокнистої складової S_d по цифровій фотографії вигину зразка;

.3 порівнюються значення, отримані двома способами. У разі відмінності більш ніж на 5% коригується порядок вимірювань і обчислень. Значення, заміряне по фотографії, вважається кращим.

Зарахована площа S_0 - площа вигину, на якій після випробування визначається наявність кристалічної та волокнистої складових. Розміри зарахованої площі відповідають площі нетто-перерізу зразка до випробування.

Волокниста складова у вигині (fibrous, ductile) має тьмяний сірий вигляд з характерними «волокнами», зазвичай з наявністю утяжки і пластичної деформації перерізу, які включають ділянки зрізу у бічних поверхонь зразка які розташовані під кутом до площини надрізу в зразку.

Кристалічна складова у вигині (cleavage, crystalline) - частина площі вигину з відсутністю утяжки і видимих слідів пластичної деформації. Зазвичай має металевий блиск, для високоміцних сталей може виділятися тільки більш світлим тоном. Плями кристалічної складової можуть перебувати як в площині надрізу, так і під значним кутом до неї.

Руйнування у вигляді «стрілок» (arrow) - ділянки вигину трикутної форми які черговані смужками більш дрібної структури. Дані ділянки можна вважати приналежними до волокнистої складової, якщо вони розташовані на губах зрізу. В іншому випадку площу вигину, яка відповідає певному типу руйнування, відносять до волокнистої і кристалічної складовим в співвідношенні 1:1, якщо не виконувалися спеціальні фрактографічні дослідження.

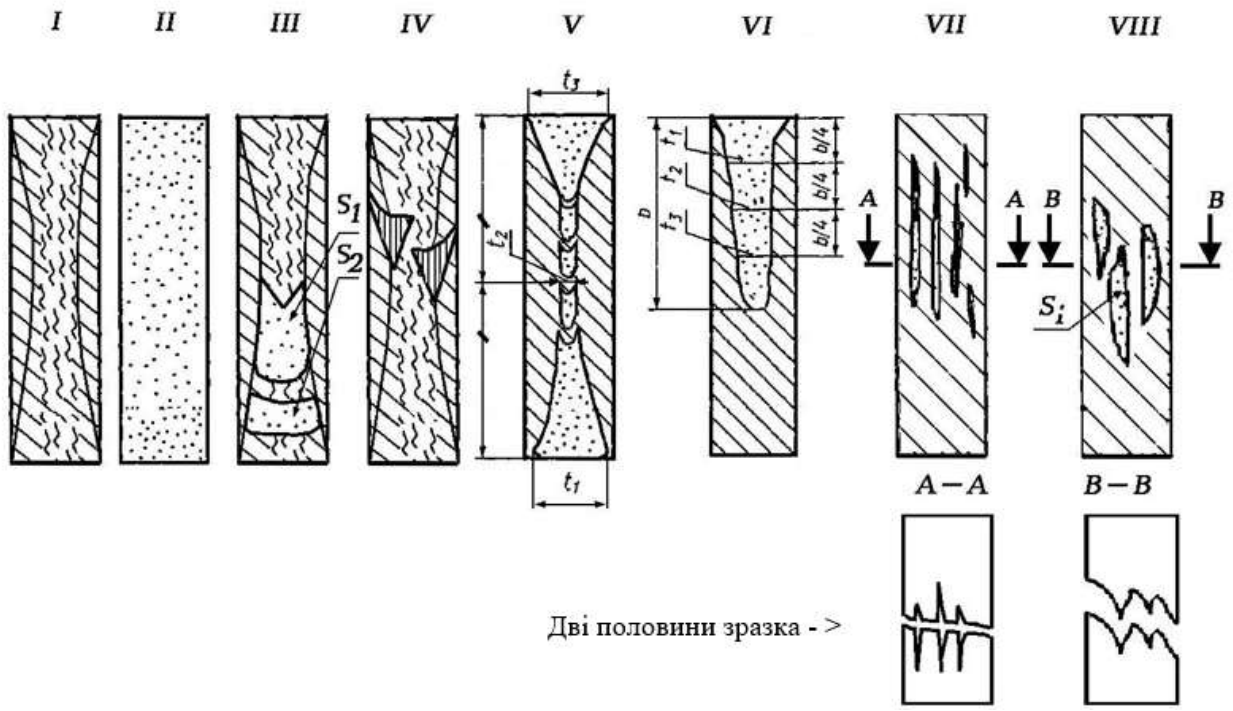


Рис. 2.2.10.2.4.1 Типи руйнування в межах зарахованої площі

Черговане руйнування (alternating) - вертикальна кристалічна смуга у вигині з тонкими перемичками волокнистої складової.

Розщеплення (separations) - вузькі щілини, виступи і поглиблення, «язички» у вигині, паралельні чорновій поверхні металу на одній або обох парних поверхнях руйнування, утворюються в процесі випробування. На поверхнях розщеплень можуть бути ділянки кристалічної складової, які не враховуються при оцінюванні вигину.

Порядок віднесення ділянок вигину до кристалічного типу (крихке руйнування) і розрахунку площі кристалічної складової S_{cr} відповідно до рис. 2.2.10.2.4.1:

I - волокниста складова, поверхня матова, S_{cr} = O, S_d = 100%;

II - кристалічна складова, $S_{cr} = S_0$, S_d = 0%. При наявності губ зрізу, останні не враховуються, якщо їх ширина не перевищує 0,5мм на сторону;

III - окремі плями кристалічної складової. $S_{cr} = \Sigma S_i$;

IV - області у вигляді стрілок враховують як кристалічну складову із знижуючим коефіцієнтом, якщо вони не розташовані на губах зрізу: $S_{cr} = 0{,}5\Sigma S_i$;

V - черговане руйнування;

$$S_{cr} = S_0 \times \{(t_1+t_3)/2+t_2)\}/2t,$$

де t - товщина недеформованого зразка до випробування. Волокнисті перемички не враховують, якщо кристалічні плями розташовані по всій висоті вигину, в іншому випадку руйнування відносять до типу III;

VI - кристалічний язик;

$$S_{cr} = (t_1+ t_2+ t_3)/3b,$$

де b - довжина язика;

VII - розщеплення перпендикулярно площині вигину не враховуються в якості кристалічної складової. S_{cr} = 0, S_d = 100% (слід аналізувати обидві половини зразка). Найбільша висота розщеплення вимірюється в площині вигину і вказується в протоколі;

VIII - площа кристалічних плям, які перебувають під кутом до площини надрізу, враховують в проекції на площину надрізу. При значному відхиленні від площини надрізу слід аналізувати обидві половини зразка, щоб розрізняти типи руйнування VII і VIII.

2.2.10.2.5 Умови коректності отриманих значень T_{kb}.

2.2.10.2.5.1 Геометричні розміри зразків повинні знаходитися в межах допусків.

2.2.10.2.5.2 Похибка вимірювання заданої температури зразка в його перерізі з надрізом не перевищує ± 2°С в діапазоні від 150 до - 200°С.

2.2.10.2.5.3 Похибка визначення кількості волокнистої або кристалічної складової у вигині зразка не перевищує + 5% від площі вигину.

2.2.10.2.5.4 Отримана температура T_{kb} є мінімальною температурою випробування з шагом не більше 5°С, при якій було випробувано не менше трьох зразків, середнє значення волокнистої складової у вигинах яких складає не менше 65% (і жодне індивідуальне значення не менше 60%).

2.2.10.3 Випробування для визначення температури NDT відповідно до **2.2.6.**

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 ± 2мм, довжина - 300 ± 5мм; відстань між опорами - 250 + 2мм.

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°С, при товщині прокату від 31 до 40мм – на 15°С.

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.

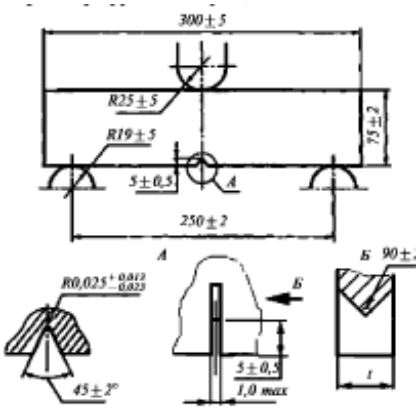


Рис. 2.2.10.4.Зразок і оснастка для випробувань
(*t*- товщина, всі розміри в мм, якщо не зазначене інше).

2.2.10.5 Випробування для визначення параметра *CTOD* для основного металу, зони термічного впливу (ЗТВ) і металу шва.

2.2.10.5.1 Загальні вимоги.

2.2.10.5.1.1 Основним призначенням випробувань є контроль виду руйнування матеріалів за наявності тріщини в кліматичному діапазоні температур. Під час випробувань визначається параметр тріщиностійкості *CTOD* (критичне розкриття вершини тріщини) при статичному навантаженні.

За *CTOD* приймається розрахована відповідно до стандартів одна з наступних величин розкриття тріщини, пов'язаних з визначеним видом її поширення:

δ_c — коли до початку нестабільного руйнування (крихкого поширення тріщини) її середній стабільний приріст склав менше 0,2 мм;

δ_u — коли до початку нестабільного руйнування (крихкого поширення тріщини) середній стабільний приріст склав більше 0,2 мм;

δ_m— коли було досягнуто максимум навантаження без нестабільного руйнування.

2.2.10.5.1.2 Для визначення *CTOD* застосовуються зразки з попередньо вирощеною втомною тріщиною, які випробовуються при заданій швидкості переміщення навантажувальної траверси випробувальної машини, що забезпечує швидкість зростання коефіцієнта інтенсивності напружень в межах (0,5 − 1,5) МПа $\cdot\frac{\text{м}^{0,5}}{\text{с}}$ на пружній ділянці деформації. Зразки навантажуються до руйнування (повного або часткового) або до перевищення максимуму зусилля, зареєстрованого при пластичній деформації.

2.2.10.5.2 Зразки для випробувань на *CTOD*.

2.2.10.5.2.1 Проби для виготовлення зразків для випробування на *CTOD* повинні відбиратися з місця, максимально наближеного до місця відбору проб для випробувань на розтяг і ударний вигин.

2.2.10.5.2.2 Орієнтація зразків, якщо інше не вказано, при їх виготовленні повинна бути такою, щоб напрямок поширення тріщини збігався з напрямком останнього прокатування (переважним напрямком деформування металу).

2.2.10.5.2.3 Дозволяється випробовувати зразки, виготовлені з напівфабрикатів, що мають кутові деформації та кривизну (наприклад, труби). У цих випадках проби можуть бути виправлені, причому точки прикладання навантаження повинні знаходитися на відстані не менше товщини зразка від лінії надрізу, а зона надрізу не повинна зазнавати деформацій, що впливають на результати випробувань.

2.2.10.5.2.4 Для зразків із залишковими напруженнями, а також підданих правці, допускається механічне зняття залишкових напружень. Термообробка в цьому випадку не допускається. Рекомендований метод механічного зняття залишкових напружень полягає в локальному стисненні бічних поверхонь зразка, що застосовується в зоні вершини надрізу, з пластичною деформацією зразка не більше 0,5 % товщини зразка з кожного боку. Для цього слід використовувати пуансони достатньої площі, щоб по можливості покрити зразок за одне стискання. Покриття вершини надрізу обов'язкове.

2.2.10.5.2.5 При визначенні тріщиностійкості ЗТВ надріз слід виконувати так, щоб вершина тріщини по максимально можливій довжині її фронту розташовувалася в шарі, що має, імовірно, найменшу в'язкість. Рекомендується для цього застосовувати зварювання зі спеціальною обробкою шва (К-подібною або несиметричною V-подібною зі скосом тільки одного краю).

Технологічний процес зварювання повинен бути схвалений Регістром.

Особлива увага повинна бути приділена застосовуваним при цьому зварювальним матеріалам і погонній енергії зварювання. Погонна енергія повинна становити:

- не менше 35 кДж/см в загальному випадку;

- не менше 50 кДж/см для сталі, призначеної для зварювання на високих погонних енергіях. При цьому значення погонної енергії повинно відповідати максимальній, застосованій при огляді сталі з індексом «W».

При проведенні випробувань металу ЗТВ рекомендується передбачити також випробування металу зварного шва для застосованого технологічного процесу зварювання, з виконанням надрізу в металі шва на відстані в межах 1 мм від лінії сплавлення. Результати цих випробувань враховуються при визначенні коректності даних, отриманих для зразків з розміткою надрізу по металу ЗТВ, якщо металографічним аналізом зафіксовано присутність на фронті початкової тріщини більш крихких нецільових структурних складових.

Перед нанесенням розмітки і виконанням надрізу на зразку необхідно здійснити травлення і дослідження структури металу зони термічного впливу. Якщо інші вказівки відсутні, досліджують зони передбачуваної найменшої в'язкості, якими слід вважати ЗТВ-I — зону найбільшої величини зерен, максимального перегріву при зварюванні, і ЗТВ-II — зону неповної рекристалізації. Слід приймати ширину цільових структур рівною 0,5 мм, які відраховуються всередину ЗТВ від лінії сплавлення (для ЗТВ-I) і від межі травлення (для ЗТВ-II).

Для обох зон необхідно отримати як мінімум по три коректних результати випробування. Загальна кількість зразків з надрізом по ЗТВ в серії становить до 12 на одну температуру випробування, оскільки частина результатів може не задовольняти умовам коректності випробувань, наведеним в 2.2.10.5.5.

2.2.10.5.2.6 Для випробувань з розташуванням надрізу по лінії сплавлення або будь-якій іншій цільовій мікроструктурі вважається достатньою наявність по фронту початкової втомної тріщини ділянки цільової мікроструктури протяжністю 15 % товщини зразка, якщо іншого не вказано Регістром. Для випробувань з розташуванням надрізу по центру шва вважається достатнім 70 % металу шва по фронту початкової тріщини.

2.2.10.5.3 Типи зразків.

2.2.10.5.3.1 Для випробувань виготовляються зразки таких типів:

.1 зразки прямокутного перерізу на триточковий вигин;

.2 зразки компактні на позацентрове розтягнення;

.3 зразки квадратного перерізу на триточковий вигин.

Товщина зразків t повинна становити не менше 85 % натурної товщини напівфабрикату. Для напівфабрикатів товщиною понад 80 мм допускається зниження товщини зразка t порівняно з натурною товщиною напівфабрикату S більше, ніж на 15 %, але не більше, ніж на 50 %, що повинно спричинити зниження температури випробувань на величину $17\ln(S/t)$°C.

2.2.10.5.3.2 Зразки прямокутного перерізу $t \times (2t)$ на триточковий вигин є основними. Для зниження металоємності та полегшення випробувань основного металу і металу шва зварних з'єднань допускається застосовувати компактні зразки з товщиною, максимально наближеною до натурної товщини напівфабрикату, з наступного ряду: 25 мм, 50 мм, 75 мм, 100 мм. З тією ж метою для випробувань металу зони термічного впливу і металу шва зварних з'єднань товщиною 40 мм і більше допускається використовувати зразки на триточковий вигин квадратного перетину $t \times t$.

2.2.10.5.4 Обладнання, оснащення та засоби вимірювання.

2.2.10.5.4.1 У загальному випадку обладнання, оснащення та засоби вимірювання повинні відповідати вимогам стандартів і цих Правил та періодично контролюватися і калібруватися уповноваженими на те національними органами.

2.2.10.5.4.2 В якості машин для випробувань слід використовувати сервогідравлічні або електромеханічні, з верхньою межею робочого діапазону навантажень від 100 до 3000 кН, що забезпечують навантаження зі швидкістю, встановленою в **2.2.10.5.1** і похибкою вимірювання навантаження не більше ±0,1 % від верхньої межі робочого діапазону. Системи для вимірювання

прикладеної сили і реєстрації результатів повинні дозволяти робити запис діаграм: «прикладене навантаження — розкриття берегів надрізу».

2.2.10.5.4.3 Оснащення для випробувань на триточковий вигин повинно забезпечувати можливість обертання і малого незалежного переміщення опорних роликів з метою підтримки безперервного контакту кочення протягом усього випробування. Діаметр роликів повинен становити від 0,5 до 1,0 висоти зразка.

2.2.10.5.4.4 Пристосування для навантаження компактних зразків (серги і пальці) повинні допускати вирівнювання зразка при навантаженні, для чого зазор між зразком і внутрішніми поверхнями серг повинен бути збільшений до 0,5 — 1,0 мм, і забезпечувати відсутність заклинювання пальців при пластичній деформації зразка.

2.2.10.5.4.5 Похибка при визначенні температури випробувань не повинна перевищувати ±1,5 °С. Вимірювання температури повинні проводитися термоелектричними перетворювачами з вторинними вимірювальними приладами точністю не нижче 0,5.

2.2.10.5.4.6 Розкриття берегів тріщини вимірюється за допомогою датчиків переміщення з базою від 5,0 до 12,5 мм, з діапазоном вимірювання від ±10 % до ±50 % від бази.

Похибка вимірювання переміщення за їх допомогою не повинна перевищувати ±1,5 % від верхньої межі робочого діапазону.

2.2.10.5.4.7 Датчик переміщення повинен проходити тарування перед кожною серією вимірювань ідентичних зразків. Якщо датчик добре ізольований від зразка, тарування при кімнатній температурі вважається достатнім.

Похибка тарування не більше 0,003 мм.

2.2.10.5.5 Умови коректності отриманих значень *CTOD*.

2.2.10.5.5.1 Геометричні розміри зразків повинні знаходитися в межах стандартних допусків.

2.2.10.5.5.2 Відношення довжини тріщини до висоти зразка повинно знаходитися в діапазоні від 0,45 до 0,55 для всіх типів зразків.

2.2.10.5.5.3 Мінімальна протяжність втомної тріщини визначається як більше з наступних значень: 1,3 мм або 2,5 % висоти зразка.

2.2.10.5.5.4 Різниця між двома будь-якими вимірами довжини початкової втомної тріщини не повинна перевищувати 10 % середнього значення довжини тріщини за цими вимірами. При випробуваннях зразків зі зварних з'єднань допуск може бути збільшений до 20 %.

Примітка: Довжину вихідної втомної тріщини вимірюють у дев'яти рівновіддалених точках, крайні з яких розташовані на відстані 0,01t від бічних поверхонь зразка в місці максимальної утяжки після випробування.

2.2.10.5.5.5 При випробуваннях металу зони термічного впливу вважається достатньою наявність по фронту початкової втомної тріщини ділянки цільової структури протяжністю 15 % в межах середніх трьох чвертей товщини зразка.

2.2.10.5.6 Визначення результату випробування на *CTOD*.

2.2.10.5.6.1 Значення параметра тріщиностійкості *CTOD* основного металу і металу зварного з'єднання для даної температури визначається як середнє з результатів випробувань за таких умов:

При отриманні трьох-чотирьох коректних результатів випробувань жоден з отриманих результатів не повинен бути менше 70 % від середнього для основного металу і менше 50 % для металу зварного з'єднання.

При отриманні п'яти і більше коректних результатів випробувань допустиме виключення одного мінімального результату з розгляду. Решта результатів повинні бути не менше 70 % від середнього для основного металу і менше 50 % для металу зварного з'єднання.

При невиконанні цих умов за величину *CTOD* приймається мінімальне зареєстроване значення цього параметра, або друге знизу при п'яти і більше коректних результатах.

2.2.10.5.6.2 Нестабільним руйнуванням зразка вважається повне або часткове руйнування (проскакування тріщини) зразка, при якому реєструється падіння навантаження і неконтрольоване зростання переміщень більш ніж на 1 %.

2.2.11 Методика визначення властивостей зупинки крихких тріщин сталевого листового прокату товщиною від 50 до 100 мм.

2.2.11.1 Метод випробування для визначення в'язкості руйнування при гальмуванні крихкої тріщини, K_{ca}.

2.2.11.1.1 Сфера застосування.

У стандарті ISO 20064:2019* представлено метод випробувань для в'язкості руйнування при гальмуванні крихкої тріщини з використанням широких зразків з градієнтом температур.

Примітка: ISO 20064:2019 Металеві матеріали. Сталь. Метод випробування для визначення в'язкості руйнування при крихкому розриві, K_{ca}

Metallic Materials. Steel. Method of Test for the Determination of Brittle Crac Arrest Toughness, Kca.

Вимога **2.2.11.1** поширюється на процедуру випробувань для визначення в'язкості руйнування сталі при гальмуванні крихкої тріщини K_{ca} з використанням параметра механіки руйнування і методу визначення K_{ca} при визначеній температурі зазначеній в ISO 20064:2019. Додатково, ці вимоги визначають метод оцінки K_{ca} на листі для випробувань. Вони також поширюються на сталь корпусних конструкцій товщиною понад 50 мм, але не більше 100 мм відповідно до **3.2** і **3.19**.

2.2.11.1.2 Процедура випробувань.

Процедури випробувань, що включають випробувальне обладнання, випробувальні зразки, методи випробувань, визначення характеристики гальмування, звіти про випробування, тощо повинні відповідати стандарту ISO 20064:2019.

В якості методу ініціювання крихкої тріщини допускається застосовувати допоміжний механізм навантаження відповідно до Додатка D стандарту ISO 20064:2019, за винятком того, що перше речення в 2.4 Додатка B стандарту ISO 20064:2019 переглянуто наступним чином «Отримання значення $\{K_{ca}/[K_0 * \exp(-cT_{caK})]\}$ для кожної точки даних».

2.2.11.2 Визначення значення K_{ca} при конкретній температурі та оцінка результатів.

2.2.11.2.1 Метод.

Метод проведення серії випробувань з метою визначення значення K_{ca} при конкретній температурі T_d повинен відповідати Додатку B стандарту ISO 20064:2019.

2.2.11.2.2 Оцінка результатів.

Апроксимація прямими відрізками графіка Арреніуса дійсних значень *Kca* методом інтерполяції повинна відповідати умовам **2.2.11.2.2.1** і **2.2.11.2.2.2**.

2.2.11.2.2.1 Оцінювана температура *Kca* (тобто –10 °C) знаходиться між верхньою і нижньою межами температури гальмування, при цьому значення *Kca*, що відповідає оцінюваній температурі, не нижче необхідного значення *Kca* (наприклад, 6000 Н/мм$^{3/2}$ або 8000 Н/мм$^{3/2}$), як показано на рис.2.2.11.2.2.1.

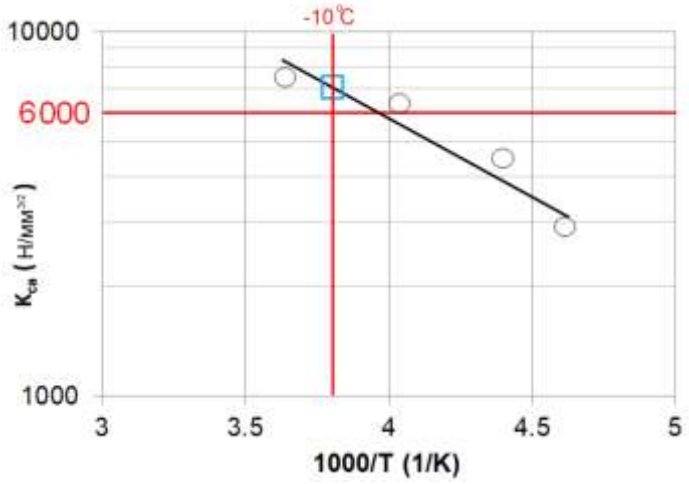


Рис.2.2.11.2.2.1 Приклад оцінки *Кса* при температурі -10°C

2.2.11.2.2.2 Температура, що відповідає необхідному значенню K_{ca} (наприклад, 6000 Н/мм$^{3/2}$ або 8000 Н/мм$^{3/2}$), знаходиться між верхньою і нижньою межами температури гальмування, при цьому температура, відповідна вимогам значення K_{ca} не перевищує оцінювану температуру (тобто –10 °C), як показано на рис.2.2.11.2.2.2.

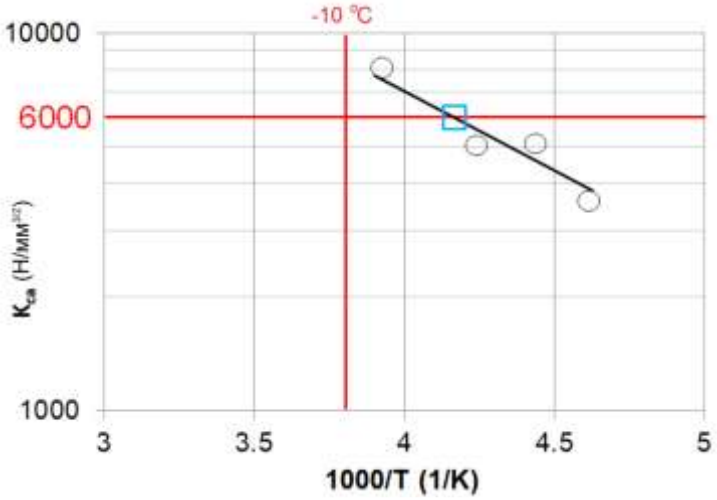


Рис. 2.2.11.2.2.2 Приклад оцінки температури, що відповідає необхідному значенню K_{ca}

Якщо вимоги **2.2.11.2.2** не виконуються, передбачається проведення додаткових повторних випробувань до виконання висунутих вимог.

2.2.11.3.1 Вимоги до виконання ізотермічних випробувань на температуру гальмування тріщини (*CAT*)

2.2.11.3.1.1 Область застосування **2.2.11.3** відповідає визначенню, наведеному в **3.19**.

2.2.11.3.1.2 Положення **2.2.11.3** встановлюють вимоги до методик та умов проведення ізотермічних випробувань на гальмування тріщини, що дозволяють отримати результати випробувань в ізотермічних умовах і встановити температуру гальмування крихкої тріщини (*CAT*).

Дія 2.2.11.3 поширюється на сталі товщиною понад 50 мм, але не більше 100 мм.

2.2.11.3.1.3 Даний метод передбачає застосування рівномірно розподіленої

температури в випробуваному зразку, що підлягає оцінці. Якщо в **2.2.11.3** не вказано інше, всі інші параметри випробувань повинні відповідати ISO 20064:2019.

2.2.11.3.1.4 У табл.3.19.2.2.2 наводяться вимоги до характеристики гальмування крихкої тріщини, що описується за допомогою температури гальмування тріщини (*CAT*).

2.2.11.3.1.5 Перед проведенням випробувань виробник повинен надати Регістру методику випробувань для узгодження.

2.2.11.3.2.1 Вимоги табл. .2.11.3.2.1 доповнюють ISO 20064:2019, у таблиці представлені умовні позначення, що відносяться до ізотермічних випробувань.

Таблиця 2.2.11.3.2.1 Додаткова система позначень до ISO 20064:2019

Умовне позначення	Од. вимір.	Значення
t	**мм**	Товщина випробуваного зразка
L	**мм**	Довжина випробуваного зразка
W	**мм**	Ширина випробуваного зразка
a_{MN}	**мм**	Довжина надрізу на краю зразка
L_{SG}	**мм**	Довжина канавки на бічній поверхні від краю зразка. L_{SG} визначається як довжина канавки з постійною глибиною, за винятком вигнутої ділянки по глибині в кінці бічної канавки.
d_{SG}	**мм**	Глибина бічної канавки на ділянці з постійною глибиною
L_{EB}-*min*	**мм**	Мінімальна довжина між краєм зразка і передньою частиною зони повторного плавлення при електронно-променевій правці
$L_{EB-S1, -S2}$	**мм**	Довжина між краєм зразка і передньою частиною зони повторного плавлення при електронно-променевій правці, яка з'являється на обох бічних поверхнях зразка
L_{LTG}	**мм**	Довжина зони локального градієнта температури по траєкторії крихкої тріщини
a_{arrest}	**мм**	Довжина зупиненої крихкої тріщини
T_{target}	**°C**	Визначена температура випробувань
T_{test}	**°C**	Певна температура випробувань
T_{arrest}	**°C**	Визначена температура випробувань, при якій спостерігається гальмування крихкої тріщини, що відповідає критеріям вимог
σ	**Н/мм²**	Прикладене випробувальне напруження в поперечному перерізі *Wxt*
SMYS	**Н/мм²**	Задана мінімальна межа плинності випробуваної категорії сталі, що підлягає огляду
CAT	**°C**	Температура гальмування тріщини, мінімальна температура T_{arrest}, при якій зупиняється поширення крихкої тріщини

2.2.11.3.3 Випробувальне обладнання.

2.2.11.3.3.1 Випробувальне обладнання, що використовується, повинно бути гідравлічного типу і мати достатню продуктивність для створення навантаження на розтяг, еквівалентного 2/3 величини *SMYS,* характерної для затверджуваної категорії сталевого прокату.

2.2.11.3.3.2 Система контролю температури повинна бути розрахована на підтримку температури в заданій області зразка в межах допуску ±2 °C відносно номінальної T_{target}.

2.2.11.3.3.3 Для утворення крихкої тріщини можуть використовуватися: метод падаючого вантажу, пневмомолот або тримачі для подвійного застосування розтягуючого зусилля.

2.2.11.3.3.4 Детальні вимоги до випробувального обладнання описані в ISO 20064:2019.

2.2.11.3.4 Випробовувані зразки.

2.2.11.3.4.1 Утворення тріщини ударним навантаженням

2.2.11.3.4.1.2 Розміри зразка показані на рис. 2.2.11.3.4.1.2. Ширина випробуваного зразка *W* повинна становити 500 мм. Довжина випробуваного зразка *L* повинна бути більшою або дорівнювати 500 мм.

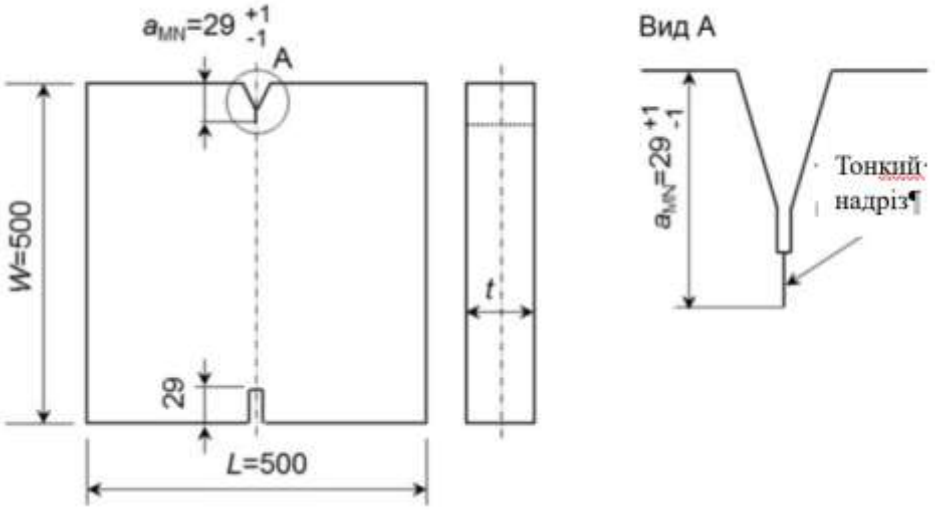


Рис. 2.2.11.3.4.1.2 Розміри випробуваного зразка для утворення тріщини ударним навантаженням

Примітка: З метою контролю процесу утворення крихкої тріщини під час випробувань тонкий надріз, виконаний пилкою, повинен мати радіус заокруглення в діапазоні від 0,1 мм до 1 мм.

2.2.11.3.4.1.3 V-подібний надріз для утворення крихкої тріщини виконується механічною обробкою на торці зразка з боку прикладання ударного навантаження. Загальна довжина виконаного надрізу повинна дорівнювати 29 мм з допуском ±1 мм.

2.2.11.3.4.1.4 Вимоги до бічних канавок встановлені в **2.2.11.3.4.4.**

2.2.11.3.4.2 Ініціювання тріщини подвійним прикладанням розтягуючого зусилля.

2.2.11.3.4.2.1 Форма і розміри допоміжного навантажувального тримача та опис методу допоміжного навантаження для утворення крихкої тріщини наведені в Додатку D ISO 20064:2019.

2.2.11.3.4.2.2 Під час випробувань з подвійним застосуванням розтягуючого зусилля допоміжний навантажувальний тримач допускається охолоджувати до більш низьких температур, ніж основний лист для утворення крихкої тріщини.

2.2.11.3.4.3 Виконання області окрихчування.

2.2.11.3.4.3.1 Щоб забезпечити утворення і поширення крихкої тріщини, необхідно створити область окрихчування. Для цього можна застосувати технологію електронно-променевого зварювання (далі — EBW) або створити локальний градієнт температури.

2.2.11.3.4.3.2 При окрихчуванні із застосуванням EBW зварювання виконується по передбачуваній траєкторії поширення вихідної тріщини, яка проходить по осьовій лінії зразка в передній частині V-подібного надрізу.

2.2.11.3.4.3.3 Необхідно досягти повного проплавлення зразка по всій товщині в області окрихчування. Рекомендується виконувати проплавлення за допомогою EBW з одного боку зразка, при цьому двостороннє проплавлення також допускається, якщо потужності EBW недостатньо для досягнення повного проплавлення шляхом зварювання тільки з одного боку.

2.2.11.3.4.3.4 Зону окрихчування EBW рекомендується підготувати достатньої механічної обробки зразка.

2.2.11.3.4.3.5 Зона окрихчування, отримана за допомогою EBW, повинна бути відповідної якості.

Примітка: У деяких випадках процес EBW може бути нестабільним на початку і в кінці процесу. Лінію EBW рекомендується починати з боку вершини зони окрихчування в напрямку торця зразка, збільшуючи потужність зварювання або рухаючись зворотно-поступально в початковій точці зварювання, зберігаючи стабільність процесу EBW.

2.2.11.3.4.3.6 Відповідно до методу місцевого градієнта температури (L_{TG}), між вершиною виконаного механічно надрізу та областю ізотермічних випробувань підтримують заданий локальний градієнт температури після ізотермічного контролю. Контроль температури L_{TG} проводиться безпосередньо перед утворенням крихкої тріщини, проте необхідно забезпечити постійний градієнт температури по всій товщині зразка.

2.2.11.3.4.4 Бічні надрізи.

2.2.11.3.4.4.1 З метою поширення крихкої тріщини по прямій лінії, в області крихкості на бічній поверхні можна виконати бічні надрізи. Бічні надрізи необхідно виконувати у випадках, зазначених нижче.

2.2.11.3.4.4.2 При окрихчуванні зразка за допомогою EBW робити бічні надрізи не обов'язково, оскільки застосування EBW виключає утворення губ зрізу. Однак якщо на зразку з виломом чітко видно губи зрізу товщиною більше 1 мм з кожного боку, тоді бічні надрізи слід обробити.

2.2.11.3.4.4.3 При окрихчуванні за допомогою L_{TG} бічні надрізи виконуються в обов'язковому порядку. На обох бічних поверхнях виконують бічні надрізи однакової форми і розмірів.

2.2.11.3.4.4.4 Довжина бічного надрізу L_{SG} повинна бути меншою за повну довжину необхідної області окрихчування.

2.2.11.3.4.4.5 У разі виконання бічних надрізів довжина бічного надрізу, радіус вершини і кут розкриття не контролюються, але при цьому повинні бути визначені, щоб виключити появу губ зрізу товщиною більше 1 мм з будь-якого боку. Приклади розмірів бічної канавки показані на рис.2.2.11.3.4.4.5.

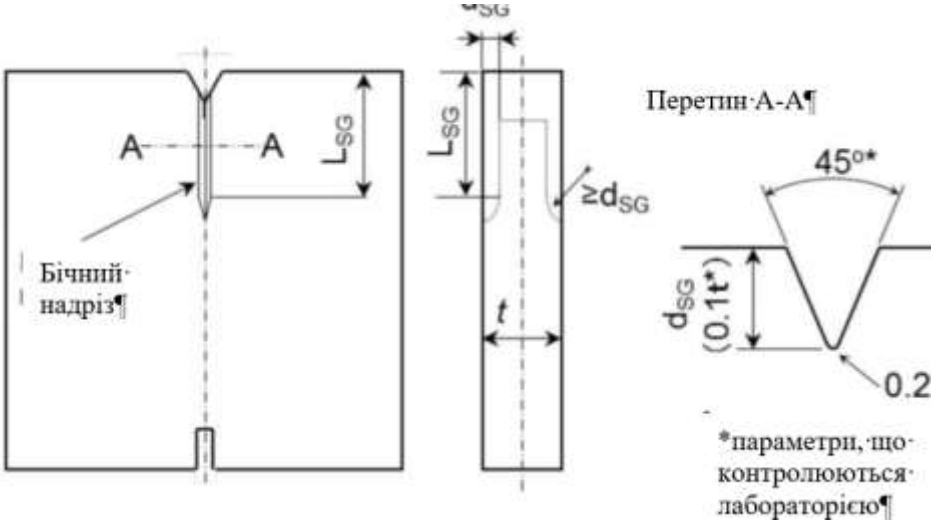


Рис. 2.2.11.3.4.4.5 Форма і розміри бічного надрізу

2.2.11.3.4.4.6 Бічний надріз повинен бути оброблений таким чином, щоб надріз по глибині поступово звужувався, а кривизна була більшою або дорівнювала d_{SG}. Довжина *Lsg* визначається як довжина надрізу з постійною глибиною, за винятком вигнутої ділянки по глибині в її кінці.

2.2.11.3.4.5 Номінальна довжина області окрихчування

2.2.11.3.4.5.1 Номінальна довжина області окрихчування повинна становити мінімум 150 мм.

2.2.11.3.4.5.2 Довжина області EBW регулюється за трьома розмірами на поверхні руйнування після проведення випробувань (див. рис. 2.2.11.3.4.5.2):

L_{EB}-min — між краєм зразка і переднім краєм EBW, L_{EB-s1} і L_{EB-s2}.

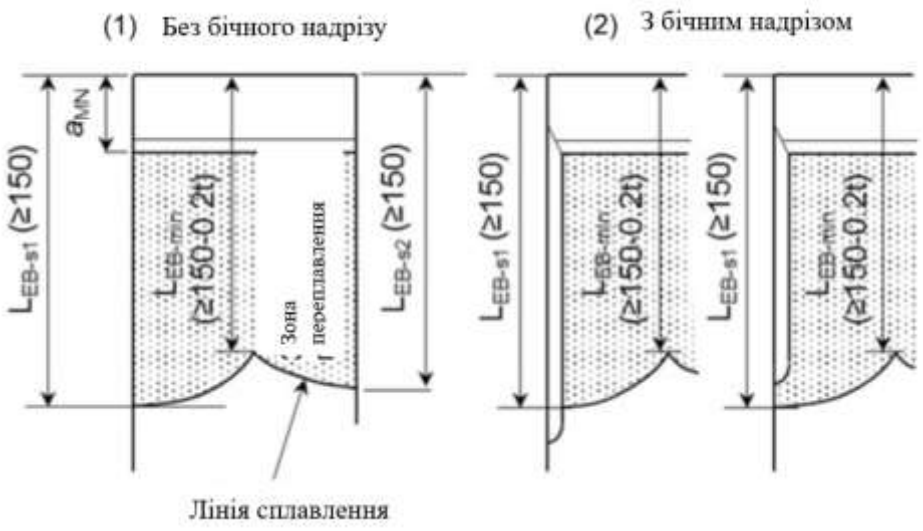


Рис. 2.2.11.3.4.5.2 Визначення довжини EBW

2.2.11.3.4.5.3 Мінімальна довжина між краєм зразка і лінією сплавлення EBW, L_{EB}-min, повинна бути не менше 150 мм. Однак допустимо, якщо L_{EB}-min не менше 150 мм – 0,2t, де *t* — товщина зразка. Якщо L_{EB}-min менше 150 мм, при знаходженні T_{test} необхідно врахувати коефіцієнт запасу по температурі див. **2.2.11.4.8.1.2**).

2.2.11.3.4.5.4 Довжини між краєм зразка і переднім краєм EBW на обох бічних поверхнях позначаються як $L_{EB\text{-}s1}$ і $L_{EB\text{-}s2}$. Обидва розміри повинні бути не менше 150 мм.

2.2.11.3.4.5.5 При використанні методу L_{TG} значення L_{LTG} повинно бути 150 мм і більше.

2.2.11.3.4.6 Характеристики тримача/штифтового фіксатора і приварювання випробовуваного зразка до тримачів.

2.2.11.3.4.6.1 Форми та розміри тримачів і штифтових фіксаторів повинні відповідати зазначеним в ISO 20064:2019. Деформація зразка після варіння повинна відповідати вимогам ISO 20064:2019.

2.2.11.3.5 Методика випробувань.

2.2.11.3.5.1 Попереднє навантаження.

2.2.11.3.5.1.1 Щоб уникнути передчасного виникнення крихкої тріщини під час випробувань, можна застосувати попереднє навантаження при кімнатній температурі. Напруження при прикладеному навантаженні не повинно перевищувати за величиною розрахункове напруження при випробуванні. Якщо передбачається ініціювання крихкої тріщини під час попереднього навантаження, то температуру попереднього навантаження можна збільшити до значення, вищого за температуру навколишнього середовища. Вплив на зразок температури, вищої за 100 °C, не допускається.

2.2.11.3.5.2 Вимірювання та контроль температури

2.2.11.3.5.2.1 План контролю температури із вказівкою кількості та розташування термопар повинен відповідати вимогам **2.2.11.3.5.2.**

2.2.11.3.5.2.2 Термопари закріплюються з обох сторін випробуваного зразка з інтервалом не більше 50 мм по всій ширині і в поздовжньому напрямку по центру випробуваного зразка (0,5W) в межах ±100 мм від поздовжньої осьової лінії (див. рис. 2.2.11.3.5.2.2).

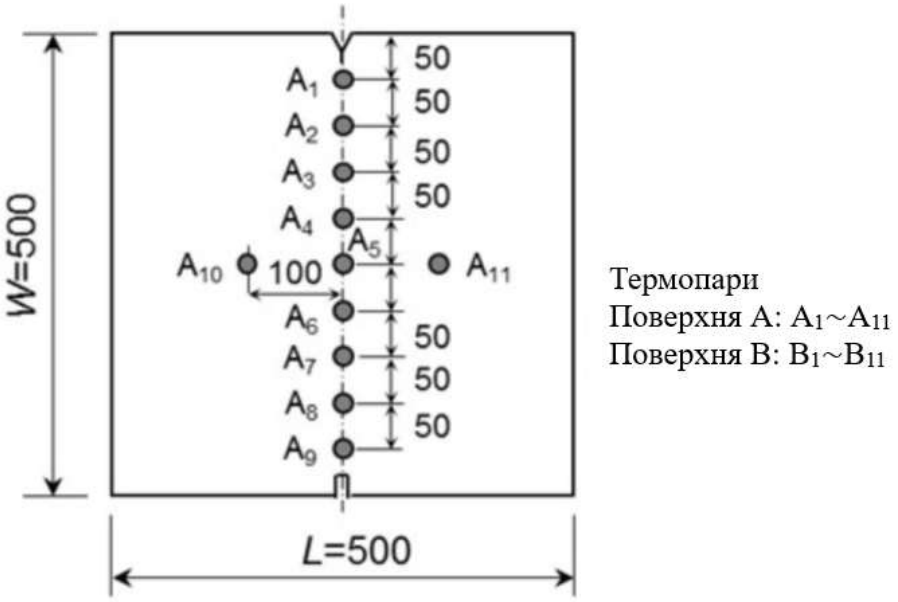


Рис. 2.2.11.3.5.2.2 Розташування термопар при вимірюванні температури

2.2.11.3.5.2.3 Метод окрихчування за допомогою EBW.

2.2.11.3.5.2.3.1 Температура термопар, розташованих в межах від 0,3W до 0,7W по ширині і по довжині, повинна бути в діапазоні допуску ± 2 °C від шуканої температури випробувань T_{target}.

2.2.11.3.5.2.3.2 Якщо всі температури, виміряні в межах від 0,3W до 0,7W, склали значення T_{target}, отриманий температурний режим необхідно підтримувати в стабільному стані протягом як мінімум 10 + 0,1t хвилин до початку застосування випробувального навантаження, щоб забезпечити рівномірний розподіл температури до середини товщини.

2.2.11.3.5.2.3.3 Допускається локальне охолодження вершини виконаного надрізу з метою прискорення ініціювання крихкої тріщини. При цьому локальне охолодження не повинно порушити стабільність досягнутої температури зразка, що контролюється в межах від 0,3W до 0,7W.

2.2.11.3.5.2.4 Метод окрихчування за допомогою L_{TG}.

2.2.11.3.5.2.4.1 Відповідно до методу L_{TG}, крім вимірювань температури, зображених на рис. **2.2.11.3.5.2.2**, необхідно додатково контролювати температуру на вершині виконаного надрізу A_0 і B_0. Положення термопар в межах області L_{TG} показано на рис.2.2.11.3.5.2.4.1.

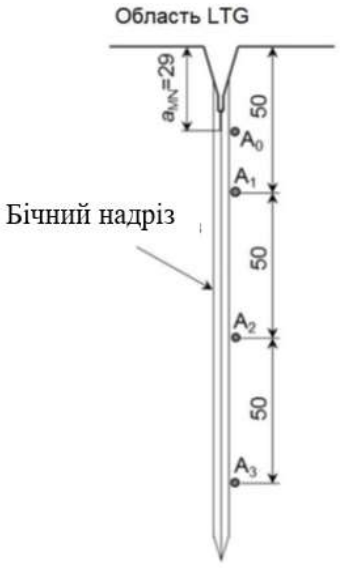


Рис. 2.2.11.3.5.2.4.1 Зображення області L_{TG} і розташування додаткової термопари A_0

2.2.11.3.5.2.4.2.4.2 Температура термопар, розташованих в межах від 0,3W до 0,7W по ширині і по довжині, повинна бути в діапазоні допуску ± 2°С від шуканої температури випробувань T_{target}. При цьому температура, виміряна в точці 0,3W (місце установки термопар A_3 і B_3), повинна бути нижчою відповідно до **2.2.11.3.5.2.4.6.**

2.2.11.3.5.2.4.3 Якщо всі температури, виміряні в межах від 0,3W до 0,7W, досягли значення T_{target}, отриманий температурний режим необхідно підтримувати в стабільному стані протягом як мінімум 10 + 0,1t хв до початку застосування випробувального навантаження, щоб забезпечити рівномірний розподіл температури до середини товщини.

2.2.11.3.5.2.4.4 При застосуванні L_{TG} температуру регулюють за рахунок місцевого охолодження в області вершини надрізу. Крива температур L_{TG} повинна включати температури, виміряні в точках з A_0 по A_3, як показано на рис.2.2.11.3.5.2.4.4.

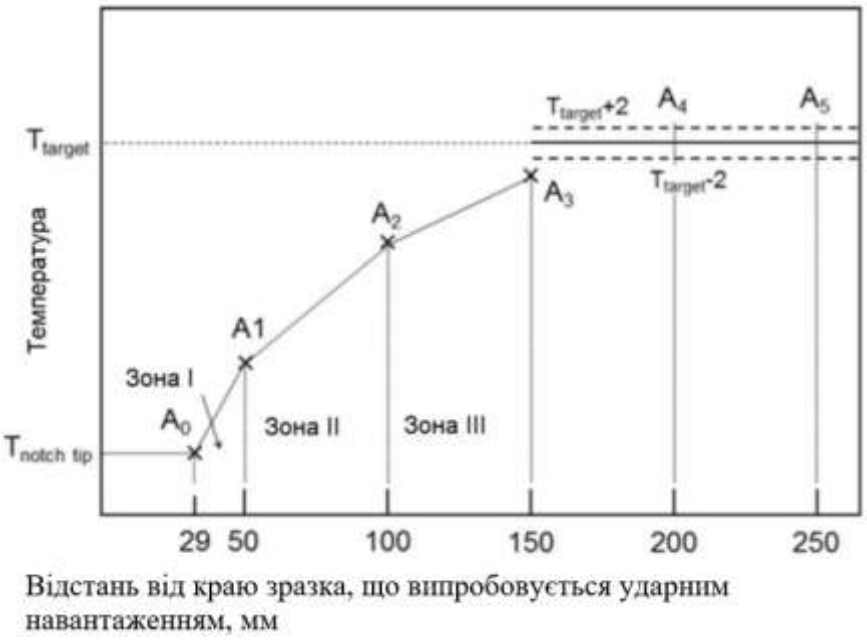


Рис. 2.2.11.3.5.2.4.4 Крива градієнта температури в області L_{TG}

2.2.11.3.5.2.4.5 Область L_{TG} визначається градієнтом температури в трьох областях: зона I, зона II і зона III. Допустимий діапазон значень кожного градієнта температури вказаний в табл.2.2.11.3.5.2.4.5.

Таблиця 2.2.11.3.5.2.4.5 Допустимий діапазон L_{TG}

Область	Відстань від краю	Допустимий діапазон значення градієнта температури
Зона I	29мм ÷ 50мм	2,00°С/мм÷2,3°С/мм
Зона II	50мм ÷100мм	0,25°С/мм÷ 0,60°С/мм
Зона III[1]	100мм ÷150мм	0,10°С/мм÷ 0,20°С/мм
[1]Зона III обов'язкова		

2.2.11.3.5.2.4.6 Температура, виміряна в областях: A_2; B_2 *і* A_3; B_3, повинна задовольняти наступним умовам:

T при A_3, T при $B_3 < T_{target} - 2$ °С;

T при $A_2 < T$ при $A_3 - 5$ °С;

T при $B_2 < T$ при $B_3 - 5$ °С.

2.2.11.3.5.2.4.7 Вимоги до температур T при A_0 і T при A_1 не встановлюються за умови, що T при A_3 і T при A_2 відповідають вимогам вище. Те саме справедливо і для поверхні B.

2.2.11.3.5.2.4.8 Розрахункові температури в точках A_0; B_0 по A_3; B_3 повинні бути визначені до початку випробувань. У табл. 2.2.11.3.5.2.4.5 наводяться необхідні значення градієнтів температури в трьох областях: зоні I, зоні II і зоні III в області $L_{TG.}$

2.2.11.3.5.2.4.9 Після витримки протягом як мінімум $10 + 0{,}1t$ хвилин повинна бути отримана крива температур у вищезазначеній області L_{TG}, щоб домогтися рівномірного розподілу температури до середини товщини, перш ніж приступати до ініціювання крихкої тріщини.

2.2.11.3.5.2.4.10 Критерії L_{TG} у випробуваннях визначаються за табл.2.2.11.3.5.2.4.5 на підставі виміряних температур у точках з A_0 по A_3.

2.2.11.3.5.2.5 Метод окрихчування зразків з ініціюванням тріщини подвійним прикладанням розтягуючого зусилля.

2.2.11.3.5.2.5.1 Порядок контролю температури та її витримки в сталому режимі відповідає **2.2.11.3.5.2.3** або **2.2.11.3.5.2.4** залежно від обраного методу.

2.2.11.3.5.3 Навантаження та ініціювання крихкої тріщини.

2.2.11.3.5.3.1 Перед проведенням випробувань слід вибрати бажану температуру випробувань T_{target}.

2.2.11.3.5.3.2 Порядок випробувань повинен відповідати описаному в ISO 20064:2019, за винятком того, що прикладена напруга повинна становити 2/3 від *SMYS* випробовуваного сорту сталі.

2.2.11.3.5.3.3 Перед утворенням тріщини випробуваний зразок необхідно витримати під випробувальним або більш високим навантаженням протягом як мінімум 30 с.

2.2.11.3.5.3.4 Ініціювання крихкої тріщини допускається викликати застосуванням ударного навантаження або розтягуючого зусилля від допоміжного утримувача після того, як будуть зафіксовані всі виміряні температури і прикладене зусилля.

2.2.11.3.6 Вимірювання, що виконуються після проведення випробувань, та їх оцінка.

2.2.11.3.6.1 Ініціювання крихкої тріщини та оцінка результату.

2.2.11.3.6.1.1 У разі, якщо крихка тріщина була ініційована самовільно до того, як було прикладено випробувальне зусилля або до того, як спливе заданий час витримки під випробувальним зусиллям, результати випробування вважаються недійсними.

2.2.11.3.6.1.2 У разі, якщо крихка тріщина утворюється мимовільно без впливу ударного навантаження або розтягуючого зусилля від допоміжного утримувача, але після витримки під випробувальним зусиллям протягом заданого часу, характеристики ініціювання тріщини в таких випробуваннях вважаються достовірними. Результати перевірки траєкторії тріщини і зовнішнього вигляду руйнування слід розглядати на достовірність окремо.

2.2.11.3.6.2 Перевірка траєкторії поширення тріщини і оцінка результатів.

2.2.11.3.6.2.1 Якщо траєкторія тріщини в області окрихчування відхиляється від лінії EBW або бічного надрізу при використанні методу L_{TG} через зміщення та/або розгалуження тріщини, то результати такого випробування вважаються недійсними.

2.2.11.3.6.2.2 Вся траєкторія тріщини, починаючи від межі області окрихчування, повинна знаходитися в межах, показаних на рис. 2.2.11.3.6.2.2.

В іншому випадку результати випробувань вважаються недійсними.

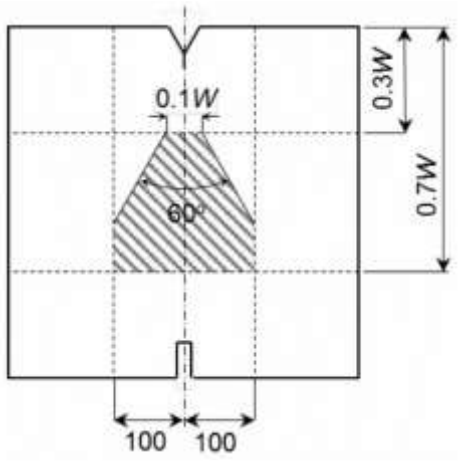


Рис. 2.2.11.3.6.2.2 Область допустимої траєкторії розповсюдження магістральної тріщини

2.2.11.3.6.3 Огляд поверхні руйнування, вимірювання довжини тріщини та контроль результатів.

2.2.11.3.6.3.1 Поверхня руйнування повинна бути оглянута та оцінена. Характеристики «утворення» та «поширення» тріщини підлягають перевірці.

Точки «гальмування» тріщини повинні бути виміряні. Результати оцінки та вимірювань повинні бути зафіксовані у відповідному протоколі.

2.2.11.3.6.3.2 Якщо точка початку тріщини розташована біля основи бічного вирізу, а не біля вершини V-подібного надрізу, результати таких випробувань вважаються недійсними.

2.2.11.3.6.3.3 При окрихчуванні за методом *EBW* довжина області *EBW* визначається за трьома вимірами: $L_{EB\text{-}s1}$, $L_{EB\text{-}s2}$ і L_{EB}-min, які визначені в **2.2.11.3.4.5**. Якщо значення будь-якого або обох параметрів $L_{EB\text{-}s1}$ і $L_{EB\text{-}s2}$ менше 150 мм, результати таких випробувань вважаються недійсними. Якщо L_{EB} min менше 150–0,2*t* (мм), результати випробування також вважаються недійсними.

2.2.11.3.6.3.4 Якщо на бічних поверхнях області окрихчування з будь-якого боку зразка спостерігаються губи зрізу товщиною більше 1 мм, незалежно від того, чи виконувався в зразку надріз чи ні, результати таких випробувань вважаються недійсними.

2.2.11.3.6.3.5 При окрихчуванні за допомогою *EBW* необхідно вивчити поширення крихкої тріщини за передній край області *EBW*. При відсутності області появи крихкої тріщини за переднім краєм області *EBW* результати випробувань вважаються недійсними.

2.2.11.3.6.3.6 Необхідно оцінити зовнішнім оглядом дефекти зварювання в області окрихчування із застосуванням *EBW*. Виявлені дефекти слід описати кількісно. Слід виміряти довжину проекції дефекту на лінію, що проходить крізь зразок по товщині через область *EBW* по траєкторії крихкої тріщини, а відношення загальної області, займаної ділянкою спроектованого дефекту, до загальної товщини зразка визначається як відносний розмір дефектів (див. рис.2.2.11.3.6. 3.6). Якщо відносний розмір дефектів перевищує 10%, результати випробувань вважаються недійсними.

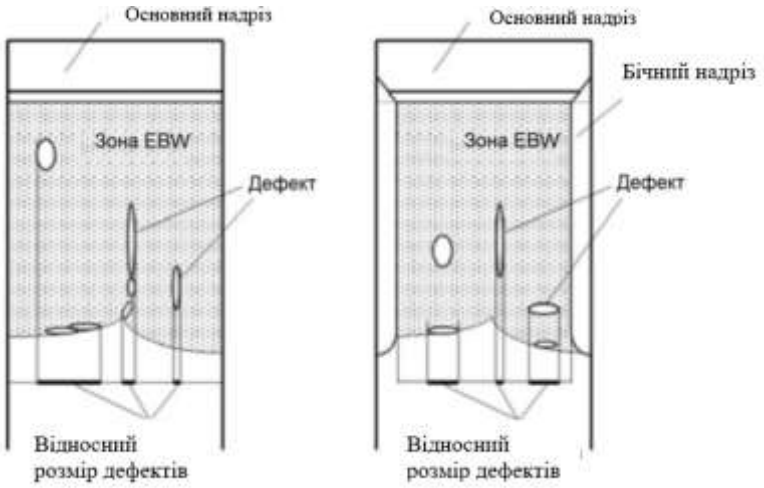


Рис. 2.2.11.3.6.3.6 Порядок розрахунку відносного розміру дефектів

2.2.11.3.6.3.7 Якщо при окрихчуванні за методом EBW з проплавленням з двох сторін між накладеними одна на одну лініями проплавлення спостерігається розрив на поверхні руйнування в області окрихчування, що утворився в результаті розбіжності двох ліній проплавлення, результати випробувань вважаються недійсними.

2.2.11.3.7 Оцінка характеристик гальмування і поширення тріщин.

2.2.11.3.7.1 В останню чергу виконується оцінка характеристик гальмування, поширення і їх достовірності відповідно до вимог **2.2.11.3.7.**

2.2.11.3.7.2 Якщо ініційована крихка тріщина зупинилася і при цьому випробуваний зразок не розламався на дві частини, поверхні руйнування необхідно піддати процедурам, описаним в ISO 20064:2019.

2.2.11.3.7.3 Якщо зразок не розламався на дві частини під час випробувань, слід виміряти довжину зупиненої тріщини a_{arrest} на поверхнях руйнування. a_{arrest} визначається як відстань від торця зразка з боку прикладання ударного навантаження до вершини зупиненої тріщини.

2.2.11.3.7.4 При використанні методів EBW і L_{TG} значення a_{arrest} повинно перевищувати L_{LTG} і $L_{EB\text{-}s1}$, $L_{EB\text{-}s2}$ або L_{EB}-min. В іншому випадку результати випробувань вважаються недійсними.

2.2.11.3.7.5 Якщо зразок розвалився на дві частини під час випробувань, такий випадок можна розглядати як гальмування тріщини, якщо було зафіксовано факт повторного ініціювання тріщини. Якщо на поверхні руйнування, повністю охопленій крихким руйнуванням, частина поверхні крихкої тріщини, що йде з області окрихчування, оточена безперервною зоною пластичного розриву, результат випробувань можна розглядати як повторне ініціювання тріщини.

При цьому максимальну довжину тріщини на ділянці, оточеній областю пластичного розриву, можна вважати як a_{arrest}. Якщо повторне ініціювання тріщини неочевидно, результат випробувань оцінюється як повністю крихке руйнування.

2.2.11.3.7.6 Випробування вважаються пройденими, якщо значення a_{arrest} не перевищує $0{,}7W$. В іншому випадку випробування вважаються не пройденими.

2.2.11.3.8 Визначення значень температур T_{test}, T_{arrest} і CAT.

2.2.11.3.8.1 Визначення температури T_{test} .

2.2.11.3.8.1.1 Слід переконатися, що всі температури, зареєстровані термопарами в межах від $0{,}3W$ до $0{,}7W$ по ширині і довжині, знаходяться в діапазоні T_{target} ±2 °C в момент ініціювання крихкої тріщини. В іншому випадку результати випробувань вважаються недійсними. На температуру, виміряну в точці $0{,}3W$ (термопари A_3 і B_3) при використанні методу L_{TG}, ця вимога не поширюється.

2.2.11.3.8.1.2 Якщо значення L_{EB}-min у разі окрихчування методом *EBW* склало не менше 150 мм, можна вважати, що T_{test} дорівнює T_{target}. В іншому випадку T_{test} дорівнює T_{target} + 5°C.

2.2.11.3.8.1.3 При окрихчуванні методом L_{TG} значення T_{test} можна прирівняти до $T_{target.}$

2.2.11.3.8.1.4 Остаточна оцінка гальмування тріщини при T_{test} виконується за результатами не менше двох випробувань в одних і тих же умовах, і оцінюваних як пройдені.

2.2.11.3.8.2 Визначення $T_{arrest.}$

2.2.11.3.8.2.1 Якщо щонайменше два випробування поспіль, оцінені як пройдені, проходять при одному і тому ж значенні T_{target}, вважається, що гальмування крихкої тріщини відбувається при T_{target} (T_{arrest} = T_{target}). Якщо в результаті декількох випробувань виявлено повністю крихке руйнування, T_{target} не може бути прийнято рівним T_{arrest}.

2.2.11.3.8.3 Визначення *CAT*.

2.2.11.3.8.3.1 При визначенні *CAT* крім двох пройденних випробувань потрібно одне випробування з результатом повністю крихкого руйнування. Шукану температуру випробувань T_{target} з позитивним результатом рекомендується задавати на рівні на 5 °C менше T_{arrest}. Мінімальна температура Tarrest визначається як *CAT*.

2.2.11.3.8.3.2 Якщо результати всіх випробувань позитивні за відсутності хоча б одного повністю крихкого руйнування, *CAT* приймається нижче T_{test} у двох випробуваннях з позитивним результатом, тобто не є виявленою *CAT*.

2.2.11.3.9 Складання протоколів випробувань.

Протоколи випробувань повинні містити таку інформацію:

.1 матеріал, що випробовується: сорт і товщина;

.2 продуктивність випробувальної машини;

.3 розміри випробуваного зразка: товщина *t*; ширина *W* і довжина *L*; характеристики і довжина надрізу a_{MN}, характеристики бічного надрізу при його наявності;

.4 тип області окрихчування: окрихчування методом *EBW* або *LTG*;

.5 розміри зразка в зборі: товщина тримача, ширина тримача, довжина зразка в зборі разом з тримачами і відстань між навантажувальними штифтами, кутова деформація і лінійне зміщення;

.6 інформацію про спосіб утворення крихкої тріщини: застосування ударного навантаження або подвійне застосування розтягуючого зусилля. У разі застосування ударного навантаження — падаючий вантаж або пневмомолот, а також робота удару;

.7 умови випробувань, прикладене навантаження, напруження попереднього навантаження, напруження при випробуваннях;

оцінку гранично допустимого напруження попереднього навантаження, необхідного часу витримки при сталому напруженні;

.8 температуру випробувань: повна відомість температур із зазначенням місць розташування термопар для виміряних температур (малюнок та/або таблиця) і необхідна температура випробувань;

- оцінку діапазону розкиду температур в ізотермічній області;

- оцінку виконання вимог до місцевого градієнта температури і часу витримки при сталому градієнті температури і до утворення крихкої тріщини в разі застосування методу *LTG*4

.9 траєкторію тріщини і поверхню руйнування: фотографії випробуваного зразка із зображенням поверхонь руйнування з обох сторін і вигляд з боку траєкторії тріщини; позначку «вершини області окрихчування» і «гальмування»;

- оцінку виконання вимог до траєкторії тріщини;

- оцінку місця утворення тріщини (з боку бічної канавки або V-подібного надрізу);

.10 інформацію про область окрихчування.

При використанні методу *EBW*: $L_{EB\text{-}s1}$, $L_{EB\text{-}s2}$ і L_{EB}-min:

- оцінку виконання вимог до товщини губ зрізу;

- оцінку продовження області появи крихкої тріщини за переднім краєм області *EBW;*

- оцінку виконання вимог до дефектів *EBW*;

- оцінку виконання вимог до довжини області EBW, $L_{EB\text{-}s1}$, $L_{EB\text{-}s2}$ і L_{EB}-min.

При використанні методу *LTG*: L_{LTG}:

- оцінку виконання вимог до товщини губ зрізу;

- результати випробувань:

- якщо зразок не розламався на дві частини після ініціювання крихкої тріщини, довжина зупиненої тріщини a_{arrest};

- якщо зразок розламався на дві частини після ініціювання крихкої тріщини: якщо має місце повторне ініціювання крихкої тріщини, то довжина зупиненої тріщини a_{arrest}:

- оцінити, чи знаходиться a_{arrest} в діапазоні необхідних значень ($0{,}3W < a_{arrest} \leq 0{,}7W$);

- остаточна оцінка: позитивне проходження випробувань, повністю крихке руйнування або результат «недійсний»;

.11 результати динамічних вимірювань: при необхідності динаміка швидкості поширення тріщини і зміна деформації на штифтових фіксаторах.

2.2.11.3.10 Застосування методики випробувань для оціночних випробувань матеріалу.

У разі необхідності дану методику можна також використовувати з метою визначення мінімальної температури, при якій в сталі відбувається гальмування поширення крихкої тріщини (визначений *CAT*) як характеристики властивості матеріалу відповідно до **2.2.11.3.8.3**.

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 ± 2°C і відносній вологості 50 ± 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 ± 1мм і початковою довжиною між затискачами

випробувальної машини 200 ± 5мм.

Прикладене попереднє навантаження становить 2Н для тканин щільністю 200г/м^3 і менше, 5Н для тканин щільністю більше 200г/м^3 до 500г/м^3 і 10Н для тканин щільністю більше 500г/м^3.

Швидкість руху затискувача випробувальної машини 100 ± 20мм/хв.

Відносне подовження у разі розриву визначається відповідно до **2.2.2.1.4**.

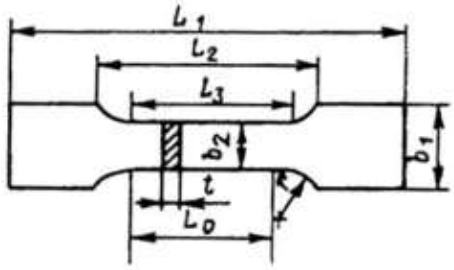


Рис. 2.3.2.1-1

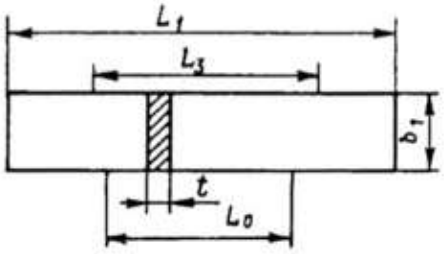


Рис. 2.3.2.1-2

Таблиця 2.3.2.1

Розміри, мм	**Рис. 2.3.2.1-1**	**Рис. 2.3.2.1-2**
L_{1min}	150	250
L_2	115 ± 5	170 ± 5
L_3	60 ± 0,5	–
L_0	50 ± 0,5	50 ± 1
b_1	20 ± 0,5	25 ± 0,5
b_2	10 ± 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 ± 5) × (75 ± 5)мм.

На одному з кінців зразка посередині паралельно його поздовжній кромці повинний бути зроблений надріз довжиною 80 ± 1мм. Кінці зразка, що утворилися при цьому, закріплюються в затискачах випробувальної машини таким чином, щоб початок розриву був паралельний напряму прикладення розривного зусилля.

Швидкість руху затискача випробувальної машини 100 ± 10мм/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 ± 0,5)×(200,0 ± 0,5)мм.

Покриття на зразках акуратно прорізується до тканини і відшаровується за допомогою ножа на довжині 50мм зі сторони косого надрізу відповідно до рис. 2.3.2.4 (ділянка, яка відшаровується, заштрихована). Кінці, що утворилися, закріплюються у затискачах випробувальної машини.

Розшарування виконується на довжині 100мм з реєстрацією зусилля на графіку. Швидкість руху затискача 100 ± 10мм/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 25мм.

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 світловідбивних матеріалів визначається на зразках шириною 25 ± 1мм і початковою довжиною між затискачами випробувальної машини 100 ± 5мм.

Швидкість руху затискача випробувальної машини 300 ± 20мм/хв.

Випробування матеріалів із липким шаром виконується після видалення захисного паперу.

2.3.2.7 Адгезійна міцність на відрив світловідбивних матеріалів з липким шаром визначається на зразках шириною 25 ± 1мм і довжиною 200 ± 5мм.

Перед випробуванням із липкого шару матеріалу видаляється захисний папір на довжині 80 ± 5мм і встановлюється на випробуваній поверхні розмірами (50 ± 5) × (90 ± 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 ± 0,5	160	10

2.3.3.2 Границя міцності жорстких пінопластів під дією тиску визначається на зразках прямокутної форми зі сторонами (50,0 ± 0,5)× (50,0 ± 0,5)мм і висотою від 25 ± 1 до 50 ± 1мм.

Навантаження підвищується рівномірно. Швидкість навантаження повинна бути не більше ніж 5мм/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 ± 1,2мм, шириною 25 ± 0,25мм, товщиною 20 ± 0,2мм. Відстань між опорами повинна бути 100мм, а заокруглення опор і пуансона 5 ± 0,2мм. Швидкість подачі пуансона становить 10 ± 2мм/хв.

2.3.5.2 Випробування склопластиків на згин треба проводити на зразках, довжина яких дорівнює 20-ти товщинам і шириною – 25мм. 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 ± 5) × (50 ± 1)мм, які закріплюються у випробувальному пристрої відповідно до рис. 2.3.5.3.

Відстань між затискачами 1 при встановленні зразка дорівнює 30мм. Після встановлення зразка затискачі зводяться до зіткнення. Навантаження на зразок при цьому повинне бути 10Н.

У процесі випробувань рухомий затискач здійснює 500 циклів зворотно-поступальних переміщень з частотою 2Гц і амплітудою 50мм.

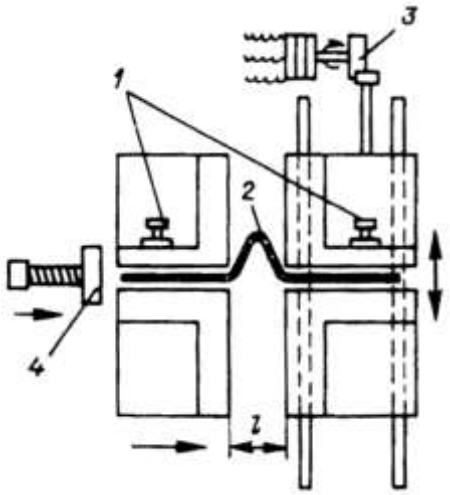


Рис. 2.3.5.3
1 –затискач; 2 –зразок; 3–ексцентриковий привод; 4 – бокове переміщення для петлі зразка

2.3.6 Визначення відносного вмісту скла у склопластику за масою.

Із зразка розмірами (10 ± 1,0) × (10 ± 1,0) помноженими на товщину пластини, маса якого разом із тиглем визначається з точністю до 0,01г, у печі при температурі 625 ± 25°С 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 100см^3.

Перед витримкою відповідно до **2.3.1.1** зразки сушать до постійної маси при 40 ± 5°С.

Уявна щільність визначається як відношення маси зразка до його об'єму, м^3.

2.3.8 Визначення усадкових деформацій пластмас при граничній температурі.

Зразок розмірами (100 ± 1) × (100 ± 1) × (15 ± 0,5)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 ± 1) × (50 ± 1)мм товщиною, що дорівнює товщині виробу, але не більше ніж 50 ± 1мм.

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 ± 2°С, 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 ± 2°С 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 ± 2°С. 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 ± 1°С, 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 ± 5мм, 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 світловібивний матеріал типу 1, і 60 годин - типу 2.

2.3.11 Випробування на вплив нафтопродуктів.

2.3.11.1 Дископодібний зразок діаметром 70 ± 5мм вкладається у випробувальний пристрій відповідно до рис. 2.3.11.

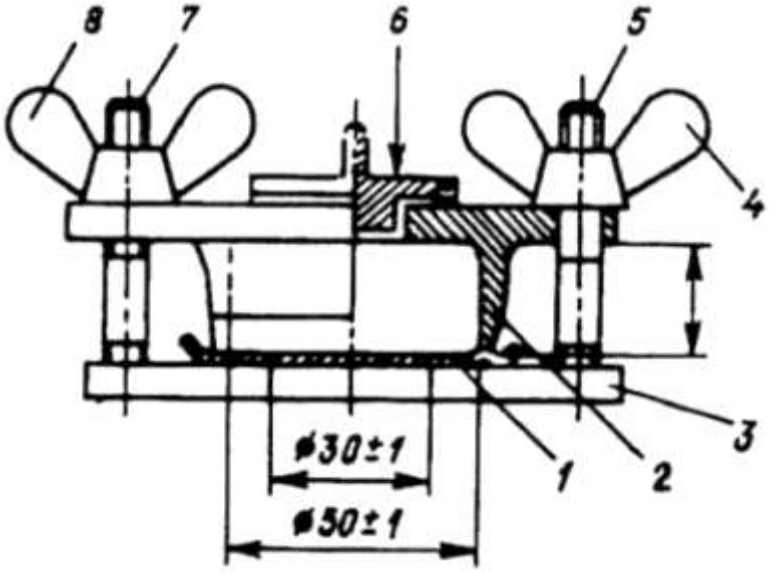


Рис. 2.3.11:

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 22 годин при температурі 20 ± 2°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 ± 2°C і витримується протягом 30 діб. 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 ± 2°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 ± 2°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 ± 2°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 × 200мм, склеєну по периметру, необхідно витримувати у солоній воді із концентрацією солі 3,3–3,8% протягом 4 годин при температурі води 40 ± 1°C на глибині 500мм від поверхні води.

2.3.12.3 Зразки світловідбивного матеріалу розміром (70 ± 5) × (150 ± 5)мм, які закріплені на алюмінієвій панелі і мають Х-подібний діагональний розріз, витримуються у штучній морській воді із температурою 23 ± 2°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 світловідбивного матеріалу розміром (70 ± 5) × (150 ± 5)мм, закріплені на алюмінієвій панелі, витримуються у розпиленому 5%-ному сольовому розчині при температурі 35 ± 2°C протягом двох діб.

У процесі витримки зразки просушуються через кожні 22 години протягом 2 годин.

2.3.12.5 Зразки світловідбивного 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 350мм покривається воском таким чином, щоб залишалася вільною від воску центральна частина діаметром 290мм, і закріплюється між фланцями випробувальної установки відповідно до рис. 2.3.13.

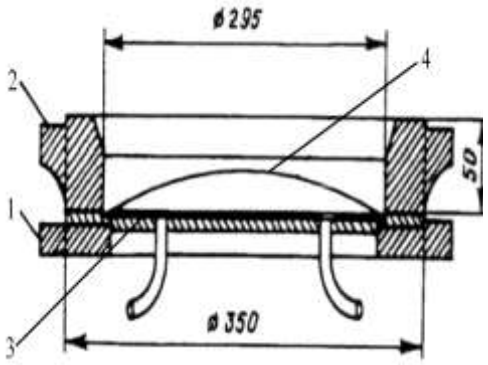


Рис. 2.3.13
1 – нижня частина з припливом повітря; 2 – верхня частина для затискування; 3 – зразок до випробувань; 4 – поверхня зразка при випробуваннях.

Знизу на зразок діє надлишковий тиск 27,5кПа. Через 10–15 хвилин зразок покривається водою так, щоб верхня його точка знаходилась на глибині 13мм. 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 ± 5) × (50 ± 5)мм.

Зразки згинаються на 90° після витримки їх при температурі -30^{-5}°С протягом 1 години, а також -60^{-5}°С протягом 10 хвилин.

Схема випробувальної установки наведена на рис. 2.3.14.

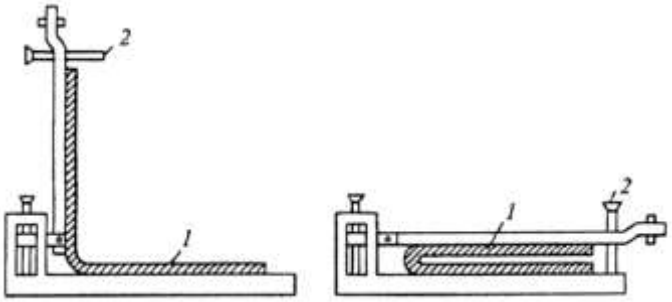


Рис. 2.3.14. Схема випробувальної установки
1 – зразок; 2 – установочний гвинт

Відстань між паралельними частинами зразка наприкінці випробування повинна дорівнювати чотирьом його товщинам.

2.3.15 Випробування на вплив озоном.

Зразок згинається на 180° навколо оправки, діаметр якої дорівнює шести товщинам зразка, і піддається протягом 1 години впливу атмосфери з концентрацією озону 50мм рт.ст. при температурі 30 ± 2°С 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 світловідбивних матеріалів, впливу температур навколишнього середовища – 40 і + 70°С.

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 – 2,5мм;

- діапазон частот – від 5 до 500Гц із частотою перепаду 32Гц і амплітудою віброприскорення 10*g*.

2.3.18 Визначення коефіцієнта світловідбивання матеріалу.

2.3.18.1 Коефіцієнт світловібивання матеріалу визначається на квадратних зразках розміром 150 ± 5мм. 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 світловідбивання матеріалу під плівкою води визначається на зразках розмірами (150 ± 5) × (75 ± 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.

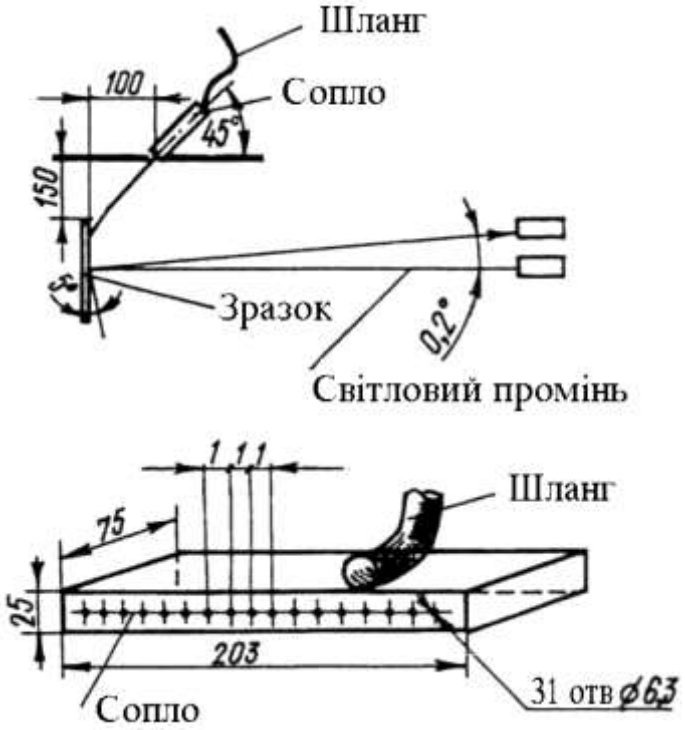


Рис. 2.3.18.2

Виміри виконуються при куті спостереження 0,2° і куті входу 5°.

2.3.19 Випробування на згин світловідбивних матеріалів виконуються на зразках (25 ± 5) × (150 ± 5)мм після їх витримки разом із металевою оправкою діаметром 3,2мм у термокамері при температурі 30°С. Зразки повинні намотуватися на оправку легким дотиком пальця.

Випробування світловідбивних матеріалів з липким шаром виконуються після видалення захисного паперу.

2.3.20 Випробування на зчеплення світловідбивних матеріалів виконуються на квадратних зразках розміром 100 ± 5мм.

Два зразки встановлюються між скляними пластинами товщиною 3мм, світловідбивними поверхнями один до одного, під вантажем масою 18кг і витримуються у термокамері при температурі 65 ± 2°С протягом 8 годин.

Після витримки зразки охолоджуються при температурі 23 ± 2°С протягом 5 хвилин.

2.3.21 Випробування світловідбивних матеріалів на стійкість до утворення цвілі виконуються на квадратних зразках розміром 75 ± 2мм, 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 400–475г/м^2 після витримки у землі протягом 5 діб повинна знизитися не

менше ніж на 50% від первісного значення.

2.3.22 Випробування світловідбивних матеріалів на стирання виконуються на зразках розмірами (150 ± 5) × (425 ± 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, установлена у 60 отворах діаметром 4мм на блоці розмірами (90 ± 5) × (40 ± 5) ×(12,5 ± 5) мм і загальною масою 450 ± 15 г. Щетина повинна виступати з блоку не більше ніж на 20мм.

2.3.23 Випробування світловідбивних матеріалів на вплив забруднюючими речовинами виконуються на квадратних зразках розміром 150 ± 5мм, закріплених на алюмінієвій панелі.

На зразки наноситься шар забруднюючої речовини товщиною 0,075мм, 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 ополіскується 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.

Обсяг 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 морському середовищі.

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.

Довговічність оцінюється як висока за умови отримання результатів, що задовольняють вимогам, зазначеним у **2.5.1.6**, для випробування в соляному тумані відповідно до **2.5.1.4** і для випробування при зануренні у воду відповідно до **2.5.1.5.**

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 х 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 ДСТУ ISO 8503-1 або відповідного стандарту 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 виготовлювача фарби. Рекомендується наносити фарбу методом безповітряного розпилення. Кожний шар повинний бути рівномірним по товщині і однорідним за зовнішнім виглядом, не повинен мати потьоків, напливів, пропускань, газових пухирців, зморшок, 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±2)°С і відносній вологості (50± 5)% або при температурі (20± 2)°С і відносній вологості (65±5)%.

Кромки і тильна сторона панелей повинні бути належним чином захищені.

Для підтвердження більшого терміну служби в морській воді випробування виконують:

- згідно з стандартом ДСТУ ISO 9225, або іншого, визнаного Регістром стандарту (нейтральний соляний туман) протягом 1440 годин;

- згідно з стандартом ДСТУ ISO 2812-2, або відповідним стандартом ISO, (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 250μм, замість випробувань згідно з стандартом ДСТУ ISO 2409 або відповідним стандартом ISO повинно бути проведене випробування згідно з стандартом ДСТУ ISO 4624 або відповідним стандартом ISO.

Покриття вважається таким, що витримало випробування при відсутності порушення щодо підкладки (A/B), 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 ±5)° 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+ 2)°С.

Не рідше ніж через кожні 24 години виміряється середня швидкість збирання розчину в кожний збірник, що збирає для горизонтально площі 80см^2 (лійка діаметром 100мм), яка повинна складати 1 ÷ 2,5мл/год. Концентрація хлориду натрію в кожному збірнику повинна складати (50 ± 10) г/л, pH = 6,5 ÷ 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 х 400 х 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±1)°С.

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 ÷ 20)° 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 ДСТУ ISO 9227, або іншого визнаного Регістром стандарту, 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 кромок 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 кромок 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:

$$M = (C - W)/2 \qquad (2.5.1.6.2)$$

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 кондиціювання).

Якщо товщина сухої плівки системи лакофарбового покриття перевищує 250μм, замість випробування методом решіткових надрізів згідно з стандартом ДСТУ ISO 2409 або відповідним стандартом ISO повинно бути проведене 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 кондиціювання 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 х 70мм або 150 х 100мм.

Товщина незафарбованої пластини повинна становити не менше 2мм.

Поверхня панелі повинна бути підготовлена методом абразивно-струминевої 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 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±2)°С і відносній вологості (50+ 5)% або при температурі (20±2)°С і відносній вологості (65±5)%.

2.5.2.2 Проведення випробувань.

Зразки повинні бути поміщені в камеру холоду і витримані при температурі мінус (60±3)°С протягом 2 години, потім повинна бути визначена адгезія методом решіткових надрізів згідно з стандартом ДСТУ ISO 2409 або відповідним стандартом ISO протягом 20 ÷ 25с.

Якщо товщина сухої плівки системи лакофарбового покриття перевищує 250μм, 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 ДСТУ ISO 16276-2 чи іншого, визнаного Регістром стандарту, 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 кондиціювання в нормальних атмосферних умовах при температурі (23±2)°С і відносній вологості (50±5)% протягом не менше 16 годин.

2.5.3.2 Підготовка до випробувань.

Після сушіння і кондиціювання 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 установлено 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 ±2)°С і відносній вологості (50±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 100х100х3 (± 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 системи покриттів.

При формуванні покриття при температурі (20 ÷ 30)°С 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 виміряється товщина покриття в декількох місцях на ділянці, де буде провадитися стирання.

Зразок з покриттям установлюється і закріплюється на обертовій платформі. Абразивні колеса опускаються на зразок.

Сопло вакуум-насосу повинне бути установлене на відстані 1мм над абразивним диском. Лічильник установлюється на «0», а рівень відсмоктування на «50». При необхідності більше ефективного видалення абразивного пилу рівень відсмоктування можна збільшити до «90». Установлюють 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, викликаної 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 ДСТУ ISO 3573 (або аналоги) товщиною 0,8 - 0,9мм. Розміри пластини повинні бути такими (70х220мм), 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 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±2)°С і відносній вологості (50±5)% протягом не менше 16 годин.

2.5.5.2 Проведення випробувань.

Випробування повинні провадитися при температурі (23±2)°С і відносній вологості повітря (50±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.

Випробовування 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 pH 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±5мВ відносно насиченого каломельного 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.

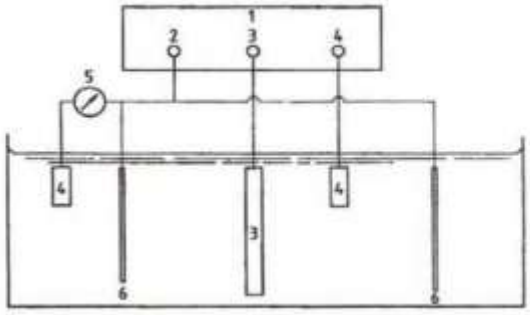


Рис. 2.5.6.1-1 Потенціостатично контрольований катодний захисний ланцюг
1 - потенціостат; - робочий електрод; *3* - анод; *4* – електрод порівняння; *5* - вольтметр; *6* - випробовуваний

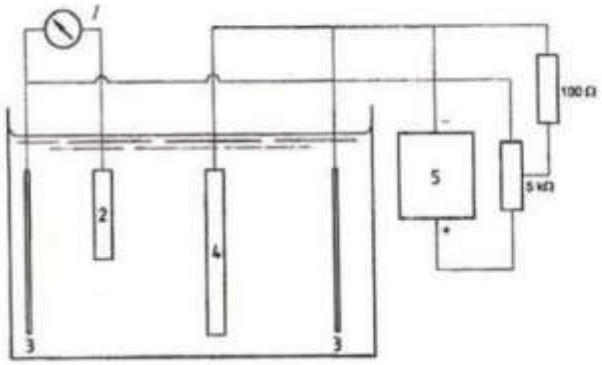


Рис. 2.5.6.1-2 Гальваностатичний контрольований катодний захисний ланцюг
1 - вольтметр; *2* - електрод порівняння; *3* - випробовуваний зразок; *4* - анод; *5* - джерело постійного струму

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: 150х70х2мм.

Кожна пластина повинна мати ізольований 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 системи 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 системи 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 ізольованих провідників шляхом нанесення покриття або парафіну, розплавленого при температурі 70°С, 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± 1мм на відстані не менше 30мм 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 300мм від аноду і не менше 50мм 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 ізольованого 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±2)°С.

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±5мВ 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 пузирів, що утворилися, повинна бути виконана згідно з стандартом ДСТУ ISO 4628-2 або відповідним стандартом ISO з урахуванням відстані від пузирів 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 пузирів до вирізу. Пузирі повинні бути розділені по групам: пузирі, пов'язані з вирізом, і пузирі, розташовані вдалині від вирізу.

Пузирі, що утворилися в районах з товщиною плівки нижче необхідної, не враховуються при оцінці.

Втрата адгезії визначається наступним способом:

- на покритті виробляються два надрізи гострим ножем 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.

Величину катодного відшарування L, мм, розраховують за формулою

$$L = \frac{1}{\sqrt{\pi}}(\sqrt{S_2} - \sqrt{S_1} \qquad (2.5.6.5$$

де S_2 — площа поверхні з відшарованим покриттям, включаючи площу вирізу, мм2;

S_1 — площа вирізу, мм2.

Оцінка покриття відповідно до стандарту ДСТУ ISO 4628-2 повинна виконуватися відразу після закінчення випробувань. Величину катодного відшарування визначають через 4-5 годин після закінчення випробувань. Витримку та оцінку слід виконувати при температурі навколишнього повітря 23±2 °С, відносній вологості 50±5 °С.

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 х 130 х 3(+0,5))мм. Підготовка поверхні зразків і нанесення покриття повинні бути виконані згідно вимог технологічної інструкції виготовлювача покриттів.

На випробуваному покритті зразка не повинно бути дефектів, що впливають на результат, таких як: патьоки, напливи, шагрень тощо.

2.5.7.2 Опис рекомендованого приладу для проведення випробувань.

Приклади механічних приладів показані на рис. 2.5.7.2.

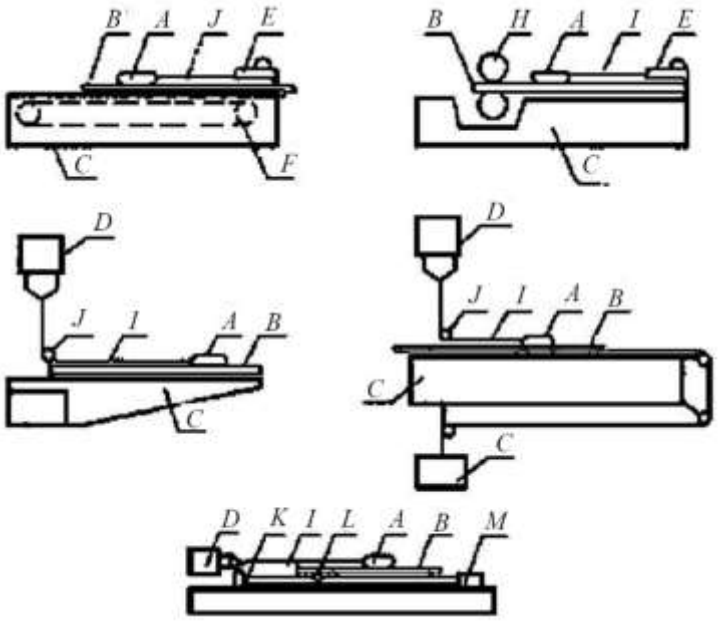


Рис. 2.5.7.2 Види установок для визначення коефіцієнта тертя захисного покриття об лід:

A — зразок; B — несуча площина з поглибленням під лід; C — основа; D — динамометр; E — пружинний динамометр, F — ланцюгова передача з постійною швидкістю; H — привід з роликами постійної швидкості; I — нерозтяжний зв'язок; J — блок з малим тертям; K — черв'ячний гвинт; L — напівмуфта; M — синхронний двигун

2.5.7.3 Проведення випробувань.

Для проведення випробування в поглиблення несучої площини B (див. рис. 2.5.7.2) заливають дистильовану воду, яку охолоджують до температури навколишнього середовища –(20±2)°C і витримують час, необхідний для формування льоду. Панелі для випробувань повинні мати прямокутну форму з розмірами 250 x 130 x 3 (±0,5) мм. До проведення випробування зразки попередньо витримують при температурі –(20±2)°C не менше 15 хв. Випробування повинні проводитися в стандартних умовах при температурі –(20±2)°C.

Панель з нанесеним покриттям необхідно розташувати на несучій площині B і закріпити в випробувальній установці (див. рис. 2.5.7.2). Слід вмикати механізм пересування, попередньо відрегульований на визначену швидкість.

Внаслідок сил тертя між контактуючими поверхнями зразка і льоду вони можуть залишатися нерухомими відносно один одного до тих пір, поки сила, що зсуває зразок, не стане рівною силі статичного тертя між поверхнями або не перевищить її. Це максимальне початкове значення сили відзначається як сила, що є компонентом початкового (статичного) коефіцієнта тертя.

За допомогою тензометричних датчиків або візуально відзначається спостережуване на шкалі індикатора середнє значення сили при рівномірному русі поверхонь відносно одна одної протягом 1 хв. Ця сила дорівнює кінетичній силі тертя ковзання, необхідній для підтримки рівномірного, прямолінійного руху поверхонь відносно одна одної.

Для оцінки стійкості результатів випробування проводяться для трьох панелей для кожного типу покриття зі швидкістю 120, 150 і 180 мм/хв при трьох варіантах вертикального навантаження (розподіленого рівномірно по зразку), що приймається в діапазоні від 2 до 5 мас випробовуваної панелі.

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:

$\mu K = AK / m$,

де A_K - середнє значення показання за шкалою, відповідне рівномірному ковзанню, г.

Методика визначення похибки результатів досвіду при використанні приладу приймається відповідно до ДСТУ ГОСТ ISO 5725-1 «Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювань» або відповідного стандарту ISO.

2.6 ВИПРОБУВАННЯ МЕЖОПЕРАЦІЙНИХ (ЗАВОДСКИХ), НЕ ВИДАЛЯЄМИХ ПЕРЕД ЗВАРЮВАННЯМ, ГРУНТІВ

2.6.1 Загальні положення. Ця методика застосовується для випробувань по схваленню не видаляємих перед зварюванням межоперацiйних (заводських) грунтів, 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 межоперацiйних (заводських) грунтів 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 х 80 х 200мм і 12 х 50 х 200мм.

Рис. 2.6.2.1 Стандартний зразок на пороутворення з контрольним зварним швом:
1 - затискачі лещат; 2 - пластина з розмірами 12 х 80 х 200мм з контрольованим межопераційним (заводським) ґрунтом; 3 - пластина з розмірами 12 х 50 х 200мм; 4 - мідний дріт діаметром 2мм; 5 – межопераційний (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 дробеструйної обробки .
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) виготовлювача, 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 45о 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 - 35ОС);

- 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 проецируватися 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 проекції пори представляється як еліпс з цими двома розмірами як головними віями, 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 грунту / 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 на підставі випробувань:

- загальна площа пор, мм^2;

- відсоткове співвідношення загальної площі пор до площі перетину зламу зварного шва;

- висновок про відповідність вимогам **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 виготовлювача на иежопераційний (заводський) грунт;

- 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-виготовлювачів 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 електропечах. 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 підприємства-виготовлювача, який вказує 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 Регістру 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 суднових конструкцій і деталей, що підлягають наглядові Регістру при виготовленні.

Суднобудівну сталь умовно поділяють на сталь нормальної міцності категорії A, B, D і E з границею плинності R_{eH} = 235МПа, сталь підвищеної міцності AH, DH, EH і FH категорій:

A32, D32, E32 і F32 з границею плинності R_{eH} = 315МПа;

A36, D36, E36 і F36 з границею плинності R_{eH} = 355МПа;

A40, D40, E40 і F40 з границею плинності R_{eH} = 390МПа.

Вимоги для сталі, призначеної для виготовлення суднових конструкцій та пристроїв і механізмів, що працюють при низьких температурах (з границею плинності R_{eH} = 320МПа і вище) наводяться у підрозділі **3.5.**

Вимоги для сталі високої міцності (з границею плинності R_{eH} = 420МПа і вище) наводяться у підрозділі **3.13.**

Вимоги до корозійностійкої сталі нормальної і підвищеної міцності для вантажних танків нафтоналивних суден наводяться у підрозділі **3.18.**

Додаткові вимоги до сталі категорії міцності YP47 і до сталі с властивостями, що запобігають утворенню крихких тріщин BCA (Brittle Crack Arrest), які призначені для застосування в корпусних конструкціях контейнеровозів наводяться у підрозділі **1.9.**

За узгодженням із Регістром для виготовлення суднових конструкцій та пристроїв і механізмів допускається використовуватися сталі інших марок та категорій, якщо їх хімічний склад та механічні властивості в результаті відповідних випробувань відповідають вимогам, викладеними у цьому підрозділі.

Вимоги до рівня міцності і роботи удару при випробуваннях на ударний згин в залежності від категорії сталі наведені в табл. 3.2.3-3 для сталі нормальної міцності, в табл. 3.2.3-4 для сталі підвищеної міцності, в табл. 3.5.2.3 для сталі, призначеної для виготовлення суднових конструкцій та пристроїв і механізмів, що працюють при низьких температурах, та у табл. 3.13.7-1 для сталі високої міцності.

Вимоги цього підрозділу, у залежності від товщини прокату, поширюються на сталь наступних видів:

- листову і штабову сталь усіх категорій товщиною до 150мм 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.

Спеціальні вимоги до прокату товщиною менше 15мм, призначеному для суден, що працюють при низьких температурах, наведені в **3.5**.

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 (див. Частина II «Корпус» цих Правил). Така сталь повинна мати спеціальне позначення, до символу категорії може додаватися індекс S.

3.2.1.2 Визнання Регістром підприємств-виготовлювачів сталевого прокату повинне виконуватися відповідно до **1.3** для кожної із заявлених підприємством категорії сталі, виду напівфабрикату і стану постачання.

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 – виготовлювачі під час його визнання Регістром проводяться відповідно до погодженої із 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 Регістру. 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 виготовлювачем, повинні відповідати стану постачання, наведеному у **3.2.4**, сталі, призначеної для виготовлення суднових конструкцій, що працюють при низьких температурах 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.

(AcC) ***прискорене охолодження*** **–** процес, при якому забезпечується поліпшення властивостей сталі за рахунок її контрольованого охолодження зі швидкістю, більшою ніж охолодження на повітрі.

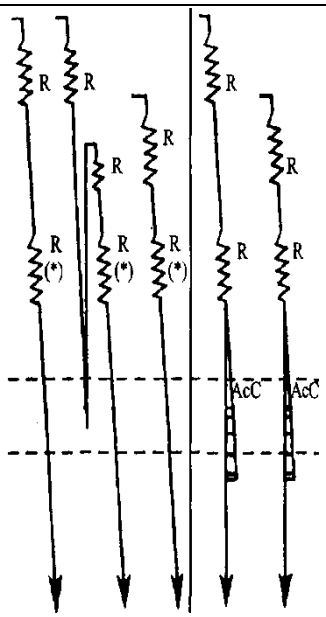
Цей процес виконується безпосередньо після завершення деформації при термомеханічному процесі.

Дане визначення не поширюється на пряме гартування.

Властивості, придбані після ТМ і AcC 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**

1. Структура сталі	**Температура**	**Вид процесу**				
		Звичайні види обробки сталі				**Термомеханічна обробка**
		AR	N	CR(NR)	QT	TM
Рекристалізованийаустеніт	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 (Reduction);
(*) – температура двофазної області аустеніту і фериту (Sometimes rolling in the dual-phase temperature region of austenite and ferrite);
CR(NR) – контрольована прокатка (Controlled Rolling (Normalizing Rolling));
TM(TMCP) – 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 Регістру, на його вимогу, повинна бути надана документація, що регламентує режими прокатки і термообробки (CR, TM чи TM із Ac, нормалізація, гартування із відпуском, тощо).

Виготовлювач 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 виготовлювачем і надаватися представнику Регістру 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 виготовлювачем за результатами аналізу проб, відібраних від кожного ковша кожної плавки. Аналіз, проведений виготовлювачем, 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 суднобудівної сталі нормальної міцності**

Категорія	**A**	**B**	**D**	**E**
Розкислення	t ≤ 50мм Спокійна або напівспокійна	t ≤ 50мм Спокійна або напівспокійна	t ≤ 50мм Спокійна	Спокійна, дрібнозерниста, оброблена алюмінієм
	t > 50мм Спокійна	t >50мм Спокійна	t >25мм Спокійна, дрібнозерниста, оброблена алюмінієм	
Хімічний склад (ковшовий аналіз), % макс., якщо не зазначено інше				
$C_{макс}$	0,21	0,21	0,21	0,18
$Mn_{мін}$	2,5×C	0,80	0,60	0,70
$Si_{макс}$	0,50	0,35	0,35	0,35
$P_{макс}$	0,035	0,035	0,035	0,035
$S_{макс}$	0,035	0,035	0,035	0,035
$Al_{мін}$	–	–	0,015	0,015

Примітки до табл.3.2.2-1: 1. Для профільної сталі категорії A при товщині до 12,5мм включно може застосовуватися кипляча сталь.
2. Для профільної сталі категорії A вміст вуглецю допускається до 0,23%.
3. При позитивних результатах випробувань огляду підприємства вміст марганцю у сталі категорії B, що піддається випробуванню на ударний згин, може бути знижене до 0,60%.
4. В сталі категорії D товщиною 25мм і менше допускається інший, ніж зазначено в таблиці, мінімальний вміст алюмінію.
5. При позитивних результатах випробувань огляду підприємства можуть бути використані інші подрібнюючи зерно елементи.
6. Регістр може лімітувати вміст залишкових елементів, які можуть несприятливо впливати на обробку і використання сталі (наприклад, мідь і олово).
7. Якщо в сталі присутні додаткові елементи, присутність яких обумовлено практикою виробництва сталі на даному підприємстві – їхній вміст повинний бути указаний і погоджений із Регістром.

Таблиця 3.2.2-2. **Хімічний склад суднобудівної сталі підвищеної міцності**

Категорія	**A32** **A36** **A40**	**D32** **D36** **D40**	**E32** **E36** **E40**	**F32** **F36** **F40**
Розкислення	Спокійна, дрібнозерниста, оброблена алюмінієм			
Хімічний склад (ківшовий аналіз), % макс., якщо не зазначено інше				
$C_{макс}$	0,18			0,16
Mn	0,9 ÷ 1,6			0,9 ÷ 1,6
$Si_{макс}$	0,5			0,5
$P_{макс}$	0,035			0,025
$S_{макс}$	0,035			0,025
$Cu_{макс}$	0,35			0,35
$Cr_{макс}$	0,20			0,20
$Ni_{макс}$	0,40			0,80

Категорія	**A32** **A36** **A40**	**D32** **D36** **D40**	**E32** **E36** **E40**	**F32** **F36** **F40**
$Mo_{макс}$	0,08			0,08
$Al_{мін}$ (розчинний в кислоті)	0,015			0,015
Nb V $Ti_{макс}$	0,02 ÷ 0,05 0,05 ÷ 0,10 0,02	загальна сума не повинна перевищувати 0,12		0,02 ÷ 0,05 0,05 ÷ 0,10 0,02 загальна сума не повинна перевищувати 0,12

Примітки до табл.3.2.2-2:

1. При позначенні категорій стали підвищеної міцності до символу категорії може додаватися буква "H" (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 окремості і в комбінації. Якщо зазначені елементи вводяться по окремості, 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 стали підвищеної міцності будь-якої категорії після термомеханічної обробки, допускаються невеликі відхилення від приведеного хімічного складу див. табл.3.2.2-3.
6. $C_{экв}$, $P_{см}$ - 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 із Регістром.

За погодженням із 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 табл. 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:

$$C_{\text{екв}} = \frac{M_n}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15}$$

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 (ТМСР), вуглецевий еквівалент повинний відповідати вимогам табл. 3.2.2-3.

Таблиця 3.2.2-3

Категорія сталі	Вуглецевий еквівалент, %, макс	
	$t \le 50$мм	50мм $< t \le$ 100мм
A32, D32, E32, F32	0,36	0,38
A36, D36, E36, F36	0,38	0,40
A40, D40, E40, F40	0,40	0,42
Примітки: 1. Величина вуглецевого еквіваленту підлягає погодженню між підприємством- виготовлювачем і судноверф'ю у кожному випадку. 2. Для товщини понад 100мм вуглецевий еквівалент повинен бути узгоджений з Регістром під час атестації стану прокату.		

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 $C_{екв}$ або P_{CM} також можуть вказуватися у сертифікатах підприємства і/або Свідоцтві Регістра на сталь, що поставляється. Розмір аустенітного зерна сталі повинний бути не менше 5 балів (ASTM E112, ДСТУ 8972:2019).

Наступні параметри мікроструктури повинні бути визначені:

- для сталей нормальної і підвищеної міцності з ферито-перлитною структурою - розмір зерна фериту не може бути більший 8 - 9 номеру по ДСТУ 8972:2019 (0,015-0,022мм), ферито - перлітна смужчатість по ДСТУ 8974:2019 (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 ДСТУ 8972:2019 (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 виготовлювача.

Примітка. ДСТУ 8972:2019 Сталі та сплави. Методи виявлення та визначення величини зерна.
ДСТУ 8974:2019 Сталь. Металографічний метод оцінювання мікроструктури листів та стрічки.

3.2.3 Механічні властивості.

Випробування повинні виконуватися у відповідності із вимогами розд. **2**.

Механічні властивості сталі нормальної міцності повинні відповідати вимогам табл. 3.2.3-1, а сталі підвищеної міцності – табл. 3.2.3-2.

Таблиця 3.2.3-1 **Механічні властивості сталі нормальної міцності при розтягуванні**

Категорія сталі	**Тимчасовий опір R_m, МПа**	**Границя плинності R_{eH}, МПа**	**Відносне подовження A_5, %, мін**
A, B, D, E	400 ÷ 520	235	22

Примітки до табл.3.2.3-1:
1. При позитивних результатах випробувань, огляду підприємства і надання статистичних даних для сталі категорії А усіх товщин, верхня границя тимчасового опору може бути підвищена.
2. При випробуваннях на розтягування стандартних зразків повної товщини шириною 25мм і довжиною розрахункової частини 200мм відносне подовження повинне відповідати наступним мінімальним значенням:

Товщина, мм	$t \le 5$	$5 < t \le 10$	$10 < t \le 15$	$15 < t \le 20$	$20 < t \le 25$	$25 < t \le 30$	$30 < t \le 40$	$40 < t \le 50$
Відносне подовження, %	14	16	17	18	19	20	21	22

Таблиця 3.2.3-2 **Механічні властивості сталі підвищеної міцності при розтягуванні**

Категорія сталі	Тимчасовий опір R_m, МПа	Границя плинності R_e, МПа	Відносне подовження A_5, %, мін
A32 **D32** **E32** **F32**	440 ÷ 570	315	22
A36 **D36** **E36** **F36**	490 ÷ 630	355	21
A40 **D40** **E40** **F40**	510 ÷ 660	390	20

Примітка до табл.3.2.3-2:

1. При випробуваннях на розтягування стандартних зразків повної товщини шириною 25мм і довжиною розрахункової частини 200мм відносне 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** **F32**	14	16	17	18	19	20	21	22
A36 **D36** **E36** **F36**	13	15	16	17	18	19	20	21
A40 **D40** **E40** **F40**	12	14	15	16	17	18	19	20

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 нормальної міцності наведені у табл. 3.2.3-3, а для сталі підвищеної міцності в табл. 3.2.3-4.

Таблиця 3.2.3-3 **Ударні властивості сталі нормальної міцності**

Категорія сталі	**Температура, ºС**	**Середня величина роботи удару, Дж, мін**							
		t ≤ 50 мм		**50мм < t ≤ 70мм**		**70мм < t ≤ 100мм**		**100мм < t ≤ 150мм**	
		KV_L	KV_T	KV_L	KV_T	KV_L	KV_T	KV_L	KV_T
A	20	-	-	34	24	41	27	48	32
B	0	27	20	34	24	41	27	48	32
D	-20	27	20	34	24	41	27	48	32
E	-40	27	20	34	24	41	27	48	32

Примітки до табл.3.2.3-3:

1. Випробування на ударний згин - див**.** також **3.2.6**.
2. При поставці сталі категорії В товщиною 25мм або менше випробування на ударний згин можуть не виконуватися.
3. 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.
4. 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°С.

Таблиця 3.2.3-4 **Ударні властивості сталі підвищеної міцності**

Категорія сталі	**Температура, ºС**	**Середня величина роботи удару, Дж, мін**							
		t ≤ 50 мм		**50мм < t ≤ 70мм**		**70мм < t ≤ 100мм**		**100мм < t ≤ 150мм**	
		KV_L	KV_T	KV_L	KV_T	KV_L	KV_T	KV_L	KV_T
A32	0	31	22	38	26	46	31	50	33
A36		34	24	41	27	50	34	54	36
A40		39	26	46	31	55	37	58	39
D32	-20	31	22	38	26	46	31	50	33
D36		34	24	41	27	50	34	54	36
D40		39	26	46	31	55	37	58	39
E32	-40	31	22	38	26	46	31	50	33
E36		34	24	41	27	50	34	54	36
E40		39	26	46	31	55	37	58	39
F32	-60	31	22	38	26	46	31	50	33
F36		34	24	41	27	50	34	54	36
F40		39	26	46	31	55	37	58	39

Примітки до табл.3.2.3-4:

1. Випробування на ударний згин - див**.** також **3.2.6**.

2. Для категорій сталі А32 і А36 може бути скорочено кількість випробувань на ударний згин, за умови позитивних результатів вибіркових випробувань.

У таблицях випробувань на ударний згин наведені значення для стандартних зразків (10 х 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.

Таблиця 3.2.4-1. **Стан постачання сталі нормальної міцності [1]**

Категорія	Товщина, мм	Стан постачання
A	$t \le 50$	Будь-який
	$50 < t \le 150$	Нормалізація (N), контрольована прокатка (CR) або термомеханічна обробка (TM) [2]
B	$t \le 50$	Будь-який
	$50 < t \le 150$	Нормалізація (N), контрольована прокатка (CR) або термомеханічна обробка (TM) [2]
D	$t \le 35$	Будь-який
	$35 < t \le 150$	Нормалізація (N), контрольована прокатка (CR) або термомеханічна обробка (TM) [3]
E	$t \le 150$	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.

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	$t \le 12,5$	Будь-який
		$12,5 < t \le 150$	Нормалізація (N), контрольована прокатка (CR) або термомеханічна обробка (TM)
A32, A36	Al або Al + Ti	$t \le 20$	Будь-який
		$20 < t \le 35$	Будь-який, поставка в гарячекатаному стані (AR) – вимагає спеціального узгодження
		$35 < t \le 150$	Нормалізація (N), контрольована прокатка (CR) або термомеханічна обробка (TM)
A40	Будь-які	$t \le 12,5$	Будь-який
		$12,5 < t \le 150$	Нормалізація (N), контрольована прокатка (CR) або термомеханічна обробка (TM)
D32, D36	Nb і/або V	$t \le 12,5$	Будь-який
		$12,5 < t \le 150$	Нормалізація (N), контрольована прокатка (CR) або термомеханічна обробка (TM)
D32, D36	Al або Al + Ti	$t \le 20$	Будь-який
		$20 < t \le 25$	Будь-який, поставка в гарячекатаному стані (AR) – вимагає спеціального узгодження
		$25 < t \le 150$	Нормалізація (N), контрольована прокатка (CR) або термомеханічна обробка (TM)

Категорії	Елементи, що подрібнюють зерно	Товщина, мм	Стан постачання
D40	Будь-які	$t \leq 50$	Нормалізація (N), контрольована прокатка (CR) або термомеханічна обробка (TM)
		$50 < t \leq 150$	Нормалізація (N), термомеханічна обробка (TM) або гартування з відпуском (QT)
E32, E36	Будь-які	$t \leq 50$	Нормалізація (N), термомеханічна обробка (TM)
		$50 < t \leq 150$	Нормалізація (N), термомеханічна обробка (TM)
E40	Будь-які	$t \leq 50$	Нормалізація (N), контрольована прокатка (CR) або термомеханічна обробка (TM)
		$50 < t \leq 150$	Нормалізація (N), термомеханічна обробка (TM) або гартування з відпуском (QT)
F32, F36	Будь-які	$t \leq 50$	Нормалізація (N), термомеханічна обробка (TM) або гартування з відпуском (QT)
		$50 < t \leq 150$	Нормалізація (N), термомеханічна обробка (TM)
F40	Будь-які	$t \leq 150$	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 установлюється відповідно до табл. 3.2.6.4-2.

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 ⅓ 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 ¼ 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 50мм до 150мм проби добираються на відстані ¼ 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 ⅓ половини діагоналі від вершини (див. рис.3.2.5-5);

- для циліндричних напівфабрикатів – на відстані ⅓ 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.

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 ¼ товщини (вісь зразків повинна лежати у площині, розташованій на ¼ товщини і паралельній поверхні).

Прокат товщиною 15мм і менше, призначений для роботи при розрахункових температурах нижче -30^{O}C повинен бути випробуваний на розтягування, згин і ударний згин. Випробування на ударний згин прокату товщиною менше 10мм виконуються на зразках повної товщини (див. **2.2.3.1**).

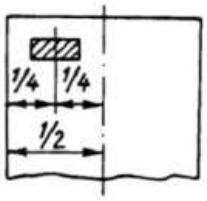


Рис.3.2.5-1. Лист і штаба

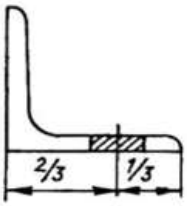


Рис.3.2.5-2. Кутовий профіль

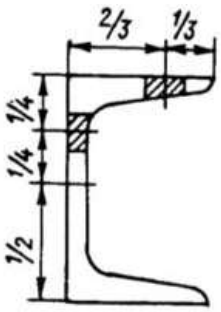


Рис.3.2.5-3. Швелер і тавр

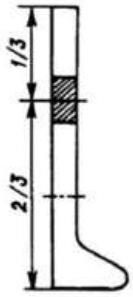


Рис.3.2.5-4. Штабобульб

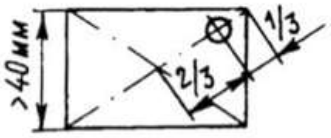


Рис.3.2.5-5. Пруток прямокутного перерізу

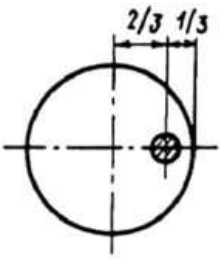


Рис.3.2.5-6. Пруток круглого перерізу

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 постачання. Якщо не зазначено окремо, від кожної партії масою не більше 50т повинний бути випробуваний один зразок на розтягування і один комплект зразків (крім сталі категорії Е, Е32, Е36, Е40) 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 Е, Е32, Е36 і Е40 проводяться в такому обсязі:

- листова і широкоштабова 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.

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 гарячекатаному 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 для сталі нормальної міцності і в табл. 3.2.6.4-2 для сталі підвищеної міцності.

Таблиця 3.2.6.4-1

<table>
<tr><th rowspan="3">Категорія сталі</th><th rowspan="3">Розкислення</th><th rowspan="3">Вид прокату</th><th colspan="6">Стан постачання (обсяг партії для випробувань, KV)
Товщина, мм
10 12,5 20 25 30 35 40 50 150</th></tr>
<tr><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">A</td><td rowspan="3">Спокійна чи напівспокійна</td><td>Профіль</td><td>A(-)</td><td colspan="5">Не регламентується</td></tr>
<tr><td rowspan="2"><50 спокійна чи напівспокійна,
>50 спокійна</td><td>Лист</td><td colspan="4">A(-)</td><td colspan="2">N(-),TM(-) CR(50),AR*(50)</td></tr>
<tr><td>Профіль</td><td colspan="4">A(-)</td><td colspan="2">Не регламентується</td></tr>
<tr><td rowspan="2">B</td><td rowspan="2"><50 спокійна чи напівспокійна,
≥50 спокійна</td><td>Лист</td><td colspan="4">A(50)</td><td colspan="2">N(50), TM(50)
CR(25), AR*(25)</td></tr>
<tr><td>Профіль</td><td colspan="2">A(-)</td><td colspan="3">A(50)</td><td>Не регламентується</td></tr>
<tr><td rowspan="3">D</td><td>Спокійна</td><td>Лист, профіль</td><td colspan="2">A(50)</td><td colspan="4">Не регламентується</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Спокійна та оброблена елементами, що подрібнюють зерно</td><td>Лист</td><td colspan="3">A(50)</td><td colspan="2">N(50) CR(50) TM(50)</td><td>N(50)
1. TM(50)</td></tr>
<tr><td>Профіль</td><td colspan="3">A(50)</td><td colspan="2">N(50)
CR(50) TM(50) AR*(25)</td><td>Не регламентується</td></tr>
<tr><td rowspan="2">E</td><td rowspan="2">Спокійна та оброблена елементами, що подрібнюють зерно</td><td>Лист</td><td colspan="7">N (кожний лист, розкат)
TM (кожний лист, розкат)</td></tr>
<tr><td>Профіль</td><td colspan="5">N(25), TM(25),
AR*(15),CR*(15)</td><td colspan="2">Не регламентується</td></tr>
</table>

Умовні позначення:
A–будь-яке; N -нормалізація; CR – контрольована прокатка; TM – термомеханічна обробка.
Примітка: AR* гарячекатана сталь і CR* контрольована прокатка, зазначені у цій таблиці, можуть застосовуватися тільки при позитивних результатах випробувань огляду підприємства.

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 50 150									
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	
		A1 чи Al+Ti	Лист	A(50)			AR*(25)			Не регламентується			
							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	
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	
		A1 чи Al+Ti	Лист	A(50)			AR*(25)			Не регламентується			
							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	
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) CR (кожний лист)								N (кожний лист), TM (кожний лист), QT(кожний розкат)	
			Профіль	N(25), TM(25), CR (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 лист)	
			Профіль	N(25), TM(25), QT(25), CR*(15)								Не регламентується	
F40		Будь-які	Лист	N (кожний лист), TM (кожний лист), QT(кожний лист)									
			Профіль	N(25), TM(25), CR (25)								Не регламентується	

Умовні позначення:
А–будь-яке; N -нормалізація; CR – контрольована прокатка; ТМ – термомеханічна обробка; QT - гартування і відпуск.

Примітка: AR* гарячекатана сталь і CR* контрольована прокатка, зазначені у цій таблиці, можуть застосовуватися тільки при позитивних результатах випробувань огляду підприємства.

3.2.6.5 У разі потреби проведення контролю ультразвуковим методом, який вимагається умовами постачання продукції, такий контроль повинен здійснюватися за визнаним Регістром міжнародним і/або національним стандартом. Контроль ультразвуковим методом знаходиться в зоні відповідальності підприємства-виготовлювача. Технічний нагляд за проведенням даного контролю не звільняє виготовлювача від даної відповідальності.

3.2.7 Огляд.

Сегрегація (або ліквація) 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-виготовлювач повинний гарантувати повне усунення усадкових раковин, що повинне бути підтверджене контрольними випробуваннями.

Методи проведення випробувань повинні бути погоджені із 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 вирубуванням 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 25см^2;

- 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 сталевого прокату.

3.2.8.1 Загальні вимоги.

Ці вимоги поширюються на допуски по товщині листового та штабового сталевого 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 сталевого прокату товщиною менше 5мм можуть визначатися за національними і міжнародними стандартами, еквівалентним класу B (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-виготовлювач 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 виготовлювачі. 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 сталевого 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 сталевого 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[1]

Товщина *t*, мм	**Мінусовий допуск від номінальної товщини, мм**
$3 \le t < 5$	–0,3
$5 \le t < 8$	–0,4
$8 \le t < 15$	–0,5
$15 \le t < 25$	–0,6
$25 \le t < 40$	–0,7
$40 \le t < 80$	–0,9
$80 \le t < 150$	–1,1
$150 \le t < 250$	–1,2
$250 \le t$	–1,3

Примітка. [1] Див. ДСТУ EN 10029:2022 (EN 10029:2010, IDT) Гарячекатаний сталевий лист завтовшки 3мм і більше. Допуски на розміри та форму.

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 сталевого 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. 3.2.8.5-1 і 3.2.8.5-2.

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. 3.2.8.5-1 і 3.2.8.5-2 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.

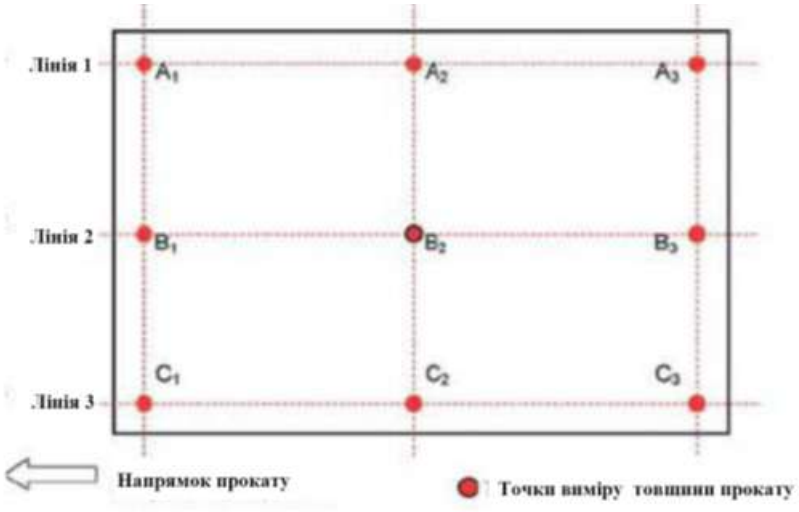
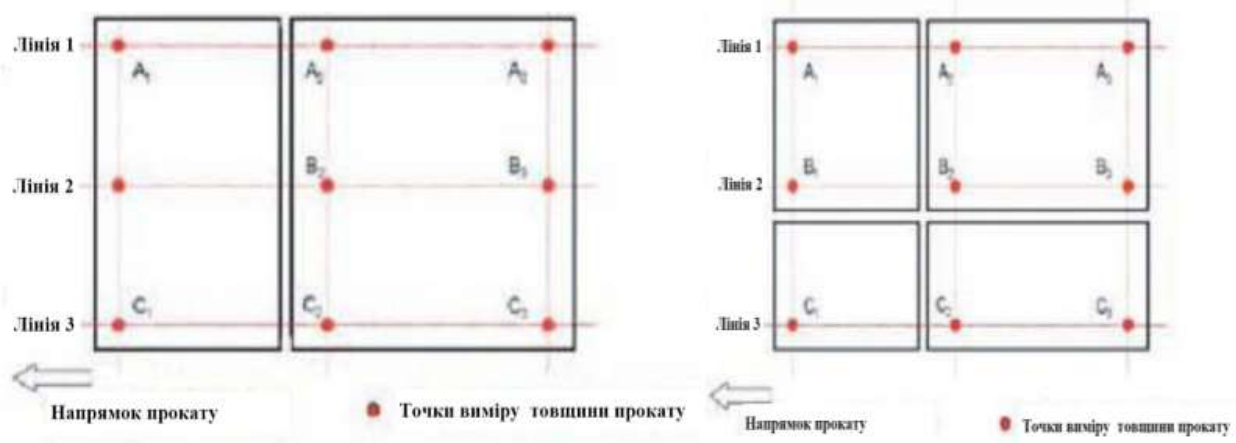


Рис. 3.2.8.5-1. Точки виміру товщини прокату для суцільних листів.



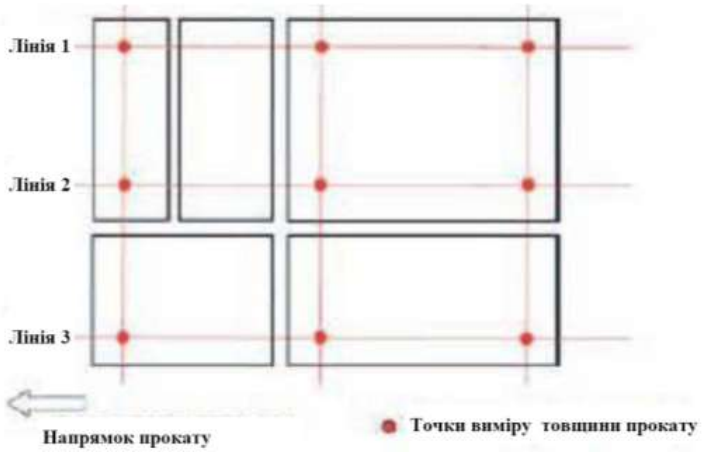


Рис. 3.2.8.5-2 Точки виміру товщини прокату для розрізних листів

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. 3.2.8.5-2. 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 нанесене у обумовленому місці маркування, що вказує на відповідність виробу цим Правилам.

Маркування повинні бути чітко штамповані або нанесені трафаретом виготовлювачем на кожну готову пластину або профіль, щоб позначити, що матеріал задовільно пройшов випробування, передбачені цими Правилами, і що сертифікати на матеріал будуть надані інспектору Регістру.

Крім зазначеного, маркування повинне включати уніфіковане позначення категорії сталі і границі плинності (наприклад, A, D36, E450).

Якщо сталь постачається після термічної обробки, за вимогою Регістру після позначення категорії повинний добавлятися індекс «TMCP» (наприклад, E36TMCP).

Крім того сталь, що постачається під технічним наглядом Регістра, перед уніфікованим позначенням категорії сталі і границі плинності може мати індекс «UR» (наприклад, UR E36TMCP).

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, URE36STMCP або URD36S).

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 (ківшова 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 (ківшова 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 обгрунтовано 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 установлюються 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 виготовлювачем 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 виготовлювачем повинна бути підтверджена система ідентифікації кожного прокату у в'язці.

3.4 СТАЛЕВІ ТРУБИ

3.4.1 СТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЙНІ ТРУБИ

3.4.1.1 Загальні вимоги.

3.4.1.1.2 Ці вимоги поширюються на сталеві гаряче- і холоднодеформовані, а також зварні труби, призначені для виготовлення корпусних конструкцій, які підлягають нагляду Регістру під час виготовлення.

3.4.1.1.3 Сталеві конструкційні труби повинні відповідати вимогам цього підрозділу і виготовлятися по міжнародним і національним стандартам або по технічній документації, схваленої Регістром.

3.4.1.1.4 Сталеві конструкційні труби повинні виготовлятися визнаними відповідно до вимог **1.3.1.2** підприємствами за схваленою Регістром технологією.

Якщо прокат, що застосовується для виготовлення зварних труб, виробляється на окремому підприємстві, то виготовлювач даного прокату також повинен бути визнаний Регістром відповідно до вимог **1.3.1.2**.

3.4.1.1.5 На сталь конструкційних труб поширюються вимоги **3.2**, **3.5**, **3.13** і **3.14** для відповідних категорій сталі.

3.4.1.1.6 Для зварних труб вимоги **3.4.1.4** поширюються тільки на листовий прокат, застосовуваний для їх виготовлення. При цьому готова труба повинна піддаватися випробуванням, які вимагаються необхідними міжнародними і національними стандартами або технічною документацією, схваленою Регістром.

3.4.1.1.7 Гаряче- і холоднодеформовані труби випробовуються у тому ж обсязі, що і прокат для зварних труб відповідно до **3.4.1.4**.

3.4.1.1.8 Вимоги до труб з корозійностійких сталей викладені в **3.16**.

3.4.1.1.9 У разі виникнення причин технічного характеру, що не допускають виконання необхідних правилами Регістру випробувань, ремонту, огляду тощо, допускається їх заміна після розгляду Регістром доказів їх еквівалентності.

3.4.1.2 Огляд і неруйнівний контроль.

3.4.1.2.1 Контролю зовнішнім оглядом і виміром піддаються всі труби.

3.4.1.2.2 Якість поверхні і зачищення дефектів поверхні готових труб повинні відповідати вимогам **3.2.7**.

3.4.1.2.3 Допуски по товщині готових труб повинні задовольняти вимогам **3.2.8**.

3.4.2.4 Всі зварні шви зварних труб повинні піддаватися контролю неруйнівним методом.

3.4.1.3 Маркування і документація.

3.4.1.3.1 Ідентифікація, маркування і документи що видаються, повинні відповідати вимогам **3.2.9**.

3.4.1.3.2 Таврування труб допускається виконувати на бирці. При цьому виготовлювачем повинна бути підтверджена система ідентифікації кожної труби у в'язці.

3.4.2 СТАЛЕВІ ТРУБИ СУДНОВИХ СИСТЕМ

3.4.2.1 Загальні вимоги.

3.4.2.1.1 Ці вимоги поширюються на сталеві гаряче- та холоднодеформовані, а також зварні труби, що підлягають огляду Регістром, призначені для виготовлення котлів, теплообмінних апаратів, посудин, що працюють під тиском, суднових систем і трубопроводів.

3.4.2.1.2 Сталеві труби виготовляються за міжнародними та національними стандартами або технічними вимогами і повинні відповідати вимогам цього розділу.

3.4.2.1.3 Зварні труби допускається виготовляти електричним індукційним або контактним зварюванням тиском або зварюванням плавленням.

3.4.2.2 Хімічний склад.

3.4.2.2.1 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 та вуглецево-марганцевої сталі (ківшова проба), %:

- сірка і фосфор — 0,04, марганець — 1,50, хром, нікель, кремній — 0,50, мідь — 0,30,

- вуглець — 0,23;

для низьколегованої сталі (ківшова проба), %:

- сірка і фосфор — 0,035, марганець — 1,00, хром — 2,50, кремній — 0,50, молібден — 1,20,

- вуглець — 0,20, ванадій — 0,35.

3.4.2.2.2 Сталь повинна бути спокійною. Застосування киплячої сталі для виготовлення труб не допускається. Застосування напівспокійної сталі не рекомендується і повинно бути обґрунтованим. Допускається обробка сталі подрібнюючими зерно елементами. Вуглецева і вуглецево-марганцева сталь, призначена для робочих температур понад 400 °С, не повинна містити алюмінію.

3.4.2.2.3 Застосування сталі, вміст основних елементів в якій перевищує зазначені вище межі, а також сталі з іншими основними легуючими елементами, може бути допущено за національними та міжнародними стандартами, застосування яких узгоджено з Регістром.

3.4.2.2.4 Хімічний склад визначається за аналізом плавки (ківшова проба); допускається визначення хімічного складу при виготовленні трубної заготовки.

3.4.2.3 Механічні та технологічні властивості.

3.4.2.3.1 Механічні та технологічні властивості сталі для труб при кімнатній і підвищеній розрахунковій температурах встановлюються стандартами на труби.

3.4.2.3.2 Труби при виготовленні повинні піддаватися наступним випробуванням:

- на розтягнення (з визначенням тимчасового опору, межі плинності та відносного подовження) згідно з **2.2.2**;

- на розтягнення при підвищеній температурі (з визначенням умовної межі плинності);

Коли це передбачено відповідними частинами Правил або стандартами, повинні бути представлені результати випробувань сталі для труб щодо визначення межі тривалої міцності при підвищеній температурі.

3.4.2.4 Термічна обробка.

Труби повинні піддаватися термічній обробці, коли це передбачено відповідними частинами Правил, стандартами або схваленою Реєстром проектно-технічною документацією. При цьому холоднодеформовані та електрозварні труби в будь-якому випадку піддають термічній обробці, нормалізації, нормалізації та відпуску або гартуванню та відпуску. Вид і режим термічної обробки встановлюються підприємством (виробником), повідомляються Реєстру та зазначаються в сертифікаті.

3.4.2.5 Відбір проб.

Якщо не обумовлено інше, проби для виготовлення зразків відбираються від одного кінця не менше двох труб від партії.

3.4.2.6 Обсяг випробувань, неруйнівний контроль.

Труби підлягають випробуванням партіями. Партія повинна складатися з труб одного розміру, виготовлених зі сталі одного випуску і пройшли термічну обробку за однаковим режимом. Кількість труб у партії повинна бути не більше:

- із зовнішнім діаметром 76 мм і менше — 400 шт.,

- із зовнішнім діаметром більше 76 мм — 200 шт.

Залишок труб менше половини зазначеної кількості приєднується до відповідної партії, а половина і більше вважаються окремою партією.

Для проведення випробувань з кожної проби вирізають 1 зразок для випробування на розтяг. Всі труби повинні бути випробувані гідравлічним тиском. Пробний тиск встановлюється стандартами на труби або узгодженою з Регістром документацією, але в будь-якому випадку повинен бути не менше зазначеного в 21.2 частини VIII «Системи і трубопроводи» і в 1.7 частини X «Котли, теплообмінні апарати і посудини під тиском».

Гідравлічні випробування можуть не проводитися, якщо всі труби піддаються ультразвуковому або іншому еквівалентному контролю.

Всі зварні шви зварних труб повинні піддаватися контролю ультразвуковим методом.

3.4.2.7 Огляд.

Контролю зовнішнім оглядом і вимірюванням піддаються всі труби. На поверхні труб не допускаються тріщини, плівки, рваніни, закатки.

Допускаються окремі незначні забоїни, вм'ятини, ризики, тонкий шар окалини, сліди зачищення дефектів і дрібні плями, якщо вони не виводять товщину стінки за межі мінусових відхилень.

3.4.2.8 Маркування та документи.

Ідентифікація, маркування та видавані документи - відповідно до вимог **1.4.** Клеймування труб допускається проводити на бирці. При цьому виробником повинна бути підтверджена система ідентифікації кожного прокату в зв'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°С.

3.5.1.2 Застосування вимог до прокату, поковок і виливків, що призначені для роботи при розрахункових температурах нижче мінус 50°С, 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 сталевого прокату 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°С, наведені в **3.5.2.6**.

Вимоги до сталевого прокату 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, механічним властивостям 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 ковані 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 сталевого прокату, а також сталевих поковок і виливок 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.

Таблиця 3.5.1.6

Категорія сталі	**Розрахункова температура конструкції T_D, °С**		
	Товщина стінки елементу 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			

3.5.1.7 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 Регістру **Ice4**, **Ice5** і **Ice6**, для яких розрахункова температура T_D не перевищує мінус 30°С, можуть бути використані сталі поліпшеної зварюваності (див. **4.2**, **4.3** частини **XII** «Матеріали» Правил класифікації, побудови і обладнання ПБУ/МСП.).

У разі необхідності використання сталевого прокату 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 див. **3.5.2.7.5**.

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 приведеного 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 програмах Регістру при первісному огляді виготовлювача прокату (видача Свідоцтва про визнання виготовлювача).

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°С, 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[1]
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 присутній Al)

Примітки: 1.Замість визначення вмісту алюмінію, розчинного в кислоті, може бути визначений загальний вміст алюмінію. У цьому випадку загальний вміст алюмінію повинний бути не менше 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 ДСТУ 8972:2019 (0,015-0,022мм), ферито-перлитна смужчатість по ДСТУ 8974:2019 (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 ДСТУ 8972:2019 (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 ДСТУ 8972:2019 (0,031-0,044мм).

Критерії оцінки структури сталі повинні відповідати вказаним вище стандартам, або бути еквівалентними їм відповідно до схваленої документації виготовлювача.

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, °С	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 Регістру, 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 (*$T_{кб}$*, *NDT, DWTT)*.

Випробування з визначення температури $T_{кб}$ 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 $T_{d\ (b\text{-}d)}$, 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*
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°C для **Ice40** і $T_{кб} \leq$ -15°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 замінник температури $T_{d\ (Tкб)}$.

Може бути визначене $T_{d\ (b\text{-}d)}$ на основі визначення однієї або двох температур в'язко-крихкого переходу $T_{d\ (NTD)}$, $T_{d\ (Tкб)}$, $T_{d\ (DWTT)}$.

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:

$d = \max(T_{d\ (CTODbm)}, T_{d\ (CTOD3TB)}, T_{d\ (b\text{-}d)}$.

3.5.2.6 Виготовлення і поставка стального прокату, який призначений для роботи в корпусних конструкціях при розрахункових температурах нижче мінус 30°С, 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 $CTOD \geq 0{,}08$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	46*L*, 31*T*	60*L*, 40*T*
500	50*L*, 33*T*	68*L*, 45*T*
550	55*L*, 37*T*	83*L*, 55*T*
620	70*L*, 46*T*	98*L*, 65*T*
690	86*L*, 57*T*	120*L*, 80*T*

3.5.3 Сталеві поковки.

3.5.3.1 Хімічний склад.

Хімічний склад сталі для поковок, що входять до складу корпусних конструкцій, встановлюється узгодженими Регістром стандартами та/або узгодженою специфікацією і повинен забезпечувати необхідні характеристики холодостійкості. При цьому вміст сірки та фосфору в легованій сталі повинен бути не більше 0,015 % для 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 визнаними 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°С 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°С 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 матеріалам, 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 *CTOD* 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 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 - виготовлювача.

3.6.1.3 Виготовлювач 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 ківшовій 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 виготовлювачем ланцюга і схвалена Регістром.

При цьому сталь для ланцюгів категорії R4 повинна вміщувати не менше 0,2% молібдену.

3.6.2.3 Сортовий 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.

3.6.2.4 Хімічний склад поковок і виливків повинний відповідати схваленій Регістром специфікації і зазначатися виготовлювачем 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 Сортовий 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		Температура випробування °С	Основний матеріал	Зварне з'єднання
						Робота удару, Дж, min	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
1	–	370- 490	25	–	–	–	–
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

[1]Для ланцюгів категорій R3, R3S і R4 ReH/Rm40,92.
[2]Для литої сталі категорій R3, R3S Z440%, для категорії R4 – Z435%.
[3] Для ланцюгів категорій R3, R3S і R4 $R_{eH}/R_m \le 0{,}92$.
[4] Для литої сталі категорій R3 і R3S $Z \le 40\%$, для категорії R4 — $Z \le 35\%$.
При визначенні схильності матеріалу ланцюгів категорій R3S і R4 до водневого окрихчування $Z/Z' \ge 85$, де Z і Z' – відносне звуження зразка при розтягуванні до і після нагрівання, відповідно.

3.6.4.2 При визнанні виготовлювача 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 виготовлювача ланцюга.

3.6.5 Механічні випробування.

3.6.5.1 Сортовий 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 виготовлювачем 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°С (для зразку діаметром 14мм - 2год).

Швидкість деформації при випробуваннях (зміна відносного подовження у частках від розрахункової довжини) повинна бути менше $0{,}0003с^{-1}$ 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 пропонований до випробувань спочатку.

За позитивних результатів знову проведених випробувань отриманими раніше результатами можна знехтувати.

3.6.5.5 При визнанні виготовлювача сталі для ланцюгів категорій R3, R3S і R4 повинна бути підтверджена стійкість сталі до деформаційного старіння, відпускної 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, закочувань і грату, а також інших внутрішніх і поверхневих дефектів, що перешкоджають його подальшій обробці та використанню.

Поздовжні несуцільності 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, 3, R3, R3S і R4 повинна супроводжуватися сертифікатом Регістру або сертифікатом виготовлювача, завіреними представником Регістру. Сертифікат виготовлювача 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.

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 стерна, 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, що визначаються при кімнатній температурі.

Додаткові вимоги до поковок, призначених для роботи при зниженій або підвищеній температурі, визначаються у кожному окремому випадку.

Додаткові вимоги до поковок з підтвердженими властивостями холодостійкості при заданій від'ємній температурі викладені в **3.5.3**.

Вимоги до поковок з корозійностійкої сталі викладені в **3.16.3.**

Вимоги до поковок, призначених для роботи при кріогенних температурах викладені в частині IX «Матеріали і зварювання» Правил класифікації та побудови суден для перевезення зріджених газів наливом. **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, що відповідають наступним національним або європейським стандартам:

- ДСТУ EN 10083-1:2008 (EN 10083-1:2006, IDT) Сталі для гартування та відпускання. Частина 1. Загальні технічні умови постачання;
- ДСТУ EN 10083-2:2008 (EN 10083-2:2006, IDT) Сталі для гартування та відпускання. Частина 2. Технічні умови постачання нелегованих сталей;
- ДСТУ EN 10083-3:2007 (EN 10083-3:2006, IDT) Сталі поліпшувані. Частина 3. Технічні умови постачання легованих сталей;
- ДСТУ EN 10250-3:2008 (EN 10250-3:1999, IDT); Поковки сталеві ковані для машинобудування загальної призначеності. Частина 3. Леговані спеціальні сталі;
- SEW 550-2024 Steel for Heavy Forgings. Quality requirement,

або інші нелеговані та низьколеговані сталі, що відповідають іншим стандартам за умови, що їх придатність для застосування буде доведена Регістру необхідними випробуваннями. Для цього може знадобитися попереднє випробування придатності сталі.**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 блюма 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 ківш, 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 погодженій із Регістром специфікації.

Таблиця 3.7.2.3-1 [1]

Тип сталі	**Хімічний склад (%)**									
	C, макс	**Si, макс**	**Mn**	**P, макс**	**S, макс**	**Cr, макс**	**Mo, макс**	**Ni, макс**	**Cu[4], макс**	**Загальний вміст залишкових елементів, макс**
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 сталь[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 ($C_{екв}$) не перевищує 0,41% і обчислюється за формулою:

$C_{екв}$ (%) = 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 стерна повинні бути виготовлені із сталі, яка зварюється.

Таблиця 3.7.2.3-2 [1]

Тип сталі	**Хімічний склад (%)**									
	C, макс	**Si, макс**	**Mn**	**P, макс**	**S, макс**	**Cr**	**Mo**	**Ni**	**Cu[3], макс**	**Загальний вміст залишкових елементів, макс**
Вуглецеві, вуглецево-марганцеві	0,65[2]	0,45	0,3-1,5	0,035	0,035	0,30[3] макс	0,15[3] макс	0,40[3] макс	0,30	0,85
Легована сталь[4]	0,45	0,45	0,3-1,0	0,035	0,035	мін 0,40[5]	мін 0,15[5]	мін 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 ($C_{екв}$) не перевищує 0,41% і обчислюється за формулою $C_{екв}$ (%) = 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 Регістру.

[5] Вміст одного чи більше із указаних елементів повинний відповідати наведеному мінімуму.

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 3.7.3.1-1 **Механічні властивості сталевих поковок, призначених для суднобудування**

Тип сталі	**Тимчасовий опір R_m, min, МПа**	**Границя плинності R_e, 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 3.7.3.1-1 **Механічні властивості сталевих поковок, призначених для суднобудування**

Тип сталі	**Тимчасовий опір R_m, min, МПа[1]**	**Границя плинності R_{eH}, min, МПа**	**Відносне подовження A_5, min, %**		**Відносне звуження Z, min, %**		**Середнє значення роботи удару, мін, Дж, при +20°C[2, 3]**	
			Уздовж	Поперек	Уздовж	Поперек	KV_L	KV_T
Вуглецеві, вуглецево-марганцеві	400	200	26	19	50	35	32	18
	440	220	24	18	50	35	32	18
	480	240	22	16	45	30	32	18
	520	260	21	15	45	30	32	18
	560	280	20	14	40	27	32	18
	600	300	18	13	40	27	32	18
Легована сталь	550	350	20	14	50	35	41	24
	600	400	18	13	50	35	41	24
	650	450	17	12	50	35	41	24

[1]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.

[2] Для сталевих поковок, призначених для встановлення в кормовій частині суден, які мають в основному символі класу знак льодового підсилення, мінімальне середнє значення роботи удару повинне становити 27Дж при 0 °C для всіх типів сталі.

[3]Не застосовується до сталевих поковок для морських споруд та їх елементів.

Таблиця 3.7.3.1-2 **Механічні властивості сталевих поковок, призначених для суднового машинобудування[1]**

Тип сталі	**Тимчасовий[2] опір R_m,min, МПа**	**Границя плинності R_{eH}, min, МПа**	**Відносне подовження A_5, min, %**		**Відносне звуження Z, min, %**		**Твердість[3] НВ**
			Уздовж	Поперек	Уздовж	Поперек	
Вуглецеві, углецево-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 гребних валів, балерів стерен, штифтів, болтів валів, болтів пер стерен, болтів з'єднання опорних опор, тощо, суден із знаком льодового класу **IA Super, IA, IB або IC**, випробування на ударний згин повинні проводитися для всіх типів сталі при температурі -10°C, а середнє значення роботи удару повинно бути не менше 20Дж (поздовжнє випробування).

[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 за Брінеллем.

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 виготовлювач 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°С.

Якщо поковки не призначені для деталей механізмів із поверхневим зміцненням, може бути допущена більше низька температура відпуску.

3.7.4.3 Поковки із легованої 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).

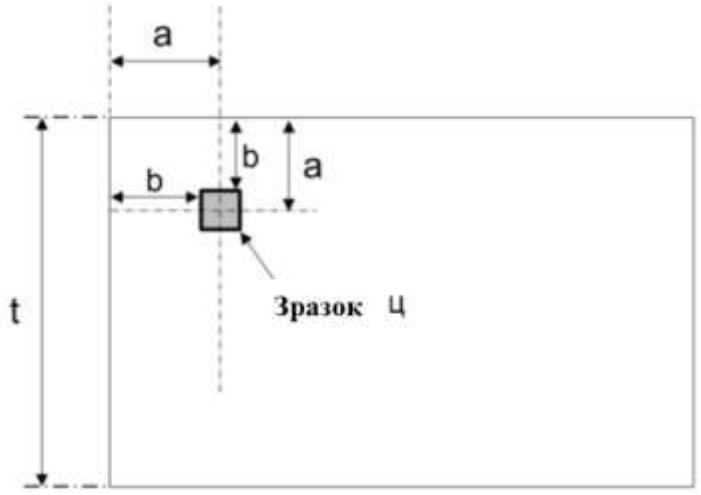
Якщо не оговорене інше, поздовжні зразки вирізаються наступним чином:

.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 ¼ перерізу поковки (¼ діаметра) або на відстані 80мм від термообробленої поверхні, у залежності від того, що менше;

.3 для кованих виробів у формі кільця або диска відбираються тангенційні зразки в горизонтальному та вертикальному напрямках від середини товщини $t/2$ при $t \leq 25$мм або на відстані 12,5мм від поверхні при $t > 25$мм.

Де можливо, при товщі напівфабрикату $t > 25$мм поверхня зразка не повинна бути ближче до будь-якої термообробленої поверхні напівфабрикату, ніж на 12,5мм, як показано на рис. 3.7.5.3.



a - відстань від осі зразка до термообробленої поверхні відповідно до **3.7.5.3.2**;
b — відстань від поверхні зразка до термообробленої поверхні відповідно до **3.7.5.3.3.**

Рис. 3.7.5.3

3.7.5.4 Альтернативне розташування зразків, їх орієнтація та відповідна технологія термічної обробки, що більшою мірою демонструють необхідні механічні властивості матеріалу поковки, можуть бути запропоновані виготовлювачем у комплекті з обґрунтуванням та підтверджуючими результатами випробувань. У такому разі процес термічної обробки, пропоноване місце відбору проб та орієнтація зразків повинні бути схвалені Регістром

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 стерна тощо), а також основних деталей суднового 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 виготовлювача) 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;

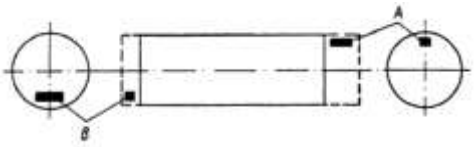


Рис. 3.7.6.1.1-1

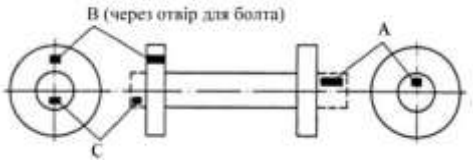


Рис. 3.7.6.1.1-2

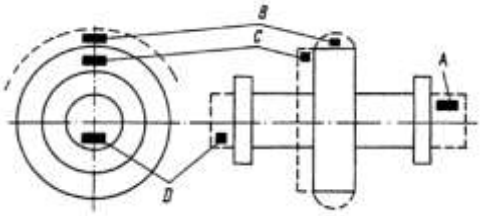


Рис.3.7.6.1.1-3

***.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;

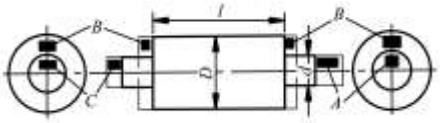


Рис. 3.7.6.1.2

***.3 поковки малих шестерень**:*

- одна проба у поздовжньому напрямку відповідно до рис. 3.7.6.1.2 (позиція А), 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 зразках.

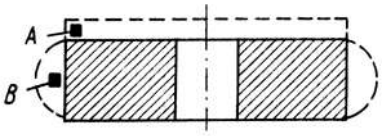


Рис. 3.7.6.1.4

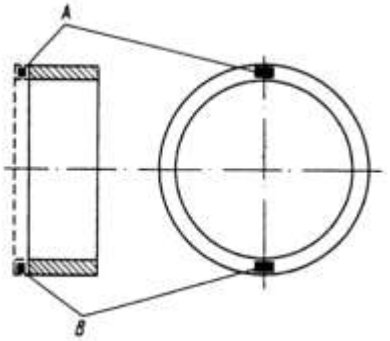


Рис. 3.7.6.1.5

***.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*);

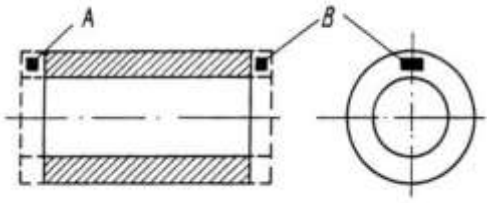


Рис.3.7.6.1.6

.7 *ковані кільця* (такі як поворотне кільце вантажопідйомного пристрою):

Одна проба береться в тангенціальному напрямку від кожної поковки згідно з рис. 3.7.6.1.9. Якщо кінцевий діаметр перевищує 2,5 м або маса після термічної обробки, включаючи матеріал проби, перевищує 3 т, то необхідно провести випробування зразків з двох проб, відібраних з діаметрально протилежних зон.

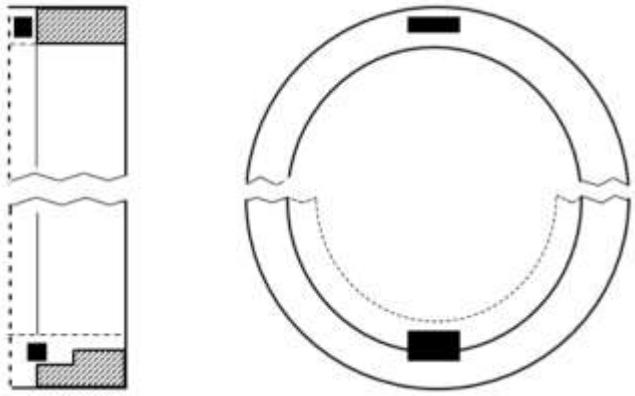


Рис. 3.7.6.1.7

***.8 поковки щік колінчастих валів**:*

- одна проба від кожної поковки у тангенціальному напрямку ;

.9 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);

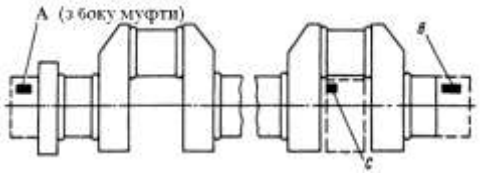


Рис.3.7.6.1.8

***.10 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-виготовлювача;

.11 ***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;

.12 ***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;

.13 ***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 виготовлювача 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.

.14 ***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;

.15 ***представлення гарячекатаного сортового прокату на випробування****:*

- партіями на випробування також може представлятися гарячекатаний сортовий прокат. Розмір партії визначається, виходячи із наступного:

.15.1 прокат одного злитка або катаної заготовки і однієї садки при термічній обробці прокату;

.15.2 прутки масою не більше 2,5т, одного діаметра і однієї плавки, термооброблені у одній садці;

.16 зразки і методи випробувань повинні відповідати вимогам розд.**2**.

Якщо не оговорене інше, випробування повинні виконуватися у присутності представника Регістру.

3.7.7 Огляд.

3.7.7.1 Поковки повинні пред’являтися представникові Регістру для візуального контролю, включаючи, де це необхідно, огляд внутрішньої поверхні та отворів. Якщо не оговорене інше, відповідальність за підтвердження розмірів несе виготовлювач.

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 Регістру та включені у відповідний документ якості виготовлювача на поковку або партію.

Рівень контролю та критерії оцінки повинні бути погоджені із Регістром.

3.7.7.3 Коли вимагається поверхневе 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 поверхнево 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 результати попереднього огляду. **3.7.7.5** Поверхневі дефекти допускається видаляти зачищенням або вирубуванням 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 методами.

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 Виготовлювач поковок повинний зберігати реєстраційні записи про виконаний ремонт і контроль, результати яких фіксуються на кресленні або ескізі поковки.

Відповідна інформація повинна надаватися представникові Регістру за його вимогою.

3.7.8 Ідентифікація і маркування.

3.7.8.1 Виготовлювач поковок повинний мати систему позначення, що дозволяє ідентифікувати поковку, яка знаходиться на стадії пред'явлення Регістру, із плавкою, а на вимогу представника Регістру виготовлювач 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 Регістру і, як мінімум, містити наступне:

- найменування або позначення підприємства-виготовлювача;

- номер або інше маркування, що дозволяють ідентифікувати матеріал, що представляється, і процес його виготовлення;

- категорію або марку сталі;

- прикладений тиск при відповідному випробуванні, якщо застосовне;

- дата заключного контролю.

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 виготовлювача, що представляється представникові Регістру, 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 ківшовій 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, вуглецево-марганцевої та легованої сталі, які застосовуються в суднобудуванні і судновому машинобудуванні, що підлягають технічному нагляду, призначення яких встановлюється іншими частинами Правил.

Цей підрозділ містить вимоги як до зварюваних, так і до не призначених для зварювання виливків. **3.8.1.3** Додаткові вимоги до виливків з підтвердженими властивостями холодостійкості при заданій від'ємній температурі викладені в **3.5.4**.

Вимоги до виливків, призначених для роботи при криогенних температурах, викладені в частині IX «Матеріали і зварювання» Правил класифікації та побудови суден для перевезення зріджених газів наливом.

Додаткові вимоги до виливків, призначених для котлів і систем, встановлюються проєктантом.

Вимоги цього підрозділу не поширюються на виливки з корозійностійкої сталі.

Додаткові вимоги до виливків ПБУ/МСП встановлюються проєктантом і повинні ґрунтуватися на розрахунковій температурі та умовах експлуатації. **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.

3.8.1.6 Приварювання до виливків тимчасових кріпильних деталей (наприклад, для підйому, переміщення, укладання виливка) повинно відповідати затвердженим технологічним процесам зварювання та здійснюватися атестованими зварниками. Прихватки, що залишилися після відокремлення тимчасових кріпильних деталей, повинні бути видалені. Ділянки приварювання повинні бути зачищені та перевірені відповідними методами неруйнівного контролю.

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, вуглецево-марганцевої та легованої сталі повинний відповідати вимогам табл. 3.8.2.2 і/або погодженої із Регістром документації (специфікаціям, стандартам, технічним умовам тощо).

***Таблиця 3.8.2.2*. Хімічний склад вуглецевої, вуглецево-марганцевої та легованої сталі**

Тип сталі	**Застосування**	**C, max %**	**Si. max %**	**Mn, %**	**S, max %**	**P, max %**	**Залишкові елементи, max %**				**Загальне число залишкових елементів, max %**
							Cu	Cr	Ni	Mo	
Вуглецеві, вуглецево-марганцеві	Не зварні конструкції	0,40	0,60	0,50 ÷ 1,60	0,04	0,04	0,30	0,30	0,40	0,15	0,80
	Зварні конструкції	0,23	0,60	1,60 max	0,04	0,04	0,30	0,30	0,40	0,15	0,80

Леговані							**Легуючі елементи[1], min**				
	Не зварні конструкції	0,45	0,60	0,50 ÷ 1,60	0,03	0,03	0,30	0,40	0,40	0,15	-
	Зварні конструкції	Встановлюються схваленою документацією									-
[1]Один з елементів повинен відповідати зазначеним вимогам.»;											

3.8.2.3 Якщо не зазначене інше, елементи, що подрібнюють зерно, можуть застосовуватися на розсуд виготовлювача. Вміст цих елементів вказується у аналізі ківшової 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 та роботи удару, встановлені залежно від необхідного рівня значень тимчасового опору сталевих виливків.

Таблиця 3.8.3.1 **Механічні властивості виливків**

Сталь, призначена для зварювання[1]					
Тип сталі	**Тимчасовий опір R_m, min, МПа[2, 3]**	**Границя плинності R_{eH} або $R_{p0,2}$, МПа**	**Відносне подовження A_5, %**	**Відносне звуження Z, %**	**Середня робота удару, KV, min, Дж[4]**
Вуглецеві, вуглецево-марганцеві	400	200	25	40	27
	440	220	22	30	
	480	240	20	27	
	520	260	18	25	
	560	300	15	20	
	600	320	13	20	
Леговані	550	355	18	30	27
	600	400	16	30	
	650	450	14	30	
	700	540	12	28	
Сталь, що не призначена для зварювання[5]					
Вуглецеві, вуглецево-марганцеві	400	200	25	40	27
	440	220	22	30	
	480	240	20	27	
	520	260	18	25	
	560	300	15	20	
	600	320	13	20	
Леговані	550	355	16	35	27
	600	400	16	35	
	650	450	14	32	
	700	540	12	28	

[1] Випробування на ударний вигин сталі, призначеної для зварювання, проводяться при температурі 0 °С.
[2] Мінімально допустиме значення тимчасового опору 150МПа.
[3] Для проміжних значень тимчасового опору мінімальні значення границі плинності, відносного подовження і відносного звуження встановлюються з використанням лінійної інтерполяції.
[4] Виходячи з умов експлуатації, альтернативні вимоги до температури і критеріїв випробувань на ударний вигин можуть бути надані Регістру для узгодження.
[5] Випробування на ударний вигин сталі, що не призначена для зварювання, проводяться при температурі навколишнього середовища AT (Ambient Temperature), а саме при 23 ± 5°С, як зазначено в ДСТУ ISO 148-1:2022.

Примітка до табл. 3.8.3.1: ДСТУ ISO 148-1:2022 Металеві матеріали. Випробування на ударний вигин за Шарпі на маятниковому копрі. Частина 1. Метод випробування (ISO 148-1:2016, IDT).

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 виготовлювач залежно від хімічного складу, призначення і форми виливка у разі дотримання таких умов:

- температура відпуску повинна бути не нижче 500°С;

- 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°С, після чого виливки повинні охолоджуватися з піччю до температури 300°С або нижче;

- якщо після термічної обробки виливок піддається нагріванню або правці може виникнути необхідність проведення термічної обробки для зняття напружень.

3.8.4.2 Виливки поставляються в наступних станах:

.1 з вуглецевої та вуглецево-марганцевої сталі:

- цілком відпаленими,

- після нормалізації,

- після нормалізації і відпуску,

- після гартування і відпуску;

.2 з легованої сталі:

- 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 Регістру на його вимогу.

Стан постачання повинен відповідати вимогам до конструкції та умовам експлуатації.

Виготовлювачі несуть відповідальність за вибір виду термічної обробки для отримання необхідних механічних властивостей.

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.

Виготовлювач повинен здійснювати суворий контроль за цією термообробкою, з тим щоб уникнути будь-яких негативних наслідків для остаточного стану металу та отриманої в результаті мікроструктури і механічних властивостей виливки.

3.8.4.4 Термічна обробка повинна проводитися в печах, які мають регулярно перевірені прилади контролю і реєстрації температури для відстеження рівномірності нагріву виливки. Розміри печі повинні забезпечувати рівномірний нагрів поміщених виливок до необхідної температури.

У разі необхідності проведення термічної обробки виливок великих розмірів, альтернативні методи термообробки підлягають узгодженню з Регістром.**3.8.5 Добір проб**

3.8.5.1 При підготовці проб, їх розмір повинен забезпечувати виконання випробувань, у тому числі повторних, якщо це буде потрібно. Проби повинні бути передбачені для кожного виливка або партії виливків.

3.8.5.2 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.

Всі проби повинні бути ідентифіковані.

3.8.5.3 Переважне розташування проб, там, де це практично можливо, повинно бути таким, при якому виготовлювач передбачає принаймні одну пробу діаметром 30мм, безпосередньо у виливку або прилиту до неї.

Примітка: Результати випробувань, що характеризують матеріал, з якого були виготовлені виливки, і подальший процес термообробки, можуть не завжди відображати властивості виливків. На ці властивості можуть впливати умови кристалізації та швидкість охолодження під час термообробки, які, в свою чергу, залежать від товщини, розміру, групи складності та форми виливки. Мета добору проби полягає в тому, щоб забезпечити перевірку якості з метою підтвердження ефективності контролю існуючих процесів і методик термообробки.

Для виливків, за якими потрібне підтвердження механічних властивостей при певній товщині поперечного перерізу, за погодженням між виготовлювачем і замовником, повинні бути надані пропозиції щодо альтернативного розташування проб (з точки зору розміру і типу) в Регістр для розгляду та схвалення.

Примітка: Розмір проб для механічних випробувань може бути визначений відповідно до критичного перерізу, де вони відповідають термічній обробці та мікроструктурі виливки, а також вимогам стандартів ДСТУ EN ISO 4885, ДСТУ EN ISO 683-1 та ДСТУ EN ISO 683-2.

Як альтернатива, визначення розміру та типу проби може бути обґрунтовано статистичними даними випробувань, створенням репрезентативної проби або компонента, програмним забезпеченням для моделювання або комбінацією всіх цих елементів.

3.8.5.4 Якщо від виливка передбачається добір двох або більше проб, місця проб повинні розташовуватися на максимально можливій відстані одне від одного.

3.8.5.5 Проби повинні піддаватися термічній обробці разом із виливками, які вони представляють**.**

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 ківшів, при цьому повинна виконуватися умова **3.8.5.2**.

Якщо маса виливка в очищеному стані дорівнює або перевищує 10т, або виливка має складну форму, повинно бути відібрано не менше двох прилитих, розташованих на максимально можливій відстані один від одного.

Якщо великі вироби виготовляються з двох або більше виливків, які не перемішуються в ківші перед заливкою, необхідно надати дві або більше проби, що відповідають кількості необхідних для цього виробу виливків. Проби повинні бути добрані безпосередньо від виливки або прилиті до неї, чи відлиті окремо і розташовані максимально віддалено одна від одної**. 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 Регістру.

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 виготовлювача 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, надлишками, задирами 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 виготовлювачі 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** і **2.6.4** частини XIV «Зварювання» цих Правил.

3.8.7.5 Розміри, кількість дефектів, що допускаються без виправлення чи з виправленнями, установлюються виготовлювачем 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°С. 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 Регістру.

3.8.8 Маркування і документи.

3.8.8.1 Виготовлювач виливків повинний мати систему позначення, що дозволяє ідентифікувати виливок, який знаходиться на стадії пред'явлення Регістру, із плавкою, а на вимогу представника Регістру виготовлювач 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 Регістру і, як мінімум, містити наступне:

- найменування або позначення підприємства-виготовлювача;

- номер або інше маркування, що дозволяють ідентифікувати матеріал, який 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 виготовлювача, який представляється представникові Регістру, 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 суднового 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 виготовлювачем залежно від необхідних механічних властивостей виливків.

Якщо не обумовлене інше, повинний указуватися хімічний склад ківшової 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 пластинчатої 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 виготовлювач 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 400МПа 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] R_m, МПа min		**Умовна границя плинності $R_{p0,2}$, МПа, min**	**Відносне подовження A_5, %, min**	**Твердість НВ**	**Робота удару**		**Структура [4]**
					Температура випробувань, °С	KV [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 структура 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 порівняно із наведеною, але не нижче ніж указано 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.

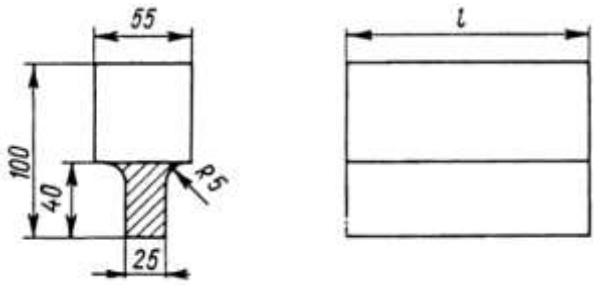


Рис. 3.9.5.1-1 Стандартний зразок і альтернативні зразки розмірами:

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.			

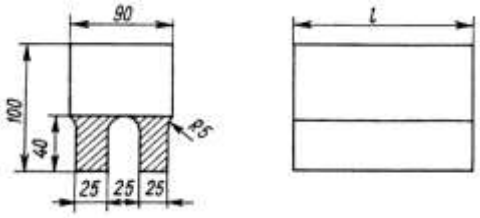


Рис. 3.9.5.1-2 Стандартний зразок

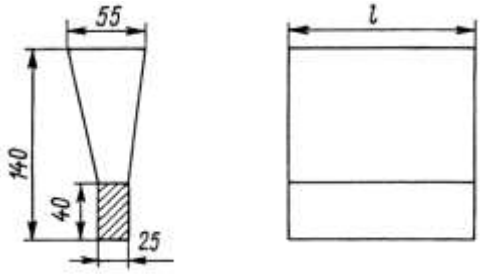


Рис. 3.9.5.1-3 Стандартний зразок і альтернативні зразки розмірами:

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°С.

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 ківшів, 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 виготовлювачем залежно від необхідних механічних властивостей виливків.

Якщо не обумовлене інше, повинний вказуватися хімічний склад ківшової 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 станах.

Необхідність термічної обробки і її режим встановлює виготовлювач 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 виготовлювачем 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°С.

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 виготовлювача із замовником.

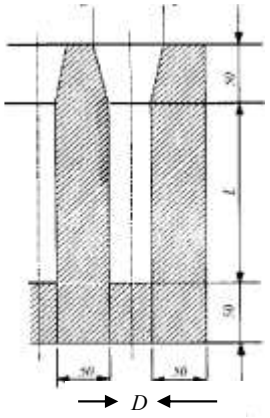


Рис.3.10.5.1

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 ківшів, то по одній пробі повинно бути добрано від кожного ковша.

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 неруйнівному 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°С 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-виготовлювачі 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 СТАЛЕВІ 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 та їх елементів (лопатей та маточин) повинні виготовлятися визнаними Регістром відповідно до **1.1.4** та **1.3.1.4** виробництва. У процесі визнання Регістру повинні бути представлені опис можливостей виробництва, устаткування ливарного обладнання, специфікації на матеріал, опис технологічного процесу, ремонту та контролю. Виливки, що постачаються під технічним наглядом Реєстру, повинні виготовлятися та випробовуватись відповідно до вимог цього розділу.

3.12.1.3 Випробування при визнанні провадження проводяться відповідно до **1.3.1.2** за узгодженою з Регістром програмою огляду та випробувань. Метою випробувань є підтвердження відповідності хімічного складу та механічних властивостей матеріалу виливків та їх якості цим вимогам. Обсяг випробувань має бути узгоджений із Регістром.

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.

3.12.1.5 У разі вибору сплаву, відмінного від наведеного в цьому розділі, Регістру повинні бути представлені дані про хімічний склад, механічні властивості та термічну обробку виливків для схвалення.

3.12.1.6 Відповідальність за дотримання якості, технологічних процесів та контролю відповідності специфікації лежить на виготовлювачі.

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.

Виготовлювач повинен здійснювати запис та зберігання результатів хімічного аналізу виготовлених виливків. Ці дані мають бути доступні інспектору Регістру для перевірки відповідності отриманого хімічного складу встановленим допускам для кожної виливки.

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	≤ 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.

Товщина проб встановлюється відповідними стандартами.

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	–

[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, прилитої в районі, обмеженому 0,5*R* і 0,6*R* (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 ним 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 добраних 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 контролюватись виготовлювачем зовнішнім оглядом та вимірюванням на всіх стадіях їх виготовлення. Особливо ретельному, 100-відсотковому контролю зовнішнім оглядом та виміром виливки повинні піддаватися в остаточному вигляді. Загальний огляд має виконуватися інспектором Регістру. Поверхня не повинна мати дефектів, які можуть призвести до пошкоджень гвинтів під час їх експлуатації. Представник Регістру може вимагати проведення необхідного дослідження сумнівних ділянок поверхні, включаючи травлення металу, особливо перед проведенням зварюванням.

Ливарні дефекти, які можуть вплинути на працездатність виливків, такі як значні неметалеві включення, ужимини, раковини та тріщини, не допускаються. Ці дефекти можуть бути видалені одним із методів, зазначених у **3.12.9**, та виправлені в межах, встановлених для різних ремонтних зон. Повний опис цих робіт та необхідна документація мають бути представлені представнику Регістру до початку проведення робіт.

Дефекти поверхні, видимі на поверхні після механічної обробки, такі як невеликі спаї, засмічення та шлакові включення, повинні бути зачищені виробником відповідно до **3.12.9**.

3.12.7.2 Відповідальність за перевірку геометричних розмірів, форми та дотримання їх допусків лежить на виготовлювачі. Звіт про відповідну перевірку повинно бути надано Регістру. При цьому Регістр залишає за собою право вимагати проведення цієї перевірки у присутності інспектора. 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. Виготовлювач 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. Виготовлювач зобов'язаний документально підтвердити факт виконання і позитивність результатів неруйнівних методів контролю.

3.12.8.2 Контроль капілярним та магнітопорошковим методами.

3.12.8.2.1 Процедура контролю капілярним методом має бути подана Регістру та повинна відповідати вимогам ДСТУ EN ISO 3452-1 або узгодженим Регістром стандартам.

Критерії контролю наведені в **3.12.8.2.3.** Поверхні зон А, В і С всіх гребних гвинтів, виливків лопатей і маточин повинні проходити контроль капілярним методом. Контроль зони А має здійснюватися у присутності інспектора. Контроль зон В та С здійснюється в присутності інспектора на вимогу Регістру.

Якщо ремонт здійснювався шліфуванням або зварюванням, відремонтовані області незалежно від їх розташування повинні контролюватись капілярним методом. Ремонт зварюванням, незалежно від місця ремонту, розглядається як ремонт у зоні А.

3.12.8.2.2 Магнітопорошковий метод може застосовуватись замість капілярного методу при контролі сталей мартенситного класу.

Процедура контролю за магнітопорошковим методом повинна відповідати ДСТУ EN ISO 9934-1 або узгодженим стандартам. Процедура повинна надаватися Регістру для погодження.

3.12.8.2.3 Критерії контролю капілярним та магнітопорошковим методами.

3.12.8.2.3.1 Визначення, що стосуються капілярного методу.

Індикаторний слід — наявність помітного просочування барвника з несуцільностей у матеріалі, що проявляється, принаймні, через 10 хв після застосування капілярного дефектоскопічного матеріалу.

Слід, що зараховується — індикаторний слід, який при визначенні результатів контролю має хоча б одну розмірну характеристику більше 1,5 мм.

Округлий слід - індикаторний слід, довжина якого менше або дорівнює трьом його ширинам ($l < 3w$);

Протяжний слід – індикаторний слід, довжина якого перевищує ширину більш, ніж у 3 рази ($l \geq 3w$).

Рядний слід - індикаторний слід з довжиною, рівної сумарної довжини ряду. Рядний слід може мати таку структуру:

- три або більше округлих слідів, розташованих у рядок таким чином, що відстань між ними становить менше 2 мм; або

- протяжні сліди, розташовані в ряд з відстанню між ними, меншою ніж найбільша розмірна характеристика найдовшого сліду.

Ілюстрацію контролю капілярним методом наведено на рис. 3.12.8.2.3.1.

3.12.8.2.3.2 Критерії приймання.

Одинична контрольована поверхня має площу 100 см^2 і може мати форму квадрата або прямокутника зі стороною трохи більше 250 мм. При здійсненні оцінки якості поверхні капілярним методом вся контрольована поверхня умовно поділяється на одиничні контрольовані майданчики розмірами 100см^2.

Поділ має бути здійснено несприятливим по відношенню до індикаторних слідів чином, тобто форма та розміри кожного майданчика слід вибирати так, щоб вмістити максимальну кількість дефектів, без розподілу по сусідніх одиничних майданчиках.

Виявлені на будь-якій з таких ділянок індикаторні сліди з урахуванням їхньої форми, розмірів та кількості повинні відповідати вимогам табл. 3.12.8.2.3.2

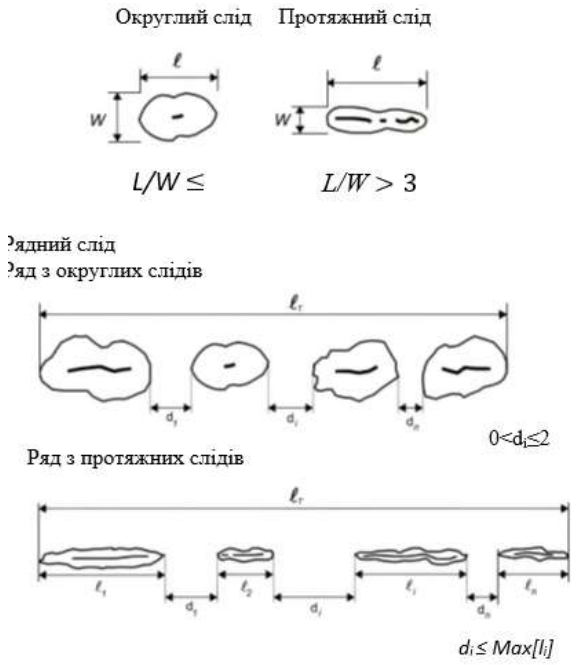


Рис. 3.12.8.2.3.1

Таблиця 3.12.8.2.3.2 **Допустима кількість і розмір індикаторних слідів у залежності від зони контролю**

Зона контролю	Загальна кількість індикаторних слідів, max	Тип індикаторного сліду	Кількість індикаторних слідів кожного типу, max	Розмір індикаторних слідів, мм, max
A	7	круглий	5	4
		лінійний	2	3
		рядний	2	3
B	14	круглий	10	6
		лінійний	4	6
		рядний	4	6
C	20	круглий	14	8
		лінійний	6	6
		рядний	6	6
Примітки: 1. Одиничні круглі індикаторні сліди розміром менше 2мм у зоні *A* 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 радіографічним та ультразвуковим методом.

На вимогу Регістру або якщо виробник визнає за необхідне, повинен бути здійснений додатковий неруйнівний контроль (наприклад, радіографічним та/або ультразвуковим методом). Критерії оцінки та приймання повинні бути узгоджені між виробником, споживачем та Регістром та відповідати вимогам узгоджених Регістром стандартів.

Проведення контролю ультразвуковим методом є недоцільним у випадках, що визначаються формою, типом та товщиною виливки, а також спрямованістю зерна, що негативно впливають на поглинання ультразвукової хвилі.

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 заварюванню, 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. Заварювання ділянок площею менше 5см^2 необхідно уникати.

3.12.9.2 Виправлення дефектів у зоні *A*.

У зоні *A* заварювання дефектів не допускається. Шліфування в зоні *A* 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 *B*.

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 заварюванням.

3.12.9.4 Виправлення дефектів у зоні *C*.

Як правило, у зоні *C* заварювання дефектів допускається.

3.12.9.5 Ремонтне зварювання.

3.12.9.5.1 Загальні положення та документація.

Технологію зварювання та зварювальні матеріали, що застосовуються для виправлення дефектів, повинні бути визнані Регістром відповідно до вимог частини XIV «Зварювання».

Виробник повинен підтримувати систему реєстрації дефектів, ґрунтуючись на якій для будь-якого з виливків можна визначити обсяг виконаного ремонту, вид та режими термообробки. Вся інформація щодо виливку, що підлягає огляду Регістром, подається інспектору Регістру.

Перед початком проведення робіт з виправлення дефектів зварюванням повинна бути представлена для схвалення Реєстром докладна специфікація технології зварювання, що містить відомості про позицію зварювання, параметри зварювального процесу, зварювальні матеріали, попереднє підігрів, подальшу термообробку та контроль виконаних зварювальних робіт.

3.12.9.5.2 Технологічний процес ремонтного зварювання.

3.12.9.5.2.1 Схвалення технології зварювання виконується за схваленою Регістром програмою.

Виправлення дефектів повинно виконуватись відповідно до схвалених технологічних процесів зварювання та зварювальників належної кваліфікації, атестованих відповідно до узгоджених стандартів. Кваліфікаційні випробування технологічних процесів зварювання мають бути проведені під технічним наглядом інспектора та відповідати вимогам **3.12.9.5.3**.

Дефекти, що підлягають ремонту заваркою, повинні бути повністю видалені за допомогою механічної обробки.

Кромки під зварювання повинні бути підготовлені для забезпечення гарного проварювання.

Отримана в процесі видалення дефекту поверхня повинна бути контрольована капілярним методом у присутності інспектора Регістру. Результати контролю мають демонструвати повне видалення дефектного матеріалу.

3.12.9.5.2.2 Зварювання повинно виконуватися в контрольованих умовах, що унеможливлюють несприятливі погодні впливи.

3.**12.9.5.2.3** Для виготовлення зварних проб слід застосовувати дугове зварювання електродами або зварювального дроту. Зварювальні матеріали повинні зберігатися та застосовуватись відповідно до рекомендацій виробника зварювальних матеріалів.

3.12.9.5.2.4 Шлак, підрізи та інші дефекти шва повинні виправлятися перед нанесенням наступного валика.

3.12.9.5.2.5 Сталі мартенситного класу після ремонту зварювання підлягають відпалу в печі. Способи зняття місцевих залишкових напружень за мінімальних виправлень мають бути узгоджені у складі документації на здійснення ремонтних робіт.

3.12.9.5.2.6 Після виконання термообробки відремонтовані поверхні повинні бути відфрезеровані та зашліфовані. У всіх випадках якість виконання ремонту має контролюватись капілярним методом.

3.12.9.5.3. Кваліфікаційні випробування технологічного процесу зварювання.

3.12.9.5.3.1 Загальні принципи.

Нижче наведено вимоги до кваліфікаційних випробувань технологічного процесу зварювання, призначеного для ремонту литих гребних гвинтів із сталі.

Для схвалення технологічного процесу зварювання необхідно одержання задовільних результатів кваліфікаційних випробувань технологічного процесу зварювання.

Кваліфікаційні випробування виконуються для тих же технологій зварювання, присадкового металу, попереднього нагрівання та термічної обробки для зняття залишкових напружень, що застосовуються для ремонтних робіт. Специфікація процесу зварювання (WPS), що застосовується, повинна містити посилання на (або містити) результати випробувань, отримані в ході кваліфікаційних випробувань технологічних процесів зварювання.

Технологічний процес зварювання, схвалений Регістром для конкретного виробництва, може застосовуватися на всіх виробничих майданчиках, що застосовують ту ж технологію ремонту і має таку ж систему контролю якості.

3.12.9.5.3.2 Зварювання проб.

Схвалення технології зварювання слід виконувати на підставі зварювання проб, що складаються з литих зразків і мають розміри, достатні для розподілу енергії зварювання. Мінімальні розміри проб мають відповідати рис. 3.12.9.5.3.2-1.

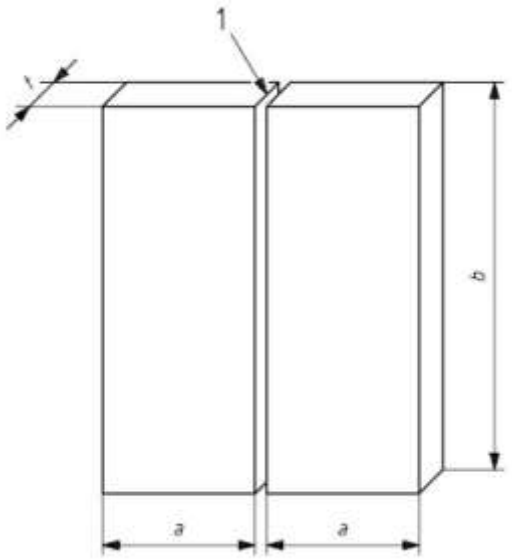


Рис. 3.12.9.5.3-1

1 - обробка і позиціонування кромок, що зварюються відповідно до схваленої специфікації процесу зварювання;

a - мінімальна ширина зразка 150 мм; b - мінімальна довжина зразка 350 мм; *t* - товщина зразка.

Розміри, обробка кромок, підготовка та зварювання проби повинні виконуватися відповідно до процедур, що застосовуються для ремонту підприємства, які мають бути надані інспектору на вимогу.

Зварювання проби та випробування зразків мають відбуватися у присутності інспектора.

3.12.9.5.3.3 Випробування та контроль зварного з'єднання.

Зразки, отримані з проби, повинні випробовуватися відповідно до табл. 3.12.9.5.3.3-1. Схема вирізки зразків наведена на рис. 3.12.9.5.3.3-1.

Таблиця 3.12.9.5.3.3 Види та обсяг випробувань

Вид випробувань	Обсяг випробувань
Зовнішній огляд	100% відповідно до 3.12.9.5.3.4
Контроль капілярним методом[1]	100% відповідно до 3.12.9.5.3.4
Розтягнення поперечного зразка	Два зразка відповідно до 3.12.9.5.3.6
Статичний вигин	По два зразка від кореня і поверхні шва відповідно до 3.12.9.5.3.6[2]
Макроаналіз	Три зразка відповідно до 3.12.9.
Ударний згін	Два комплекти зразків відповідно до 3.12.9.5.3.8
Визначення твердості	Обсяг визначається відповідно до 3.12.9.5.3.9
[1]Допускається заміна методу контролю на магнітопорошковий для сталей мартенситного класу [2]Для проб, що дорівнюють або перевищують 12 мм за товщиною, зазначений обсяг може бути замінений на 4 зразки для бічного вигину	

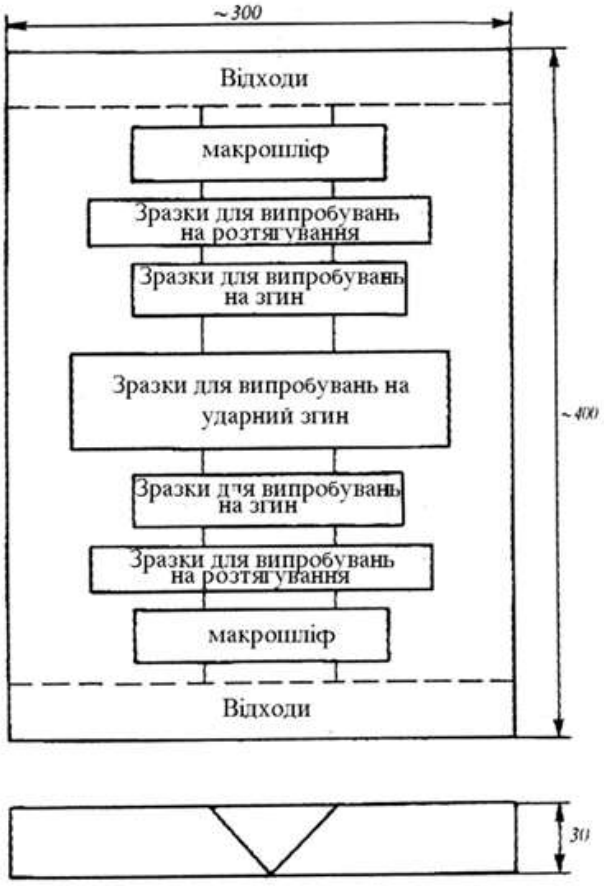


Рис. 3.12.9.5.3.3

3.12.9.5.3.3.1 Огляд та неруйнівний контроль.

Після зварювання та перед відбором зразків проба повинна піддаватися повному візуальному огляду та контролю капілярним або магнітопорошковим методом. Якщо була встановлена необхідність у

термічній обробці після зварювання, візуальний огляд та контроль капілярним методом проводяться після термічної обробки.

Тріщини не допускаються. Методика визначення та критерії контролю капілярним та магнітопорошковим методами наведено у **3.12.8.2.3**.

3.12.9.5.3.3.2 Випробування розтягування.

Випробування виконуються на двох поперечних зразках товщиною, що дорівнює товщині проби, шириною 30 мм і довжиною робочої частини, що дорівнює ширині зварного шва плюс по 6 мм на кожну сторону (див. **4.2.3.2.2** частини XIV «Зварювання»). В якості альтернативи можуть застосовуватися зразки, виготовлені відповідно до узгоджених стандартів.

Механічні властивості повинні відповідати необхідним для основного металу.

У протоколі випробувань має фіксуватись місце руйнування: наплавлений метал, зона термічного впливу або основний метал.

3.12.9.5.3.3.3 Випробування на вигин

Випробування виконуються на двох поперечних зразках від кореня та від протилежної йому поверхні шва (сумарно 4 зразки), виготовлених відповідно до вимог **2.2.5.1**.

Операція виконується на оправці, що дорівнює чотирьох товщин, виключаючи аустенітні сталі, для яких діаметр оправки повинен дорівнювати трьом товщинам.

Кут загину має становити 180°. Після випробувань на поверхні зразка не повинно бути розривів та тріщин довжиною понад 3 мм. Дефекти, виявлені в кутах випробуваних зразків, повинні бути досліджені в окремому порядку.

Для проб рівних або перевищують 12 мм по товщині зазначений об'єм може бути замінений на 4 зразки для згину.

3.12.9.5.3.3.4 Макроаналіз.

Макроаналіз виконується на двох макрошліфах, відібраних з одного боку та включають метал шва, лінію сплавлення, зону термічного впливу. Тріщини, пори, шлакові включення та інші недосконалості шва завбільшки більше 3 мм не допускаються.

3.12.9.5.3.3.5 Випробування на ударний згин.

Випробування потрібні у випадках, коли дане випробування було проведено для основного металу.

Якщо потрібно, випробування на ударний вигин виконуються на зразках, виготовлених відповідно до **2.2.3** та рис. 2.2.3.1-2.

Випробування повинні проводитися на одному комплекті зразків з надрізом по центру шва і на іншому комплекті зразків з надрізом в ділянці зони термічного впливу (середина надрізу повинна розташовуватися від 1 до 2 мм від лінії сплавлення в бік основного металу).

Температура та результати випробувань повинні відповідати необхідним для основного металу.

3.12.9.5.3.3.6 Визначення твердості.

Випробування визначення твердості за Віккерсом (HV 10) виконується на макрошліфах, одержуваних від зони початку зварного шва. Сліди вдавлювання індентора повинні розташовуватися за 2 мм від поверхні проби.

Як мінімум, робиться по три виміри на металі шва, зоні термічного впливу, з обох боків шва та на основному металі з обох сторін. Виміри наводяться для інформації у протоколі випробувань.

3.12.9.5.3.3.7 Повторні випробування

За незадовільних результатів перерахованих вище випробувань допускається проведення повторних випробувань.

3.12.9.5.3.4 Звітні документи.

3.12.9.5.3.4.1 Умови зварювання проб, результати випробувань та контролю мають бути зафіксовані у протоколах кваліфікаційних випробувань технологічного процесу зварювання.

3.12.9.5.3.4.2 Висновок про результати основних та повторних випробувань має вносити до протоколу кваліфікаційних випробувань технологічного процесу зварювання.

Відповідні пункти СПЗ також мають бути включені до протоколу.

3.12.9.5.3.4.3 Протоколи кваліфікаційних випробувань технологічного процесу зварювання засвідчуються інспектором Регістру, який був присутній при випробуваннях, з проставленням відповідного штампу.

3.12.9.5.3.5 Область схвалення.

3.12.9.5.3.5.1 Загальні засади.

Вимоги, викладені у **3.12.9.5.3.5**, повинні виконуватись незалежно один від одного.

Технологічний процес зварювання, схвалений Регістром для конкретного виробництва, може застосовуватися на всіх виробничих майданчиках, що мають ту ж технологію ремонту і систему контролю якості.

3.12.9.5.3.5.2 Основний метал.

Область схвалення технологічного процесу зварювання обмежується марками основного металу, котрим було проведено випробування.

3.12.9.5.3.5.3 Товщина.

Результати кваліфікаційних випробувань технологічного процесу зварювання, отримані для проб завтовшки t можуть бути поширені на товщини відповідно до табл. 3.12.9.5.3.5.3-1.

Таблиця 3.12.9.5.3.5.3 **Область схвалення в залежності від товщини проби**

Товщина проби, t, мм	Область схвалення
$15 < t \leq 30$	Від 3мм до $2t$
$30 < t$	Від $0{,}5t$ до $2t$, або 200мм в залежності від того, яке значення більше

3.12.9.5.3.5.4 Параметри технологічного процесу зварювання

Схвалення поширюється лише на положення, що відповідають застосованим у процесі зварювання проб.

Схвалення поширюється лише зварювальний процес, використаний для випробувань.

Результати, отримані для однопрохідного зварювання, не поширюються на багатопрохідне зварювання стикового з'єднання, що застосовується відповідно до цього розділу.

Схвалення поширюється лише на матеріал присади, застосований при виготовленні проб.

Схвалене значення верхньої межі погонної енергії має бути на 15 % більше застосованого при зварюванні проб. При цьому схвалене значення нижньої межі погонної енергії має бути на 15 % менше застосованого при зварюванні проб.

Схвалене значення мінімальної температури попереднього нагріву має бути не меншим за значення такої температури, отриманої при виготовленні проби.

Схвалене значення максимальної міжпрохідної температури не повинно перевищувати отриманого при зварюванні проб.

Термічна обробка, застосована для проб, має бути записана специфікацію зварювання. Час витримки при заданій температурі може змінюватись в залежності від товщини матеріалу.»;

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 виливка 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;

- марку ливарного сплаву або його прийняте скорочення;

- 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 підприємства.

Представникові Регістру одночасно із пред'явленням виливка у остаточному вигляді або завчасно повинний бути представлений сертифікат підприємства на виливок. Вказаний сертифікат повинний бути засвідчений службою якості підприємства і завірений особою, уповноваженою на те підприємством. Сертифікат підприємства повинний містити наступні дані: найменування підприємства і номер замовлення;

- номер проєкту 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 проєкту судна, якщо він відомий;

- номер сертифіката якості підприємства-виготовлювача виливка;

- остаточну масу;

- ідентифікаційний номер і номер плавки;

- номер креслення.

Обов'язковим додатком до сертифіката Регістру повинні бути сертифікати якості підприємства-виготовлювача. Протоколи випробувань, завірені 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.

3.13.1.1 Ці вимоги поширюються на підлягаючу нагляду Регістром при виготовлені гарячекатаної зварюваної листової і широкоштабової сталі високої міцності, призначеної для використання на морських суднах 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°С, наводяться в **3.5.2.6**. Сталь високої міцності повинна виготовлятися визнаними згідно **1.3.1.2** 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 процесі експлуатації.

3.13.1.2 Замість сталей категорій A420, D420, A460 та D460 також можуть використовуватися сталі, що відповідають вимогам ДСТУ EN 10025-3 та ДСТУ EN 10025-4, якщо їх хімічний склад, механічні властивості та інші характеристики відповідають вимогам, викладеним в цьому підрозділі, а саме:

- замість сталей категорій A420 та D420 відповідно S420N і S420NL згідно ДСТУ EN 10025-3 та S420M і S420ML згідно ДСТУ EN 10025-4;

- замість сталей категорій A460 та D460 відповідно S460N і S460NL згідно ДСТУ EN 10025-3 та S460M і S460ML згідно ДСТУ EN 10025-4.

Примітка.

ДСТУ EN 10025-3:2022 (EN 10025-3:2019, IDT) Гарячекатані вироби з конструкційних сталей. Частина 3. Технічні умови постачання нормалізованого/нормалізованого прокату зварюваних дрібнозернистих конструкційних сталей.

ДСТУ EN 10025-4:2022 (EN 10025-4:2019, IDT) Гарячекатані вироби з конструкційних сталей. Частина 4. Технічні умови постачання для термомеханічного прокату зварюваних дрібнозернистих конструкційних сталей.

3.13.2 Процес виготовлення сталі.

Вакуумна дегазація сталі повинна застосовуватися у випадках:

- виробництва сталі з поліпшеними властивостями по товщині;

- виробництва сталі з рівнем міцності 690, 890, 960.

Сталь повинна бути повністю розкисленою і оброблена елементами, що подрібнюють зерно. Індекс аустенітного зерна повинен 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 схвалюваною Регістром специфікацією підприємства-виготовлювача сталі. Також див. табл. 3.13.3.1.

3.13.3 Хімічний склад.

3.13.3.1 Хімічний склад сталі повинний визначатися виготовлювачем сталі на зразках, взятих з кожної плавки, 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/CR[1,5]**		**TM[1,5]**		**QT[1]**	
Категорія сталі	A420 D420	E420 E460	A420 D420	E420 F420	A420 D420	E420 F420

Стан постачання[1]	**N/NR/CR**[1,5]		**TM**[1,5]		**QT**[1]	
	A460 D460		A460 D460 A500 D500 A550 D550 A620 D620 A690 D690 A890	E460 F460 E500 F500 E550 F550 E620 F620 E690 F690 D890 E890	A460 D460 A500 D500 A550 D550 A620 D620 A690 D690 A890 A960	E460 F460 E500 F500 E550 F550 E620 F620 E690 F690 D890 E890 D960 E960
Вміст елементів, %[2,8]						
C_{max}	0,20	0,18	0,16	0,14	0,18[9]	
M_n	1,0 ÷ 1,7				1,70 (макс)	
S_{imax}	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	0,015	0,010	0,015	0,010
Al_{total} min[4]	0,02				0,018	
N_{bmax}[5]	0,05				0,06	
V_{max}[5]	0,20		0,12		0,12	
T_{imax}[5]	0,05				0,05	
N_{imax}[6]	0,80		3,50		3,50	
C_{umax}[10]	0,55				0,50	
C_{rmax}[10]	0,30		0,50		1,50	
M_{omax}[10]	0,10		0,50		0,70	
N_{max}	0,025				0,015[11]	
Oxygen ppm_{max}[7]	--		--	50	--	30
Boron (maz)	0,005		0,005		0,005	

Примітки:[1] Див. п. **3.13.4** для визначення стану постачання.

[2] Хімічний склад повинен визначатися з ковшової проби і повинен задовольняти вимогам схваленої Регістром специфікації.

[3] Для сталевого профілю вміст фосфору і сірки може перевищувати приведені в таблиці значення але не більше ніж на 0,005%.

[4] Співвідношення загального алюмінію до азоту повинне бути щонайменше 2:1. Якщо використовуються інші елементи, що зв'язують азот, мінімальне значення Al та співвідношення Al/N не застосовуються.

[5] Максимально допустима сума вмісту Nb+V+Ti < 0.26% і Mo+Cr < 0.65% може не враховуватися при постачанні сталі (QT) в стані загартування з відпуском.

[6] Вміст нікелю повинен бути узгоджений із Регістром.

[7] Вимога до максимально допустимого вмісту кисню застосовується тільки для сталей категорій D890, E890, D960 і E960.

[8] Вміст будь-яких інших навмисно доданих елементів повинен бути визначений та повідомлений.

[9] Більший вміст вуглецю повинен бути узгоджений із Регістром.

[10] Елементи можуть бути позначені як < 0,02%, якщо їхня кількість не перевищує 0,02%.

[11] Більший вміст азоту повинен бути узгоджений із Регістром.

3.13.3.2 Вміст легуючих елементів, що застосовуються для зв'язування азоту і обробки зерна, а також залишкових елементів, повинні бути зазначені у специфікації виготовлювача. Наприклад, у разі застосування бору для підвищення міцності сталі його максимальний не повинен перевищувати 0,005%. Повинні бути надані результати аналізу вмісту таких елементів.

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**	**P_{cm}**
	Листовий прокат			Фасонний прокат	Сортовий прокат	Трубний прокат	Усі	Усі
	$t \le 50$ мм	$50 < t \le 100$мм	$100 < t \le 250$мм	$t \le 50$ мм	$t \le 250$ або $d \le 250$мм	$t \le 65$ мм	Усі	Усі
420N/NR/CR	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/CR	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	0,23
460QT	0,47	0,48	0,50	--	--	0,48	0,32	0,24
500TM	0,46	0,48	0,50	--	--	--	0,32	0,24
500QT	0,48	0,50	0,54	--	--	0,50	0,34	0,25
550TM	0,48	0,50	0,54	--	--	-	0,34	0,25
550QT	0,56	0,60	0,64	--	--	0,56	0,36	0,28
620TM	0,50	0,52	--	--	--	--	0,34	0,26
620QT	0,56	0,60	0,64	--	--	0,58	0,38	0,30
690TM	0,56	--	--	--	--	--	0,36	0,30
690QT	0,64	0,66	0,70	--	--	0,68	0,40	0,33
890TM	0,60	--	--	--	--	--	0,38	0,28
890QT	0,68	0,75	--	--	--	--	0,40	--
960QT	0,75	--	--	--	--	--	0,40	--

Примітки до табл. 3.13.3.3:

1. Альтернативні обмеження повинні бути спеціально узгоджені із Регістром.
2. Застосування формул (C_{eq}, CET, P_{cm}) залежить від узгодження між виготовлювачем та покупцем.

Формули розрахунку приведені нижче:

- для усіх категорії сталі високої міцності значення вуглецевого еквівалента (C_{eq}) повинне бути розраховане на основі ківшового аналізу:

$$C_{eq} = C + M_n/6 + (C_r+M_o+V)/5 + (N_i+C_u)/15 \ (\%) \qquad (3.13.3.3\text{-}1)$$

- для сталей рівня міцності 460МПа і вище виготовлювач може застосувати формулу розрахунку для знаходження CET замість C_{eq} на власний розсуд.

Формула приведена нижче:

$$CET = C + (M_n + M_o)/10 + (C_r+C_u)/20 + N_i/40 \qquad (3.13.3.3\text{-}2)$$

Примітка: значення CET включено 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 з вмістом вуглецю не більше 0,12% схильність до холодного розтріскування P_{cm}, для оцінки зварюваності, може бути використана замість вуглецевого еквівалента C_{eq} або CET на розсуд виготовлювача та розраховується за допомогою наступної формули:

$$P_{cm} = C + S_i/30 + M_n/20 + C_u/20 + N_i/60 + C_r/20 + M_o/15 + V/10 + 5B \ (\%) \qquad (3.13.3.3\text{-}3)$$

3.13.4 Стан постачання.

Сталь повинна постачатися відповідно до процесів, які відповідають схваленій Регістром документації виготовлювача.

До цих процесів належать:

- нормалізація (N);

- контрольована прокатка (CR) або нормалізована прокатка (NR);

- термомеханічна обробка (TM) або із застосуванням прискореного охолодження (TM+AcC) чи з

гартуванням та подальшим відпуском (TM+DQ), або

- у стані гартування з відпуском (QT).

Визначення вказаних станів постачання надані в **3.2.1.4.**

Гартування з прокатного нагріву з подальшим відпуском є еквівалентом звичайному гартуванню з відпуском.

3.13.5 Ступінь пластичної деформації.

Ступінь пластичної деформації при прокатуванні сляба, заготовки або блюма до готового виробу (пластини, профілю або прутка) повинен бути щонайменше 3:1, якщо інше не узгоджено під час затвердження. У таких випадках може знадобитися додаткова інформація та кваліфікаційні випробування.

Пластична деформація під час прокатування повинна бути такою, щоб отримати однорідну деформовану структуру та задовільні механічні властивості по всьому поперечному перерізу.

Під час виготовлення прокату зі злитків, слябів, заготовок або блюмів, коли неможливо бути впевненим, що деформовану мікроструктуру можна досягти із ступенем пластичної деформації при прокатуванні 3:1, буде потрібно вищий ступінь пластичної деформації, ніж 3:1.

Техніка нагрівання, тиску та прокатування повинна бути достатньою для створення однорідної мікроструктури та закриття порожнин, особливо під час прокатування зі злитків. Пластична деформація під час прокатування повинна бути такою, щоб отримати однорідну деформовану структуру та задовільні механічні властивості по всьому поперечному перерізу.

3.13.6 Товщини, які допускаються.

3.13.6.1 Максимальна товщина сляба, злитка або блюма при застосуванні методу безперервного розливання визначається виготовлювачем.

3.13.6.2 Максимальна товщина листової, профільної, сортової сталі, а також труб залежно від стану постачання приведена в табл. 3.13.6.2**.**

Таблиця 3.13.6.2 **Максимальні товщини виробів**

Стан постачання	**Максимальна товщина прокату (мм)**			
	Листового	Профільного	Фасонного	Трубного
N	250[1]	50	250	70
NR/CR	150	[2]		
TM	150	50	--	--
QT	150[1]	50	--	70

Примітки:
[1] Технологія виготовлення листової сталі товщиною більше 250мм в стані постачання N і QT повинна бути погоджена із Регістром.
[2] Максимально допустима товщина профільного, фасонного і трубного прокату який виготовляється контрольованою (CR) або нормалізованою (NR) прокаткою визначається при погоджені із Регістром технічної документації.

3.13.7 Механічні властивості.

Вимоги до рівня міцності і роботи удару листової гарячекатаної сталі високої міцності приведені в табл. 3.13.7-1 і 3.13.7-2. У разі випробувань профільного, фасонного або трубного сталевого прокату, необхідні значення відносного подовження приймаються на 2% вище приведених в табл. 3.13.7-1 і 3.13.7-2.

Таблиця 3.13.7-1. **Механічні властивості сталі високої міцності**

Категорія сталі	**Стан постачання[1]**	**Границя плинності R_{eH} (Н/мм²), мін, для товщини *t* (мм)[2]**			**Тимчасовий опір R_m (Н/мм²) для товщини *t* (мм)**		**Відносне подовження A_5 (%), мін[3]**		**Середня величина роботи удару, мін, Дж**		
		3<t≤ 50	50<t≤ 100	100<t≤ 250	3<t≤ 100	100<t≤ 250	T	L[4]	Температура (°C)	KV_T	KV_L
A420	N/NR/CR або ТМ чи QT	420	390	365	520 ÷ 680	470 ÷ 650	19	21	0	28	42
D420									- 20		
E420									- 40		
F420									- 60		
A460	N/NR/CR або ТМ чи QT	460	430	390	540 ÷ 720	500 ÷ 710	17	19	0	31	46
D460									- 20		
E460									- 40		
F460									- 60		
A500	ТМ або QT	500	480	440	590 ÷ 770	540 ÷ 720	17	19	0	33	50
D500									-20		
E500									- 40		
F500									- 60		
A550	ТМ або QT	550	530	490	640 ÷ 820	590 ÷ 770	16	18	0	37	55
D550									- 20		
E550									- 40		
F550									- 60		
A620	ТМ або QT	620	580	560	700 ÷ 890	650 ÷ 830	15	17	0	41	62
D620									- 20		
E620									- 40		
F620									- 60		
A690	ТМ або QT	690	650	630	770 ÷ 940	710 ÷ 900	14	16	0	46	69
D690									- 20		
E690									- 40		
F690									- 60		
A890	ТМ або QT	890	830	-[6]	940 ÷ 1100	-[6]	11	13	0	46	69
D890									- 20		
E890									- 40		
A960	QT	960	-[6]	-[6]	980 ÷ 1150	-[6]	10	12	0	46	69
D960									- 20		
E960									- 40		

Примітки: [1] Див. п. **3.13.4** для визначення стану постачання.

[2] Для випробування на розтягування верхня границя плинності R_{eH}, або у випадку, коли R_{eH} не може бути визначена, повинна бути визначена границя плинності 0,2% ($R_{p0,2}$). В цьому випадку матеріал вважається таким, що відповідає вимозі, якщо будь-яке із отриманих значень відповідає або перевищує задане мінімальне значення границі плинності.

[3]Для плоских випробувальних зразків повної товщини шириною 25мм і довжиною розрахункової частини 200мм відносне подовження повинне відповідати мінімальним значенням, вказаним в табл. **3.13.7-2**.

[4]У разі, якщо поздовжня ось зразка на розтягування паралельна остаточному напряму плющення, результат випробування повинен відповідати вимозі до подовження для поздовжнього (L) напряму.

[5] Для листового і профільного прокату, який використовується в таких елементах, як стояки ПБУ і подібних, де вимагається постійна міцність незалежно від товщини елементу, зменшення відповідних вимог при збільшенні товщини прокату не допускається.

[6] (-) – не застосовується.

Таблиця 3.13.7-2 **Мінімальні значення відносного подовження плоских зразків шириною 25мм і довжиною розрахункової частини 200мм при випробуваннях на розтягування[1]**

Рівень міцності сталі, МПа[1]	**Товщина прокату, *t* (мм)**						
	$t \le 10$	**$10 < t \le 15$**	**$15 < t \le 20$**	**$20 < t \le 25$**	**$25 < t \le 40$**	**$40 < t \le 50$**	**$50 < t \le 70$**
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] Для рівнів міцності 890 і 960 зразки, що не включені до цієї таблиці, повинні бути пропорційними зразками з розрахунковою довжиною $L_o = 5.65\sqrt{S_o}$.
[2] Для випробування на розтягування пластин товщиною ≤ 20мм з рівнем міцності 690 замість плоского зразка дозволяється використовувати круглий зразок згідно з вимогам **2.2.**
Значення мінімального необхідного відносного подовження при випробуванні зразка в поперечному напрямі 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 Відбір зразків для випробування на розтягування.

Зразки для випробування на розтягування необхідно відбирати так, щоб їх поздовжні осі були поперечні до напрямку останньої прокатки, за винятком випадку профілів, прутків, труб та штаб з шириною готової прокатки ≤ 600мм, коли зразки можна відбирати в поздовжньому напрямку.
Плоскі зразки для випробування на розтягування повної товщини повинні бути виготовлені таким чином, щоб хоча б з однієї сторони зберігалася прокатана поверхня.
Коли продуктивність випробувальної машини перевищується використанням зразка повної товщини, слід використовувати плоскі зразки для випробування на розтягування меншого розміру, що представляють або повну товщину, або половину товщини виробу, зберігаючи одну прокатану поверхню.
В якості альтернативи можна використовувати оброблені круглі зразки для випробування. Зразки слід розташовувати на відстані $t/4$ від поверхні та додатково на відстані $t/2$ для товщини понад 100мм або якомога ближче до цих положень.
Повторні випробування, при незадовільних результатах випробувань, повинні виконуватися відповідно вимог **1.3.2.3**.

3.13.8.2 Відбір зразків для 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 ≥ 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.

Для виробів товщиною більше 50мм ударні випробування слід проводити в точці чверті товщини ($t/4$) та точці середини товщини ($t/2$).
3.13.8.2.3 Випробування на ударний згин прокату завтовшки менше 6мм не проводяться.

3.13.8.2.4 Повторні випробування, при незадовільних результатах випробувань, повинні виконуватися відповідно вимог **1.3.2.3**.

3.13.9 Обсяг випробувань.

Випробуванням на розтягування і 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.

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.

3.14 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 зет-властивостей для сталі. Вводяться два відповідних позначення: Z25 і Z35.

Прокат повинний виготовлятися визнаними Регістром підприємствами (див.**1.3.1.4**). Виготовлювач 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_z), 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 (ківшова 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;

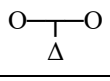
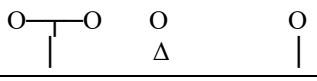
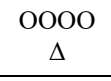
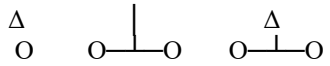
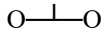
- випадок повторних випробувань шести зразків (три виконаних плюс три додаткових).

Результати повторних випробувань вважаються задовільними і прокат/партія допускаються до постачання, якщо:

- середня величина відносного звуження ***Zz,*** отримана у результаті випробувань шести зразків, вище необхідної мінімальної середньої величини (див. табл. 3.14.3-2);

- результати нижче згаданої необхідної величини отримані не більше, ніж на двох зразках із шести.

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			
О — окремий результат на одному зразку; Δ — середня величина результатів випробувань.			

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 (ківшова 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 С, 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≤ 25мм	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 > 25мм	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 суднових пристроїв.

3.15.1.2 Канати повинні бути виготовлені і випробувані відповідно до схваленої Регістром технічної документації на визнаних Регістром підприємствах згідно **1.3.1.2**.

3.15.1.3 Сталеві канати повинні мати конструкцію згідно із ДСТУ EN 12385-4, ДСТУ ISO 2408 або відповідних стандартів EN, ISO.

Примітка. ДСТУ EN 12385-4:2017 (EN 12385-4:2002 + A1:2008, IDT) «Канати сталеві дротяні. Безпека. Частина 4. Канати подвійного звивання для загального підіймального застосування».
ДСТУ ISO 2408:2013 (ISO 2408:2004, IDT) «Канати сталеві дротяні загальної призначеності. Загальні технічні вимоги та методи випробування.».

Сталеві канати типу і розміру, що відрізняються від зазначених у цьому підрозділі, розглядаються в кожному конкретному випадку Регістром з урахуванням їх застосування.

3.15.1.4 При виборі сталевих канатів допускається використовувати дані, зазначені у **Додатку** до цього підрозділу в табл. 1 ÷ 5.

3.15.2 Виготовлення.

3.15.2.1 Для виготовлення канатів повинний застосовуватися дріт круглого перерізу з покриттям для захисту від корозії, мати достатню пластичність, що визначається їх здатністю витримувати фіксовану кількість зворотних згинів та\або скручувань без появи тріщини з мінімальною номінальною границею міцності на розрив в межах 1420 ÷ 1960 Н/мм^2.

Ці вимоги вважаються виконаними, якщо досягають значень, зазначених в ДСТУ EN 10264, або у відповідному стандарті EN.

Дроти не повинні мати ознак дефектів, а їхня поверхня повинна бути гладкою та рівною.

Всі сталеві дроти каната повинні мати однаковий клас міцності на розрив, в тому числі й ті, що утворюють металевий сердечник, якщо він є.

Примітка. ДСТУ EN 10264-2:2022 Сталевий дріт і вироби з дроту. Сталевий дріт для канатів. Частина 2. Холоднотягнутий нелегований сталевий дріт для канатів загального застосування (EN 10264-2:2021, IDT).

3.15.2.2 Основою будь-якого круглого канату є сталки, які звиваються навколо центрального елемента – осердя. Осердя в свою чергу може бути волокнисте (виготовлене з органічного або синтетичного волокна), металеве (виконане у вигляді окремої сталки або самостійного сталевого канату), цільнополімерне або комбіноване. Сталки канату складаються з відповідних дротів спірально звитих в одному напрямку в один або більше шарів навколо центрального елемента.

Волокнисте осердя канатів може бути виготовлене з натуральних волокон (маніла, абака, сизаль, конопля, джут, бавовна) або з синтетичних волокон (поліетилен, поліпропілен, поліамід, поліестер).

3.15.2.3 Всі типи канатів повинні мати цинкове покриття, за винятком особливих випадків, які розглядаються Регістром в кожному конкретному випадку і, як правило, виникають обмеження у використанні відповідних канатів.

Процедури цинкування і їх результати (зокрема, міцність зчеплення і рівномірність покриття) повинні бути узгоджені із Регістром.

Дроти повинні бути оцинковані таким чином, щоб маса цинку відповідала значенням, зазначеним у табл. 3.15.2.3.

***Таблиця 3.15.2.3*. Цинкування дротів сталевих канатів**

Діаметр *d* оцинкованого дроту, мм	**Мінімальна маса цинкового покриття, г/м^2**	
	Клас А	**Клас В**
$0{,}45 \le d < 0{,}50$	75	40
$0{,}50 \le d < 0{,}60$	90	50
$0{,}60 \le d < 0{,}80$	110	60
$0{,}80 \le d < 1{,}00$	130	70

$1{,}00 \le d < 1{,}20$	150	80
$1{,}20 \le d < 1{,}50$	165	90
$1{,}50 \le d < 1{,}90$	180	100
$1{,}90 \le d < 2{,}50$	205	110
$2{,}50 \le d < 3{,}20$	230	125
$3{,}20 \le d < 4{,}00$	250	135

3.15.2.4 За відсутності цинкового покриття, зазначеного в **3.15.2.3**, сердечник і сталки каната повинні бути покриті мастилом.

Мастильний матеріал повинен відповідати вимогам ISO 4346.

Волокнисті осердя повинні бути просочені або змащені антикорозійними і протигнильними речовинами, що не розчиняються у морській воді і не містять кислот і лугів. За фізико-хімічними властивостями мастило для канатів і просочення волокнистих осердь повинні бути сумісними.

3.15.2.5 Якість матеріалів

Канати не повинні мати дефектів матеріалів або виробничих дефектів, які можуть вплинути на їхнє використання за призначенням, ефективність або очікуваний термін служби; зокрема, на них не повинно бути слідів окислення або корозії, а також не повинно бути ознак обривів дротів, подряпин, зминання або дефектного скручування.

3.15.2.6 Допуски на розміри

Якщо не вказано інше, застосовуються допуски на номінальний діаметр сталевих канатів, наведених у стандартах, зазначених в **3.15.1.3.**

Для канатів, що розглядаються в цьому підрозділі, допуски на діаметр наведені в табл. 3.15.2.6.

Таблиця 3.15.2.6. **Допустимі допуски на номінальний діаметр в % для канатів, що мають сталки з волокнистим сердечником і для канатів, що мають сталки з металевим сердечником**

Номінальний діаметр каната, мм	Допуск на номінальний діаметр (%)	
	Канати, що мають сталки з волокнистим сердечником	Канати, що мають сталки з металевим сердечником
< 8	+7; -1	+5; -1
≥ 8	+6; -1	+4; -1

3.15.3 Типи канатів

3.15.3.1 Загальні відомості

За основною конструктивною ознакою розрізняють сталеві канати одинарної, подвійної та потрійної звивки.

Сталеві канати складаються з декількох сталок (як правило, мінімум шість і максимум вісім, за винятком канатів, стійких до обертання), укладених навколо волокнистого або металевого сердечника, див. рис. 3.15.3.1-1.

Кожна сталка повинна включати щонайменше сім дротів. У випадку з волокнистим сердечником сталки повинні мати не менше двох шарів дротів.

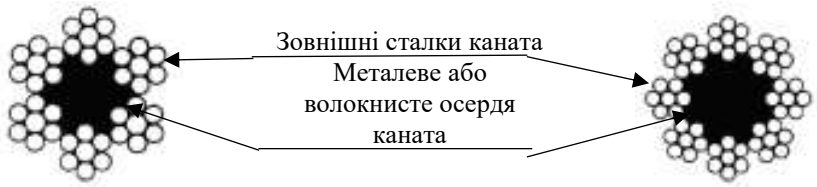
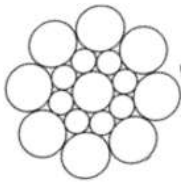
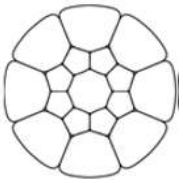


Рис. 3.15.3.1-1

Сталеві канати з пластично обтиснутими сталками – це канати, які в процесі звивання сталок піддаються радіальному обтисненню, в результаті чого їх структура ущільнюється за рахунок деформації дротів і щільного заповнення ними перетину сталки. У процесі обтиску зменшується зовнішній діаметр сталки, збільшується площа металевого перерізу, оскільки порожнечі між дротами всередині сталки заповнюються. Поверхня сталки стає більш гладка, див. рис. 3.15.3.1-2.



До обтиснення



Після обтиснення

Рис. 3.15.3.1-2

Сталеві канати з металевим або волокнистим сердечником, покритим полімером – це канати, що складаються з шару сталок, звитих навколо осердя, на яке методом екструзії нанесена оболонка з полімерного матеріалу, див. рис. 3.15.3.1-3.

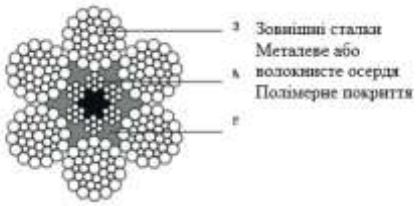


Рис. 3.15.3.1-3.

Сталеві канати, які стійкі для обертання – це канати (в основному багатосталкові) з кількістю сталок в зовнішньому шарі не менше 15, та які складаються з трьох шарів сталок, звитих навколо осердя. Причому, зовнішні сталки мають протилежний напрямок звивання в порівнянні зі сталками внутрішніх шарів каната, див. рис. 3.15.3.1-4.

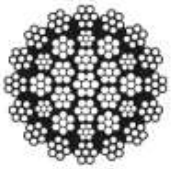
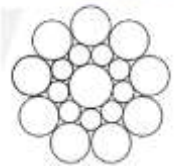


Рис. 3.15.3.1-4.

3.15.3.2 Основні типи конструкцій сталок сталевих канатів та їх позначення

Основні типи конструкцій сталок сталевих канатів показані на рис. 3.15.3.2.

S Seale (ЛД-О)



Конструкція сталки паралельного звивання, яка містить не менше двох шарів з однаковою кількістю дротів різного діаметру, які звиваються за одну операцію і в одному

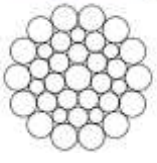
W Warrington (ЛД-Р)

Конструкція сталки паралельного звивання, що має зовнішній шар з дротів більшого і меншого діаметру, що чергуються, кількістю в два рази більше ніж у внутрішньому шарі, що складається з однакових дротів

F Filler (ЛД-З)

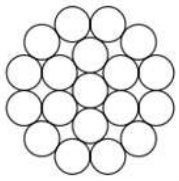
Конструкція сталки паралельного звивання, що має зовнішній шар, який містить вдвічі більшу кількість дротів, ніж у внутрішньому шарі, з дротами заповнення між шарами

WS Warrington-Seale (ЛД-РО)



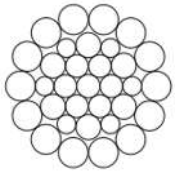
Конструкція сталки паралельного звивання, що має три і більше шарів, звитих за одну операцію і утворених шляхом комбінування типів сталок Warrington і Seale

M - Cross Lay (ТД)



Конструкція сталки, звитої за кілька операцій, у якій дроти різних шарів перетинаються один над одним і мають точковий контакт

N – Compaund Lay (змішане звивання) (ТЛД)



Конструкція сталки, звитої за кілька операцій, яка містить як мінімум три шари дротів, зовнішній шар яких навитий на центральну конструкцію паралельного звивання

Рис. 3.15.3.2

Пояснення до рис. 3.15.3.2. За типом скручування сталок і канатів одинарного звивання розрізняють канати:

тип ТД - з точковим дотиком дротів між шарами;

тип ЛД - з лінійним дотиком дротів між шарами;

тип ЛД-О - з лінійним дотиком дротів між шарами при однаковому діаметрі дротів у зовнішньому шарі сталки;

тип ЛД-Р - з лінійним дотиком дротів між шарами при різних діаметрах дротів у зовнішньому шарі сталки;

тип ЛД-З - з лінійним дотиком дротів між шарами сталки і дротами заповнення;

тип ЛД-РО - з лінійним дотиком дротів між шарами і мають в сталці шари з дротами різних діаметрів і шари з дротами однакового діаметра,

тип ТЛД - із комбінованим точково-лінійним дотиком дротів в сталках.

Приклади позначення конструкції сталок наведені в табл. 3.15.3.2.

Таблиця 3.15.3.2

Тип конструкції	Символ	Приклади конструкції сталок
Одинарне звивання	Немає символу	6 (1-5)
		7 (1-6)
Паралельне звивання		
Сіл	**S**	17S (1-8-8)
		19S (1-9-9)
Варрінгтон	**W**	19W (1-6-6+6)
Філлер (Заповнення)	**F**	21F (1-5-5F-10)
		25F (1-6-6F-12)
		29F (1-7-7F-14)
		41F (1-8-8-8F-16)
Варрінгтон Сіл (Комбіноване паралельне звивання)	**WS**	26WS (1-5-5+5-10)
		31WS (1-6-6+6-12)
		36WS (1-7-7+7-14)
		41WS (1-8-8+8-16)
		41WS (1-6/8-8+8-16)
		46WS (1-9-9+9-18)
Багатоопераційне звивання (кругла сталка)		
Хрестове звивання	**M**	19M (1-6/12)
		37M (1-6/12/18)
Змішане звивання*	**N**	35NW (1-6-6+6/16)

***N** - додатковий символ, який ставиться попереду основного символу, наприклад:
змішаний тип конструкції Сіл вказується символами NS, а змішаний тип конструкції Варрінгтон позначається як NW.
K - щільна (пластично обтиснена) сталка

3.15.3.3 Основні види осердя сталевих канатів

Основні види осердя сталевих канатів та їх позначення показані на рис. 3.15.3.3.

FC – волокнисте осердя

WC – металеве осердя

NFC – з органічного волокна

IWRC – у вигляді дротяного канату

SFC – з синтетичного волокна

WSC – у вигляді дротяної сталки

EPIWRC – осердя у вигляді дротяного канату з полімерним покриттям

Рис. 3.15.3.3

3.15.3.4 Напрямок та поєднання звивання сталевих канатів

Напрямок і поєднання звивання сталевих канатів та їх позначення показані на рис. 3.15.3.4.

sZ – права хрестова звивка

zS – ліва хрестова звивка

zZ – права одностороння звивка

sS – ліва одностороння звивка

aZ – права комбінована звивка

aS – ліва комбінована звивка

Рис. 3.15.3.4

3.15.3.5 Найчастіше використовуються такі типи канатів:

а) канати з 6 сталками навколо волокнистого сердечника; кожна сталка може включати 7, 19 або 37 сталевих дротів (загальна кількість дротів: 42, 114 або 222); див. табл.1 **Додатка** до цього підрозділу;

б) канати з 6 сталками навколо волокнистого сердечника; кожна сталка включає волокнистий сердечник і 24 сталевих дроти (загальна кількість дротів: 144 плюс 6 волокнистих сердечників); див. табл.2 **Додатка** до цього підрозділу;

в) канати типу Warrington 6x19 з 6 сталками навколо волокнистого сердечника; кожна сталка включає 19 сталевих дротів (загальна кількість дротів: 114); див. табл.3 **Додатка** до цього підрозділу;

г) канати типу Warrington - Seale 6·n з 6 сталками навколо волокнистого сердечника; кожна сталка містить n = 26, 31, 36 або 41 сталевий дріт; див. табл.3 **Додатка** до цього підрозділу.

Інші типи канатів, які можуть використовуватися в залежності від застосування, також вказані в табл.1 ÷ 5 **Додатка** до цього підрозділу.

3.15.3.7 Основні характеристики сталевих канатів

Типові характеристики канатів, як правило, наступні:

- діаметр (окружність, що охоплює поперечний переріз каната; вимірюється, коли канат натягнутий під навантаженням приблизно 1/20 від його мінімальної міцності на розрив);

- конструкція (кількість і тип сердечників, сталок і дротів);

- покриття або тип обробки поверхні сталевих дротів;

- розривне навантаження.

Що стосується сталевих канатів, які розглядаються у цьому підрозділі, то до вищезазначених характеристик застосовується наступне:

- покриття дроту в усіх випадках повинно бути цинковим;

- мінімальні розривні навантаження, що застосовуються при випробуванні повних секцій канатів, наведені в табл.1 ÷ 5 **Додатку** до цього підрозділу для кожного типу каната в залежності від його діаметра.

3.15.3.7 Приклади порівняння конструкцій сталевих канатів згідно ГОСТ і ДСТУ EN 12385

Таблиця 3.15.3.7 **Конструкції сталевих канатів згідно з ГОСТ та відповідні конструкції за ДСТУ EN 12385**

Конструкція	ГОСТ	ДСТУ EN 12385
6x19(1+6+6/6)+1 o.c.	2688-80	6x19W-FC
1x7(1+6)	3062-80	1x7
1x19(1+6+12)	3063-80	1x19M
1x37(1+6+12+18)	3064-80	1x37M
6x7(1+6)+1x7(1+6)	3066-80	6x7-WSC
6x19(1+6+12)+1x19(1+6+12)	3067-88	6x19M-WSC
6x37(1+6+12+18)+1x37(1+6+12+18)	3068-88	6x37M-WSC
6x7(1+6)+1 o.c.	3069-80	6x7-FC
6x19(1+6+12)+1 o.c.	3070-88	6x19M-FC
6x37(1+6+12+18)+1 o.c.	3071-88	6x37M-FC
6x19(1+9+9)+1 o.c.	3077-80	6x19S-FC
6x37(1+6+15+15)+1 o.c.	3079-80	6x37NS-FC
6x19(1+9+9)+6x7(1+6)+1x7(1+6)	3081-80	6x19S-IWRC
12x19(1+6+6/6)+6x19(1+6+6/6)+1 o.c.	3088-80	18x19W-FC
6x7x19(1+6+6/6)+1 o.c.	3089-80	6x7x19W-FC
6x25(1+6;6+12)+1 o.c.	7665-80	6x25F-FC
6x25(1+6;6+12)+6x7(1+6)+1x7(1+6)	7667-80	6x25F-IWRC
6x36(1+7+7/7+14)+1 o.c.	7668-80	6x36WS-FC
6x36(1+7+7/7+14)+6x7(1+6)+1x7(1+6)	7669-80	6x36WS-IWRC
12x7(1+6)+6x7(1+6)+1 o.c.	7681-80	18x7-FC
6x19(1+6+6/6)+6x7(1+6)+1x7(1+6)	14954-80	6x19W-IWRC
12x36(1+7+7/7+14)+6x36(1+7+7/7+14)+1o.c.	16827-81	12x36WS-IWRC

12x7(1+6)+6x19(1+6+6/6)+1 o.c.	16828-81	12x7-IWRC (6x19W-FC)
6x31(1+6+6/6+12)+1 o.c.	16853-88 ОС	6x31WS-FC
6x31(1+6+6/6+12)+6x7(1+6)+1x7(1+6)	16853-88 МС	6x31WS-IWRC

3.15.4 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.

3.15.5 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 сталевою основою.

Кількість випробовуваних дротів може визначатися за стандартами, але не менше ніж 10% загальної кількості дротів кожної групи за діаметром.

3.15.4.2 Зразки та процедури випробування на розрив повинні відповідати стандарту ДСТУ ISO 3108*, або відповідному стандарту ISO.

Примітка: *ДСТУ ISO 3108:2018 Канати сталеві дротяні. Метод випробування. Визначення фактичного розривного зусилля в цілому (ISO 3108:2017, IDT).

Випробування на розрив каната у цілому повинне проводитися на випробувальній машині з відстанню між затискачами не менше ніж 50 діаметрів каната.

Розривне навантаження повинно бути не менше мінімального значення, зазначеного в таблицях 1 ÷ 5 **Додатку** до цього підрозділу для кожного типу і діаметра 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, зазначених в **3.15.1.3**, а також наведених в табл.1 ÷ 5 **Додатка** до цього підрозділу.

3.15.4.4 В умовах сталого виробництва за відсутності випробувального обладнання необхідної потужності для пВведіть тут рівняння.роведення випробувань на розрив каната у цілому допускається, за погодженням із Регістром, визначати розривне зусилля за результатами випробування на розтягування F, кН, усіх дротів із каната за такою формулою

$$F = c\sum_1^i\left(\left(\sum_1^m F_m\right) n/z\right),$$

де c – коефіцієнт використання міцності дротів у канаті, що визначається 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.

3.15.4.5 Випробування на скручування та намотування окремих дротів

Як правило, слід проводити лише одне з цих випробувань.

Випробування повинні проводитися на зразках, отриманих після оцинковування щонайменше 5% від кількості дротів, взятих навмання із декількох сталок, з мінімальною кількістю 6 дротів і максимальною кількістю 10 дротів для кожного діаметру.

.1 Випробування на скручування

Довжина зразків дроту, виміряна між кінцевими затискачами, повинна в 100 разів перевищувати діаметр дроту, але не повинна перевищувати 300мм для дроту діаметром понад 3мм.

Дріт повинен бути добре затиснутий на кінцях і добре розтягнутий, наприклад, під осьовим навантаженням, що не перевищує 2% від його номінального розривного навантаження.

Потім дріт піддають скручуванню до його розриву; крутний момент слід прикладати якомога рівномірно, з приблизною швидкістю 60 - 70 обертів на хвилину. Мінімальна необхідна кількість скручувань без руйнування вказана в табл. 3.15.4.5.

Випробування на скручування не потрібне для дротів діаметром менше 0,5мм.

.2 Випробування на намотування

Випробування полягає в намотуванні зразка дроту достатньої довжини 8 разів закритими витками навколо циліндричної оправки, діаметр якої дорівнює діаметру дроту; дріт згодом розмотується і випрямляється.

Після розмотування цинкове покриття не повинно мати жодних ознак значних тріщин або розшарувань. При подальшому розмотуванні та розпрямленні не повинно відбуватися руйнування дроту.

***Таблиця 3.15.4.5*. Випробування на скручування дротів. Мінімальна кількість скручувань**

Діаметр *d* оцинкованого дроту, мм	**Клас оцинкування А**			**Клас оцинкування В**			
	Границя міцності на розрив, Н/мм²			**Границя міцності на розрив, Н/мм²**			
	1420	**1560**	**1770**	**1420**	**1560**	**1770**	**1960**
$d < 1,3$	19	18	17	31	29	26	18
$1,3 \le d < 1,8$	18	17	16	30	28	25	17
$1,8 \le d < 2,3$	18	17	16	28	26	25	16
$2,3 \le d < 3,0$	16	14	12	26	24	22	15
$3,0 \le d < 3,5$	14	12	10	24	22	20	13
$3,5 \le d < 3,7$	12	10	8	20	20	18	12

3.15.4.6 Перевірка маси цинку

Масу цинкового покриття на одиницю площі необхідно перевіряти відповідно до визнаного стандарту.

Результати цього випробування повинні продемонструвати відповідність мінімально необхідним значенням, зазначеним у табл. 3.15.2.3.

3.15.4.7 Перевірка однорідності та суцільності цинкового покриття

Це випробування виконується на вимогу інспектора Регістру, як виробничий контроль. Воно застосовується тільки до дротів діаметром ≥ 1мм, якщо оцинковані класом А, і діаметром ≥ 0,6мм, якщо оцинковані класом В.

Випробування проводяться на зразках, отриманих після оцинкування щонайменше 5% від кількості дротів, відібраних випадковим чином із декількох сталок з мінімумом 6 дротів і максимумом 10 дротів для кожного діаметру.

Якщо не вказано інше, випробування проводять шляхом занурення зразка у водний розчин чистого кристалічного мідного купоросу ($Cu\ SO_4 \cdot 5\ H_2O$), що містить щонайменше 360г солі на літр дистильованої води за температури 20°C ± 2°C.

Зразок повинен бути занурений на довжину не менше 80мм і підтримуватися у вертикальному положенні.

У таблиці 3.15.4.7 вказана мінімальна кількість однохвилинних занурень в залежності від діаметра дроту і класу оцинкування. Після кожного занурення зразок слід промити в проточній воді, щоб змити незв'язані відкладення міді.

Випробування вважається задовільним, якщо на зразку не видно (за межами 25мм від зануреного кінця) ознак зв'язаних з відкладанням міді, що означало б локальну відсутність цинкового покриття на поверхні сталі.

Таблиця 3.15.4.7. **Перевірка суцільності цинку на покритті дроту**

Діаметр *d* оцинкованого дроту, мм	**Кількість однохвилинних занурень***	
	Клас А	**Клас В**
$0,6 \le d < 1,0$	-	0,5
$1,0 \le d < 1,5$	1,5	1,0
$1,5 \le d < 1,9$	2,0	1,0
$1,9 \le d < 2,5$	2,0	1,5
$2,5 \le d < 3,2$	2,5	1,5
$3,2 \le d < 3,7$	3,0	2,0
*1,5 занурення означає одне занурення тривалістю 1 хвилина, за яким слідує інше занурення тривалістю 30 секунд (ті ж самі критерії застосовуються для інших чисел).		

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 натягненому канаті перпендикулярно до його осі між двома протилежними звивами в двох положеннях.

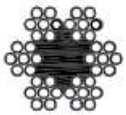
Діаметр каната не повинний перевищувати розрахунковий більше ніж на 6%.

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**.

Таблиця 1. **Мінімальні розривні навантаження, в кН, для сталевих канатів з волокнистим сердечником (непаралельно звиті з 6 сталками)**

Конструкція каната	 6 x 7				6 x 19				6 x 37			
Конструкція сталки і тип звивки	1 + 6				1 + 6 + 12				1 + 6 +12 + 18			
	Одинарна				Одинарна				Одинарна			
Діаметр канату, мм	Границя міцності на розрив, Н/мм^2				Границя міцності на розрив, Н/мм^2				Границя міцності на розрив, Н/мм^2			
	1420	1570	1770	1960	1420	1570	1770	1960	1420	1570	1770	1960
10	-	-	-	-	44,3	49,0	55,2	61,2	42,9	47,4	53,5	59,2
11	-	-	-	-	53,6	59,3	66,8	74	51,9	57,4	64,7	71,6
12	-	-	-	-	63,8	70,5	79,5	88,1	61,8	68,3	77,0	85,2
13	-	-	-	-	74,9	82,8	93,3	103	72,5	80,1	90,3	100
14	-	-	-	-	86,8	96,0	108	120	84,1	92,9	105	116
16	121	134	150	167	113	125	141	157	110	121	137	152
18	153	169	190	211	144	159	179	198	139	154	173	192
20	189	208	235	260	177	196	221	245	172	190	214	237
22	228	252	284	315	214	237	267	296	208	229	259	286
24	272	300	338	375	255	282	318	352	247	273	308	341
26	319	352	397	440	299	331	373	413	290	321	361	400
28	370	409	461	510	347	384	433	479	336	372	419	464
32	483	534	602	666	454	502	565	626	439	486	547	606
36	611	676	762	843	874	635	716	793	556	614	693	767
40	754	834	940	1041	709	784	884	978	686	759	855	947
44	-	-	-	-	858	948	1069	1184	830	918	1035	1146
48	-	-	-	-	1021	1129	1272	1409	988	1092	1232	1364
52	-	-	-	-	1198	1325	1493	1654	1160	1282	1445	1601
56	-	-	-	-	1389	1536	1732	1918	1345	1487	1676	1856
60	-	-	-	-	-	-	-	-	1544	1707	1924	2131
64	-	-	-	-	-	-	-	-	1757	1942	2189	2425
68	-	-	-	-	-	-	-	-	1983	2192	2472	2737
72	-	-	-	-	-	-	-	-	2223	2458	2771	3069
76	-	-	-	-	-	-	-	-	2477	2739	3088	3419

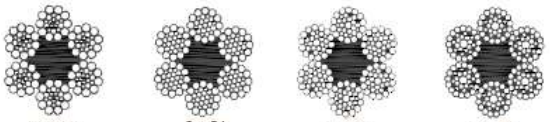
Примітка. Для канатів з металевим сердечником мінімальні розривні навантаження, які наведені в цій таблиці, повинні бути збільшені на 8%. Для канатів з пластично обтиснутими сталками значення, наведені в таблиці, слід зменшити на 3%.

Таблиця 2. **Мінімальні розривні навантаження, в кН, для сталевих канатів з волокнистим сердечником (непаралельно звиті з 6 сталками)**

Конструкція каната	6 x 61				6 x 24				6 x 30			
Конструкція сталки і тип звивки	1 + 6+12+18+24				Волокнистий сердечник + 9 + 15				Волокнистий сердечник + 12 + 18			
	Одинарна				Одинарна				Одинарна			
Діаметр канату, мм	Границя міцності на розрив, Н/мм^2				Границя міцності на розрив, Н/мм^2				Границя міцності на розрив, Н/мм^2			
	1420	1570	1770	1960	1420	1570	1770	1960	1420	1570	1770	1960
10	-	-	-	-	39,8	44,0	49,6	54,9	-	-	-	-
11	-	-	-	-	48,1	53,2	60,0	66,4	-	-	-	-
12	-	-	-	-	57,3	63,3	71,4	79,0	-	-	-	-
13	-	-	-	-	67,2	74,3	83,8	92,7	61,0	67,4	76,0	84,1
14	-	-	-	-	77,9	86,2	97,1	108	70,7	78,2	88,1	97,6
16	-	-	-	-	102	113	127	140	92,3	102	115	122
18	-	-	-	-	129	142	161	178	117	129	146	161
20	165	182	205	227	159	176	198	220	144	160	180	199
22	199	220	248	275	192	213	240	266	175	193	218	241
24	237	262	296	327	229	253	285	316	208	230	259	287
26	278	308	347	384	269	297	335	371	244	270	304	337
28	323	357	402	446	312	345	389	430	283	313	352	390
32	422	466	526	582	407	450	507	562	369	408	460	510
36	534	590	665	737	515	570	642	711	467	517	583	645
40	659	720	821	909	636	703	793	878	577	638	719	797
44	797	881	994	1100	770	851	959	1062	698	772	870	964
48	949	1049	1183	1310	916	1013	1142	1264	831	919	1036	1147
52	1114	1231	1388	1537	1075	1189	1340	1484	975	1078	1213	1346
56	1291	1428	1610	1783	1247	1379	1554	1721	1131	1251	1410	1561
60	1482	1639	1848	2046	1431	1583	1784	1976	1298	1436	1618	1792
64	1687	1865	2102	2328	1629	1801	2030	2248	1477	1633	1841	2039
68	1904	2105	2373	2628	-	-	-	-	1668	1844	2079	2302
72	2135	2360	2661	2947	-	-	-	-	1870	2067	2331	2581
76	2379	2630	2965	3283	-	-	-	-	2083	2303	2597	2876

Примітка. Для канатів з металевим сердечником мінімальні розривні навантаження, які наведені в цій таблиці, повинні бути збільшені на 8%. Для канатів з пластично обтиснутими сталками значення, наведені в таблиці, слід зменшити на 3%.

Таблиця 3. **Мінімальні розривні навантаження, в кН, для сталевих канатів з волокнистим сердечником (канати типу Warrington і Warrington-Seale з 6 сталками)**

Конструкція каната	6 x 19				 6 x 26 6 x 31 6 x 36 6 x 41				6 x 52			
Конструкція сталки і тип звивки	1 + 6 + (6+ 6)				Конструкція типу 1 + n + (n + n) + 2n				1 + 6 + 9 + (9 + 9) + 10			
					n = 5	n = 6	n = 7	n = 8				
	Warrington (тип W/ЛД-Р) Паралельна				Warrington-Seale (тип WS/ЛД-РО) Паралельна				Warrington-Seale (тип WS/ЛД-РО) Паралельна			
Діаметр канату, мм	Границя міцності на розрив, Н/мм^2				Границя міцності на розрив, Н/мм^2				Границя міцності на розрив, Н/мм^2			
	1420	1570	1770	1960	1420	1570	1770	1960	1420	1570	1770	1960
10	-	-	-	-	46,9	51,8	58,4	64,7	-	-	-	-
11	-	-	-	-	56,7	62,7	70,7	78,3	-	-	-	-
12	67,7	74,8	84,4	93,4	67,5	74,6	84,1	93,1	-	-	-	-
13	79,4	87,8	99,0	110	79,2	87,6	98,7	109	-	-	-	-
14	92,1	102	115	127	91,8	102	114	127	-	-	-	-
16	120	133	150	166	120	133	150	166	-	-	-	-
18	152	168	190	210	152	168	189	210	-	-	-	-
20	188	208	234	260	187	207	234	259	169	187	211	234
22	227	252	284	314	227	251	283	313	205	226	255	283
24	271	299	337	374	270	298	336	373	244	269	304	336
26	318	351	396	439	317	350	395	437	286	316	357	395
28	368	407	459	509	367	406	458	507	332	367	414	458
32	481	532	600	664	480	531	598	662	433	479	540	598
36	609	673	759	841	607	671	757	838	548	606	684	757
40	752	831	937	1038	750	829	935	1035	677	749	844	935
44	910	1006	1134	1256	907	1003	1131	1252	819	906	1021	1131
48	1083	1197	1350	1495	1080	1194	1346	1490	975	1078	1215	1346
52	-	-	-	-	1267	1401	1579	1749	1144	1265	1426	1579
56	-	-	-	-	1470	1625	1832	2028	1327	1467	1654	1832
60	-	-	-	-	1687	1865	2103	2328	1523	1684	1899	2103
64	-	-	-	-	1919	2122	2392	2649	1733	1916	2160	2392
68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Примітка. Для канатів з металевим сердечником мінімальні розривні навантаження, які наведені в цій таблиці, повинні бути збільшені на 8%. Для канатів з пластично обтиснутими сталками значення, наведені в таблиці, слід зменшити на 3%.

Таблиця 4. **Мінімальні розривні навантаження, в кН, для сталевих канатів з волокнистим сердечником (канати типу Seale з 6 сталками)**

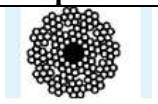
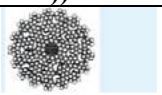
Конструкція каната	6x19F**		6 x 19		6 x 25				6 x 37			
Конструкція сталки і тип звивки	1 + 9 + 9		1 + (6 + 6) + 12		1 + 6 + 9 + 9				1 + 6 + 15 + 15			
	Seale (тип S/ЛД-О)* Паралельна				Seale (тип S/ЛД-О) Паралельна				Seale (тип S/ЛД-О) Паралельна			
Діаметр канату, мм	Границя міцності на розрив, Н/мм^2				Границя міцності на розрив, Н/мм^2				Границя міцності на розрив, Н/мм^2			
	1420	1570	1770	1960	1420	1570	1770	1960	1420	1570	1770	1960
10	47,0	52,0	58,6	64,9	-	-	-	-	-	-	-	-
11	56,9	62,9	70,9	78,5	-	-	-	-	-	-	-	-
12	67,7	74,8	84,4	93,4	-	-	-	-	-	-	-	-
13	79,4	87,8	99,0	110	-	-	-	-	-	-	-	-
14	62,1	102	115	127	-	-	-	-	-	-	-	-
16	120	133	150	166	-	-	-	-	-	-	-	-
18	152	168	190	210	148	164	185	204	-	-	-	-
20	188	208	234	260	183	202	228	252	-	-	-	-
22	227	252	284	314	221	245	276	305	-	-	-	-
24	271	299	337	374	263	291	328	364	268	297	334	370
26	318	351	396	439	309	342	385	427	315	348	392	435
28	368	407	459	509	358	396	447	495	365	404	455	504
32	481	532	600	664	468	518	584	646	477	527	594	658
36	609	673	759	841	593	655	739	818	604	667	752	833
40	752	831	937	1038	732	809	912	1010	745	824	929	1029
44	-	-	-	-	885	979	1103	1222	902	997	1124	1245
48	-	-	-	-	1053	1165	1313	1454	1073	1186	1338	1481
52	-	-	-	-	1236	1367	1541	1707	1259	1392	1570	1738
56	-	-	-	-	-	-	-	-	1461	1615	1821	2036
60	-	-	-	-	-	-	-	-	1677	1854	2090	2314
64	-	-	-	-	-	-	-	-	1908	2109	2378	2633
68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Примітка. Для канатів з металевим сердечником мінімальні розривні навантаження, які наведені в цій таблиці, повинні бути збільшені на 8%. Для канатів з пластично обтиснутими сталками значення, наведені в таблиці, слід зменшити на 3%.

* Мінімальне розривне навантаження, як зазначено, відповідає канатам 6x19 типу Seale.

**Для канатів 6x19F типу Seal Filler, які іноді називають 6x25 Filler, наведені значення слід збільшити на 2%.

Таблиця 5. **Мінімальні розривні навантаження, в кН, для сталевих канатів з волокнистим сердечником (канати з 8 сталками і канати, стійкі до обертання (що не крутяться)).**

Конструкція каната	8 x 19		8 x 19 F		 17x7 або 18x7				 34x7 або 36x7			
Конструкція сталки і тип звивки	1 + 9 + 9		1 + (6 + 6F) + 12		1 + 6				1 + 6			
	Seale*(тип S/ЛД-О) Паралельна				Одинарна				Одинарна			
Діаметр канату, мм	Границя міцності на розрив, Н/мм^2				Границя міцності на розрив, Н/мм^2				Границя міцності на розрив, Н/мм^2			
	1420	1570	1770	1960	1420	1570	1770	1960	1420	1570	1770	1960
10	41,6	46,0	51,9	57,4	46,6	51,5	58,1	64,3	-	-	-	-
11	50,3	55,7	62,8	69,5	56,4	62,3	70,2	77,8	-	-	-	-
12	59,9	66,2	74,7	82,7	67,1	74,2	83,6	92,6	-	-	-	-
13	70,3	77,7	87,6	97,1	78,7	87,0	98,1	109	-	-	-	-
14	81,5	90,2	102	113	91,3	101	114	126	-	-	-	-
16	107	118	133	147	119	132	149	165	116	128	144	160
18	135	149	168	186	151	167	188	208	146	162	182	202
20	166	184	207	230	186	206	232	257	181	200	225	249
22	201	223	251	278	225	249	281	311	219	242	272	302
24	240	265	299	331	268	297	334	370	260	288	324	359
26	281	311	351	388	315	348	392	435	305	337	380	421
28	326	361	407	450	365	404	455	504	354	391	441	489
32	426	471	531	588	447	527	594	658	462	511	576	638
36	539	596	672	744	604	667	752	833	585	647	729	808
40	-	-	-	-	745	824	929	1029	722	799	901	997
44	-	-	-	-	902	997	1124	1245	874	967	1090	1207
48	-	-	-	-	1073	1186	1338	1481	1040	1150	1297	1436
52	-	-	-	-	1259	1392	1570	1738	1221	1350	1522	1685
56	-	-	-	-	-	-	-	-	1416	1566	1765	1955
60	-	-	-	-	-	-	-	-	1626	1797	2026	2244
64	-	-	-	-	-	-	-	-	1850	2045	2305	2553
68	-	-	-	-	-	-	-	-	2088	2309	2603	2882
72	-	-	-	-	-	-	-	-	2341	2588	2918	3231
76	-	-	-	-	-	-	-	-	2608	2884	3251	3600

Примітка. Для канатів з металевим сердечником мінімальні розривні навантаження, які наведені в цій таблиці, повинні бути збільшені на 8%. Для канатів з пластично обтиснутими сталками значення, наведені в таблиці, слід зменшити на 3%.

* Мінімальне розривне навантаження, як зазначено, відповідає канатам 8x19 типу Seale.

Для канатів 8x19F типу Seal Filler, які іноді називають 8x25 Filler, наведені значення слід збільшити на 2%.

3.16 КОРОЗІЙНОСТІЙКА (НЕРЖАВІЮЧА) СТАЛЬ

3.16.1 Загальні вимоги.

3.16.1.1 У цьому розділі наведено положення щодо прокатних виробів з аустенітних та дуплексних сталей, призначених для будівництва морського обладнання, такого як вантажні цистерни, резервуари для зберігання та технологічні посудини під тиском для хімічних речовин та скраплених газів.

.1 Аустенітні нержавіючі сталі підходять для використання в умовах, де робоча температура не нижча за -165 °C.

.2 Аустенітні нержавіючі сталі також придатні для експлуатації при підвищених температурах, і для такого використання запропонована специфікація повинна містити, крім вимог 3.16.1.1.5, мінімальні значення для 0,2 і 1,0 відсотка граничних напружень при розрахунковій температурі.

.3 Дуплексні нержавіючі сталі придатні для застосування в умовах, де найнижча розрахункова температура не нижча за -20°C.

.4 Дуплексні нержавіючі сталі також придатні для експлуатації при температурах до 300 °C, і для такого використання пропонована специфікація повинна містити, крім вимог 3.16.1.1.5, мінімальне значення для 0,2 відсотка граничних напружень при розрахунковій температурі.

.5 Якщо пропонується використовувати альтернативні сталі, для розгляду та затвердження повинні бути подані детальні відомості про зазначений хімічний склад, термічну обробку та механічні властивості, включаючи для аустенітних марок як 0,2, так і 1,0 відсотка граничних напружень при розрахунковій температурі.

.6 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-виготовлювача злитків або заготовок із вказівкою виготовлювача, 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 Схема визнання підприємств-виготовлювачів корозійностійкої сталі наведена в частині 3 «Технічний нагляд за виготовленням матеріалів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів та виробів.

Матеріал, який відповідає вимогам Регістру, поставляється з відповідними документами Регістру.

Інспектору, який здійснює огляд на підприємстві, що не має плавильного виробництва, повинні надаватися сертифікати підприємства, що виготовляє злитки або заготовки, із зазначенням виготовлювача, марки сталі, номера плавки, хімічного складу і документації, відповідно до вимог якої злитки/заготовки були виготовлені і поставлені.

3.16.1.4 Випробування на стійкість до міжкристалітної, виразкової, щільової і пітингової корозії, а також металографічні дослідження, визначення α-фази тощо виконуються за методиками визнаних Регістром стандартів.

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. 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.

***Таблиця 3.16.1.5-1*. Хімічний склад корозійностійкої сталі**

Марка сталі		Хімічний склад [%]								
Позначення[1]	AISI[2]	C, макс	Si, макс	Mn, макс	P, макс	S, макс	Cr, макс	Ni, макс	Mo, макс	Інши
Аустенітні сталі										
X2CrNi19-11	304L	0,030	1,0	2,0	0,045	0,015	18,0–20,0	10,0–12,0	–	N≤0,11
X2CrNiMo17-12-2	316L	0,030	1,0	2,0	0,045	0,015	16,5-18,5	10-13	2,0-2,5	N≤0,11
X2CrNiMo17-3-3	316LN	0,030	1,0	2,0	0,045	0,015	16,5-18,5	11-14	2,0-2,5	0,12≤N≤0,22
X2CrNiMo18-5-4	317L	0,030	1,0	2,0	0,045	0,015	17,5-19,5	13-16	3,0-4,0	N≤0,11
-	317LN	0,030	1,0	2,0	0,045	0,015	18-20	12,5-15,0	3,0-4,0	0,14≤N≤0,22
X6CrNiTi18-10	321	0,08	1,0	2,0	0,045	0,015	17-19	9-12	-	5xC≤Ti≤0,70
X6CrNiNb18-10	347	0,08	1,0	2,0	0,045	0,015	17-19	9-12	-	10xC≤Nb≤1,0
Аустенітно-феритні (duplex) сталі										
X2CrNiMoN22-5-3	S31803	0,030	1,0	2,0	0,035	0,015	21-23	4,5-6,5	2,5-3,5	0,10≤N≤22
X2CrNiMoN25-7-4	S32750	0,030	1,0	2,0	0,035	0,015	24-26	6-8	3,0-4,5	0,24≤N≤0,35
[1]Відповідно до ДСТУ EN 10088-1 [2]Відповідно до стандарту AISI».										

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-виготовлювач. 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 відрізнятися 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;

- 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**.

Таблиця 3.16.1.8.1 **Види випробувань напівфабрикатів із корозійностійкої сталі**

Характеристики, що визначаються	Аустенітні сталі	Аустенітно-фетітні (duplex) сталі
Механічні властивості при 20°С:		
тимчасовий опір, R_m	+	+
границя плинності, $R_{p0,2}$	+	+
відносне подовження, A_5	+	+
відносне звуження, Z	+	+
Те саме при температурі експлуатації	+[1]	+[1]
Ударна в'язкість при +20°С, KCV^{+20^o}	+	+
Ударна в'язкість при мінусовій температурі, KCV	+[1]	+[1]
Робота удару при мінусовій температурі, KV	–	+
Стійкість до міжкристалітної корозії	+	+
Контроль макроструктури	+	+
Контроль α-фази	–	–
Контроль величини зерна	–	+[1]
Технологічні випробування	+[1]	+[1]
Неруйнівний контроль	+[1]	+[1]
Контроль вмісту неметалевих вкраплень	+[1]	+[1]
Визначення або підтвердження критичної температури крихкості	+[1]	–
[1]При указані в погодженої документації		

3.16.1.8.2 Випробування з метою визнання підприємства виготовлювача 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 °С і розрахунковій температурі;

- визначення або підтвердження критичної температури крихкості (крім сталі аустенітного класу);

- металографічні дослідження і макроконтроль з метою виявлення усадкових раковин, пузирів, неметалічних вкраплень, розмірів зерен;

- випробування на стійкість проти міжкристалітної (виразкової, щільової, пітингової) 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 Регістру.

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 кована сталь круглого, квадратного та прямокутного перерізів діаметром або товщиною до 200мм.

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 Регістру.

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 кована сталь круглого, квадратного та прямокутного перерізів діаметром або товщиною до 200мм.

3.16.2.2 Механічні властивості сталі при 20°С повинні бути не гірші наведених у табл. 3.16.2.2.

Таблиця 3.16.2.2 **Механічні властивості прокату із корозійностійкої сталі**

Марка сталі		Вид продукції[1]	Товщина, макс., мм	Випробування на розтяг				Випробування на удар для товщин $t \geq 10$мм		
Позначення	AISI			$R_{P\,0,2,}$ мін (МПа)	$R_{P,\,1,0}$ мін (МПа)	R_m мін (МПа)	A мін (%)	t (°С)	KV_L^2 (Дж) мін	KV_T^2 (Дж) мін
Аустенітні сталі										
X2CrNi19-11	304L	С	8	220	250	520÷700	45	-196	-	-
		Н	13,5	200	240				100	60

Марка сталі		Вид продукції[1]	Товщина, макс., мм	Випробування на розтяг				Випробування на удар для товщин $t \geq$ 10мм		
Позначення	AISI			$R_{P\,0,2,}$ мін (МПа)	$R_{P,\,1,0}$ мін (МПа)	R_m мін (МПа)	A мін (%)	t (°C)	KV_L^2 (Дж) мін	KV_T^2 (Дж) мін
		P	75	200	240	500÷700				
X2CrNiMo17-12-2	316L	C	8	240	270	530÷680	40		-	-
		H	13,5	220	260				100	60
		P	75	220	260	520÷670	45			
X2CrNiMo17-13-2	316LN	C	8	300	330	580÷780	35		-	-
		H	13,5	280	320				100	60
		P	75	280	320		40			
X2CrNiMo18-15-4	317L	C	8	240	270	550÷700	35		-	-
		H	13,5	220	260				100	60
		P	75	220	260	520÷720	40			
-	317LN	P	50	300	340	520÷720	40		41	27
X6CrNiTi18-10	321	C	8	220	250	520÷720	40		-	-
		H	13,5	200	240				100	60
		P	75	200	240	500÷700				
X6CrNiNb18-10	347	C	8	220	250	520÷720	40		-	-
		H	13,5	200	240				100	60
		P	75	200	240	500÷700				
Аустенітно-феритні (duplex) сталі										
X2CrNiMoN22-5-3	S31803	C	8	500	-	700÷950	20	+20	-	-
		H	13,5	460	-		25		100	60
		P	75	460	-	640÷840	25			
X2CrNiMoN25-7-4	S32750	C	8	550	-	750÷1000	20		-	-
		H	13,5	530	-				100	60
		P	75	530	-	730÷930				

[1]C - штаба холоднокатана; H – штаба гарячекатана; P – лист гарячекатаний.
[2]KV_L – величина енергії удару для поздовжнього зразка; KV_T – величина енергії удару для поперечного зразка.
$R_{P0,2}$ – границя плинності, МПа;
R_m – тимчасовий опір, МПа;
A – відносне подовження, %.

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 (≥ 600мм) 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 (≥ 600мм) 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 геометричних розмірів піддають всі листи і прутки партії.

Неруйнівний контроль прокату і його критерії визначаються вимогами національних та міжнародних стандартів.

При огляді прокату, виготовленого за заводськими специфікаціям, ТУ або іншими нормативними документами, відсутність неприпустимих дефектів повинна гарантуватися виготовлювачем і може бути підтверджена неруйнівним контролем в обсязі, узгодженому із Регістром.

Поверхневі дефекти, обумовлені способом виготовлення, допускаються, якщо їх параметри (такі як глибина, площа, розташування тощо) не виходять за межі допустимих відхилень. **3.16.2.5** Виправлення дефектів.

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 проекцій місць заварювань за товщиною на обох боках заготовки допустимі глибини вибирань не повинні сумарно перевищувати за величиною глибину, допустиму для вибирання з одного боку даної заготовки.

Заварювання, контроль місць ремонту і термічна обробка (за необхідності) повинні проводитися відповідно до стандартів, або за технологічною документацією підприємства виготовлювача, узгодженою із Регістром. У разі ремонту прокату, заявником має бути оформлено додаток до сертифіката підприємства з позначенням зон ремонту.

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 напів-фабрикатів, діаметр (товщина) яких не перевищує 300мм.

Для поковок більших розмірів норми механічних властивостей встановлюються виготовлювачем відповідно до діючих стандартів і підлягають погодженню з Регістром.

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.

Таблиця 3.16.3.2 **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

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/см^2, 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 виготовлювачем 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 Сфера застосування

.1 У цьому розділі наведено положення щодо аустенітних та аустенітно-феритних (дуплексних) труб із нержавіючої сталі, придатних для виробництва трубопровідних систем для суден.

.2 Ковані вироби з аустенітної нержавіючої сталі придатні для застосування в умовах, де робоча температура не нижча за -165 °C.

.3 Аустенітні нержавіючі сталі можуть бути придатними для експлуатації при підвищених температурах. У випадках, коли пропонується таке застосування, детальна інформація про хімічний склад, термічну обробку та механічні властивості повинна бути подана на розгляд та затвердження.

.4 Аустенітно-феритні (дуплексні) нержавіючі сталі придатні для застосування в умовах, де розрахункова температура не нижча за -20 °C.

3.16.4.2 Виробництво та хімічний склад

.1 Труби повинні виготовлятися безшовним або виготовлені із застосуванням безперервного автоматичного електрозварювання.

.2 Зварювання повинно виконуватися в поздовжньому напрямку, з додаванням або без додавання присадкового металу.

.3 Хімічний склад ковшових зразків повинен відповідати відповідним вимогам таблиці 3.16.4.2 «Хімічний склад труб із аустенітних та аустенітно-феритних (дуплексних) сталей».

3.16.4.3 Термічна обробка

.1 Труби, як правило, повинні поставлятися виробником у стані термічної обробки по всій довжині.

.2 Як альтернатива, безшовні труби можуть бути піддані безпосередньому гартуванню відразу після гарячої формовки, при цьому температура труб не повинна бути нижчою за зазначену мінімальну температуру термічної обробки.

3.16.4.4 Випробування

.1 Усі труби повинні бути представлені партіями і у стані, як визначено в підрозділі **3.4** Частини **XIII** «Матеріали» цих Правил.

Величина партії труб визначається наступним:

- при зовнішньому діаметрі труб 76мм і менше – 300шт;

- при зовнішньому діаметрі 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 відбираються зразки для випробувань:

- на розтягування – 1 зразок;

- на сплющення або розтягування кілець – 1 зразок;

- на роздавання – 1 зразок;

для випробувань на стійкість проти міжкристалітної корозії труб із сталі аустенітного класу виготовляють один комплект зразків (не менше двох штук), для випробувань труб аустенітно-феритного класу – два комплекти зразків (не менше чотирьох зразків), один із яких контрольний;

- контролю гідравлічним тиском і ультразвуковому контролю піддають кожну трубу.

.2 Кожна труба, обрана для випробування, повинна бути піддана випробуванням на розтягнення та сплющення або згинання, а у випадках, коли товщина стінки становить 6 мм або більше, повинні бути проведені випробування на ударну в'язкість за методом Шарпі при температурах випробування, зазначених у таблиці 3.16.4.4 «Механічні властивості для цілей приймання».

.3 Результати всіх механічних випробувань повинні відповідати відповідним вимогам, наведеним у таблиці 3.16.4.4 «Механічні властивості для цілей приймання».

Таблиця 3.16.4.2 **Хімічний склад труб із аустенітних та аустенітно-феритних (дуплексних) сталей**

Марка сталі		Категорія міцності	Хімічний склад, %								
Позначення	AISI		C макс.	Si	Mn	P макс.	S макс.	Cr	Mo	Ni	Інші
Аустенітні											
X2CrNi19-11	304L	490	0,030	≤1,0	≤2,0	0,045	0,030	18,0-20,0	-	8,0-12,0	N≤0,11
X2CrNiMo17-12-2	316L	490	0,030	≤1,0	≤2,0	0,045	0,030	16,0-18,5	2,0-3,0	10,0-14,0	-
X2CrNiMo18-15-4	317	490	0,08	≤1,0	≤2,0	0,045	0,030	18,0-20,0	3,0-4,0	11-15	-
X6CrNiTi18-10	321	510	0,08	≤1,0	≤2,0	0,045	0,030	17,0-19,0	-	9,0-12,0	Ti>5xC≤0,70
X6CrNiNb18-10	347	510	0,08	≤1,0	≤2,0	0,045	0,030	17,0-19,0	-	9,0-12,0	Nb>5xC≤1,1
Аустенітно-феритні (дуплексні)											
X2CrNiMoN22-5-3	UNS S31803	-	0,08	≤1,0	≤2,0	0,035	0,020	21,0-23,0	2,5-3,5	4,5-6,5	N 0,08-0,22
X2CrNiMoN25-7-4	UNS S32750	-	0,030	≤0,80	≤1,20	0,035	0,020	24,0-26,0	3,0-5,0	6,0-8,0	N 0,24-0,032 Cu ≤0,50

Таблиця 3.16.4.4 **Механічні властивості для цілей приймання**

Марка сталі		Категорія міцності	0,2% граничне напруження [1] Н/мм^2	1,0% гранічне напруження Н/мм^2	Міцність на розрив Н/мм^2	Подовження на $\sqrt{S_0}$ % мін.	Тест на сплющення, постійна С	Діаметр випробування на згин форми	Ударна в'язкість за методом Шарпі	
Позначення	AISI								Температура. випробувань, °С	Середня енергія, Дж
Аустенітні										
X2CrNi19-11	304L	490	175	205	490-690	30	0,09	3*t*	-196	41
X2CrNiMo17-12-2	316L	490	185	215	490-690	30	0,09	3*t*		
X2CrNiMo18-15-4	317	490	185	205	490-690	30	0,09	3*t*		
X6CrNiTi18-10	321	510	195	235	510-710	30	0,09	3*t*		
X6CrNiNb18-10	347	510	205	2145	510-710	30	0,09	3*t*		
Аустенітно-феритні (дуплексні)										
X2CrNiMoN22-5-3	UNS S31803	-	450	-	620	25	9,09	3*t*	-20[2]	4

X2CrNiMoN 25-7-4	UNS S327 50	-	550	-	800	15	0,09	3*t*		

[1]За винятком марок дуплексних нержавіючих сталей, значення межі плинності 0,2 % наводяться для інформації і, якщо інше не погоджено, не підлягають перевірці шляхом випробувань.
[2]Випробування на удар за методом Шарпі з V-подібним надрізом повинні проводитися при температурі, що на 5 °C нижча за проектну температуру або -20 °C, залежно від того, яка з них нижча.

3.16.4.5 Випробування на корозію

.1 Для матеріалів, що використовуються для трубопровідних систем для хімічних речовин, випробування на корозію повинні проводитися на одному відсотку від кількості труб у кожній партії, але не менше ніж на одній трубі. Для аустенітних нержавіючих сталей це має бути випробування на міжкристалітну корозію. для аустенітно-феритних (дуплексних) нержавіючих сталей – випробування на точкову корозію.

.2 Після витримки (у корозійному середовищі) зразки з повним поперечним перерізом повинні бути піддані випробуванню на сплющення. Зразки у вигляді смуг повинні бути піддані випробуванню на згин відповідно до встановлених практик.

3.16.4.6 Збірні трубопроводи

.1 Збірні трубопроводи повинні виготовлятися з матеріалів, вироблених відповідно до розділу **3.16.4.2**, **3.16.4.3**, **3.16.4.4**, **3.16.4.5**.

.2 Зварювання повинно виконуватися відповідно до затвердженої та кваліфікованої процедури зварювальниками, що мають відповідну кваліфікацію.

.3 Зварні трубопроводи можуть поставлятися в звареному стані без подальшої термічної обробки, за умови, що випробування зварювальної процедури продемонстрували задовільні властивості матеріалу, включаючи стійкість до міжкристалічної корозії (аустенітна нержавіюча сталь) або точкової корозії (дуплексна нержавіюча сталь).

.4 Крім того, стикові зварні шви повинні піддаватися 5-відсотковому радіографічному контролю для труб класу I і 2-відсотковому для труб класу II.

.5 Виготовлені трубопроводи в звареному стані, призначені для систем, розташованих на палубі, повинні бути захищені відповідним антикорозійним покриттям.

3.16.4.7 Сертифікація матеріалів

Кожен сертифікат випробувань повинен відповідати типу та містити інформацію, детально описану в розділі **1.4.3** цих Правил, а також загальні відомості про термічну обробку та, у відповідних випадках, результати відповідних випробувань на корозію. Як мінімум, хімічний склад повинен включати вміст усіх елементів, детально описаних у таблиці 3.16.4.2.

3.17 ПЛАКОВАНА СТАЛЬ

3.17.1 Загальні вимоги.

3.17.1.1 Ці вимоги поширюються на сталеві листи з низьколегованого металу, плаковані з однієї або з двох сторін тонким шаром нержавіючої сталі, що підлягають технічному нагляду Регістру під час їх виготовлення, які призначені для танків, судин і цистерн, а також для льодових поясів криголамів, суден полярних, балтійських льодових класів, льодових класів Регістру, суден, призначених для тривалої експлуатації при низьких температурах, плавучих бурових установок і морських стаціонарних платформ.

Плакована сталь повинна виготовлятися, визнаними відповідно до **1.3.1.2,** підприємствами виготовлювачами.

3.17.1.2 Плакована сталь повинна виготовлятися згідно національним і міжнародним стандартам або специфікаціями підприємства. Представнику Регістру, який здійснює технічний нагляд на підприємстві-виготовлювачі плакованих листів, яке не має плавильного виробництва усіх складових двошарової сталі, повинні представлятися сертифікати виготовлювача 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 B 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 (A і AF 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:

$$R \geq (R_o \cdot t_o + R_п \cdot t_п)/t, \qquad (3.17.4.1.1)$$

де:

R — номінальне значення тимчасового опору або границі плинності плакованого листа, МПа;

R_o, $R_п$ — 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, $t_п$ — 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 виготовлювача, 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/мм^2.

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} = 4мм.

Мінімальне значення $l_{min} = 1{,}5d$.
Використання d_{min} і l_{min} дозволяє виготовляти монолітний зразок діаметром $d = 4$ мм без приварних частин для захвату, при товщині металу від 18 до 27мм.
Монолітний зразок діаметром $d = 6$ мм можна застосовувати для металу товщиною від 27мм до 45мм, а діаметром $d = 10$ мм - для металу товщиною більше 45мм.

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 $T_{КБ}$;

.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 $T_{КБ}$.

Температура $T_{КБ}$ є температурою в'язко-крихкого переходу і характеризується 70% волокнистою складовою у зламі зразка натурної товщини.

Виконані випробування визначення температури $T_{КБ}$ дозволяють оцінити температуру гальмування крихкої тріщини $T_{кр}$ у металі натурної (від 14 до 100мм) товщини за умов:

$T_{кр} \geq 0{,}9T_{КБ}$-10 °С.

Виготовлення зразків для визначення $T_{КБ}$ плакованої сталі здійснюють із металу основного шару натурної товщини після видалення плакування і частини основного шару товщиною не більше 0,5мм на стороні плакування.

Методика проведення випробування повинна бути погоджена із Регістром.

Проби для виготовлення зразків для визначення $T_{КБ}$ 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 $W = 3\delta \pm 3$мм;

- довжина $L = 4W + \delta = 13\delta \pm 10$мм;

- глибина надрізу $\alpha = \frac{1}{3} W = \delta \pm 1$мм;

- відстань між опорами при трьохточковому вигині $l = 4\ W = 12\delta \pm 10$мм;

- радіус надрізу:
  - $R = 3^{+0,5}$мм при товщині металу до 32мм включно,
  - $R = 3^{+2}$мм при товщині металу більше 32мм;

- ширина надрізу при його виконанні газовим різанням є технологічною величиною.

Отримане значення температури $T_{КБ}$ повинне бути підтверджене випробуванням трьох зразків. Якщо у двох, із трьох, випадках у зламах міститься 70±5% волокнистої складової, то ця температура приймається за $T_{КБ}$.

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 $T_{КБ}$ 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 $T_р$, необхідно дотримувати умови:

по температурі $T_{КБ}$:

$T_{КБ} \le 1{,}1T_р + 10°C$ − при товщині металу від 14 до 100мм;

по температурі NDT:

$NDT \le T_р$ − для товщини $t \le 15$мм;

$NDT \le T_р - 10°C$ − для $15 < t \le 20$мм;

$NDT \le T_р - 20°C$ − для $20 < t \le 30$мм;

$NDT \le T_р - 25°C$ − для $30 < t \le 40$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:

$NDT \le T_р$ − для товщини $t \le 15$мм;

$NDT \le T_р - 10°C$ − для $15 < t \le 20$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 СТО**D** відбирають із зварних стикових з'єднань плакованої сталі. Для цього після зварювання провадиться видалення плакувального шару включаючи і наплавлений на зварний шов.

Для визначення тріщиностійкості зони термічного впливу (ЗТВ) рекомендується застосовувати зварювання із спеціальним обробленням кромок (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 2х25х80мм.

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 виготовлювача, 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 виготовлювачем.

Якість поверхні листів після перевірки підприємством-виготовлювачем повинна бути проконтрольована інспектором Регістру.

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 виготовлювача.

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 наплавлятися не менше двох шарів плакувального металу.

3.17.5.6.3 Після зварювання усунутий дефект необхідно зашліфувати урівень із поверхнею плакування.

Остаточно відремонтовані листи повинні бути пред'явлені представнику Регістру.

Якість усунення дефектів необхідно підтвердити неруйнівним способом контролю.

3.17.5.6.4 Для кожного виправлення наплавленням виготовлювач 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.

Остаточно відремонтовані листи повинні бути пред'явлені представнику Регістру.

Якість усунення дефектів необхідно підтвердити неруйнівним способом контролю.

3.17.5.6.4 Для кожного виправлення наплавленням виготовлювач 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**

Номінальна товщина, мм	Допустимі відхилення, мм
≥ 2,0 < 3,0	± 0,20
≥ 3,0 < 3,5	± 0,30
≥ 3,5 < 4,0	± 0,35
≥ 4,0 < 5,0	± 0,40
≥ 5,0	± 0,45

3.17.6 Маркування виконується згідно вимог **1.4**.

3.18 КООРОЗІЙНОСТІЙКА (НЕРЖАВІЮЧА) СТАЛЬ НОРМАЛЬНОЇ І ПІДВИЩЕНОЇ МІЦНОСТІ ЖДЯ 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 IMO 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 виготовлювача згідно **1.3**).

3.18.2.2 В доповнення до випробувань, які проводяться для одержання Свідоцтво про визнання виготовлювача, як зазначено в **2.1**, потрібно проведення випробувань на корозійну стійкість згідно з **3.18.17**.

В Свідоцтво про визнання виготовлювача 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 Виготовлювач 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 виготовлювач повинний скласти акт з поясненням причин, а у випадку невідповідності продукції технічній специфікації - прийняти заходи до запобіганню повторного виникнення такої ситуації. Заповнений акт повинний бути представлений інспектору Регістру разом з додатковою інформацією по запиту інспектора Регістру. Кожний виріб повинний випробовуватися у відповідності з вимогами інспектора Регістру.

Періодичність проведення випробувань даної продукції в подальшому обумовлюється Регістром з урахуванням розробки і виконання виготовлювачем 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 виготовлювача в спеціально обладнаній лабораторії у відповідності з вимогами **3.2**.

3.18.4.2 Виготовлювач 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 ківшової проби сталі.

3.18.4.3 Результати контролю хімічного складу, що надається виготовлювачем, приймаються за умови проведення періодичних вибіркових 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 ліквації 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 Виготовлювач сталі повинний мати систему позначення злитків, слябів і готових виробів, що дозволяє ідентифікувати матеріал з плавкою.

3.18.9.2 Інспектору Регістру, якщо необхідно, повинні надаватися всі засоби для ідентифікації матеріалу.

3.18.10 Випробування і огляд.

3.18.10.1 Засоби огляду.

3.18.10.1.1 Виготовлювач повинний надати інспектору Регістру 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 Регістру, 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 виготовлювачем сталі. Приймання продукції інспектором Регістру не звільняє виготовлювача 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 Регістру 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 навколишні конструкції – RCU:

- верхня поверхня настилу другого дна і навколишні конструкції - RCB;

- розрахункова палуба і настил другого дна - RCW;

.4 якщо сталь, поставляється після термомеханічної обробки, - індексу «TM», який повинний додаватися після уніфікованого позначення категорії і перед позначенням корозійної стійкості (наприклад, E36 TM RCU Z35);

.5 повного або скороченого найменування виготовлювача 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 виготовлювача, 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 виготовлювач 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 Регістру не підтверджується при проведенні випробувань, маркування повинне бути вилучене виготовлювачем.

3.18.16 Документація.

3.18.16.1 Сертифікати Регістру і сертифікати підприємства виготовлювача 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 «(Сертифікат Регістру і сертифікат підприємства виготовлювача) повинно бути зазначено, як мінімум, наступне:

.1 номер замовлення і заводський номер судна, для якого призначається матеріал;

.2 номер плавки і виробу, включаючи, якщо необхідно, номер зразка для випробувань;

.3 найменування виготовлювача сталі;

.4 позначення категорії сталі і торгову марку виготовлювача;

.5 результати аналізу ківшової 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 оформленням сертифікатів підприємства виготовлювача Регістром і/або оформленням ним відповідного Свідоцтва, виготовлювач повинний представити інспектору Регістру письмову заяву про те, що матеріал виготовлений у відповідності з заявленим і затвердженим виробничим процесом, випробування проведені в присутності інспектора Регістру і їхні результати визнані позитивними.

В сертифікаті підприємства виготовлювача повинна бути зазначена назва класифікаційного товариства. Сертифікат випробувань або акт відвантаження може містити наступну заяву, яка оформляється у вигляді штампу або друкованого тексту з вказівкою найменування виготовлювача 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 Регістру».

3.18.17 Додаткова процедура схвалення корозійностійкої сталі.

3.18.17.1 Область застосування.

3.18.17.1.1 Визнання Регістром (одержання виготовлювачем Свідоцтва про визнання виготовлювача) 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 IMO MSC.289(87)).

3.18.17.2 Подача заявки на схвалення.

3.18.17.2.1 Виготовлювач повинний представити Регістру заявку на одержання Свідоцтва про визнання виготовлювача, 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 виготовлювачем програма випробувань підлягає розгляду і схваленню Регістром.

Вказуються випробування, які повинні проводитися в присутності інспектора Регістру.

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 IMO 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 виготовлювачем 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, походячи 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 IMO 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 Регістру 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 сталевого прокату, 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 Виготовлювач повинний провести випробування для схвалення корозійностійкої сталі і одержання Свідоцтва про визнання виготовлювача згідно схваленої програми випробувань.

3.18.17.5 Присутність інспектора Регістру 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 Регістру (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 виготовлювача виготовлювач 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 виготовлювача зізнаються позитивними, Регістр схвалює таку корозійностійку сталь і оформляє Свідоцтво про визнання виготовлювача.

3.18.17.6.3 В Свідоцтві про визнання виготовлювача вказується найменування виготовлювач, термін дії Свідоцтва про визнання виготовлювача, 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 IMO MSC.289(87)).

3.19 СТАЛЬ КАТЕГОРІЇ МІЦНОСТІ YP47 І ТРІЩИНОСТІЙКА СТАЛЬ

3.19.1 Область поширення.

3.19.1.1 Загальні положення.

3.19.1.1.1 Вимоги цього підрозділу поширюються на сталь категорії міцності YP47 і сталь з властивостями, що запобігають утворенню крихких тріщин BCA (Brittle Crack Arrest), які призначені для застосування в корпусних конструкціях контейнеровозів відповідно до **3.1** частини II «Корпус» цих Правил.

3.19.1.1.2 Якщо в цьому підрозділі не обумовлено інше, сталь повинна відповідати вимогам **3.2** цієї частини Правил.

3.19.1.2 Сталь категорії міцності YP47.

3.19.1.2.1 Сталі, позначені як YP47, відносяться до сталей з мінімальною границею плинності 460 МПа.

3.19.1.2.2 Сталі категорії міцності YP47 можуть застосовуватися в поздовжніх елементах корпусних конструкцій в районі верхньої палуби контейнеровозів (таких як поздовжні комінгси люків, ребра жорсткості і прилягаючі поздовжні в'язі).

Застосування листової сталі категорії міцності YP47 для виготовлення інших корпусних конструкцій повинно бути узгоджене із Регістром.

3.19.1.2.3 Вимоги цього підрозділу поширюються на сталь YP47 товщиною від 50мм до 100мм, призначену для застосування в районі верхньої палуби контейнеровозів. Вимоги до сталі YP47, що виходить за зазначені межі по товщині, підлягають узгодженню з Регістром.

3.19.1.3 Сталь з властивостями ВСА.

3.19.1.3.1 Під сталлю з властивостями ВСА розуміється сталь з рівнями міцності EH36 і EH40 відповідно до **3.2** цієї частини Правил, а також YP47, що відповідає вимогам цього підрозділу до сталей з властивостями ВСА.

3.19.1.3.2 Вимоги до застосування сталі з властивостями ВСА викладені в **3.1** частині II «Корпус» цих Правил і поширюються на поздовжні елементи корпусних конструкцій в районі верхньої палуби контейнеровозів, таких як поздовжні комінгси люків, ребра жорсткості і прилеглі поздовжні в'язі.

3.19.1.3.3 Вимоги цього підрозділу поширюються на сталь з властивостями ВСА товщиною від 50мм до 100мм відповідно до табл. 3.19.2.2.3-1.

3.19.2 Технічні вимоги до тріщиностійкої сталі і до сталі категорії міцності YP47.

3.19.2.1 Сталь категорії міцності YP47

3.19.2.1.1 Технічні вимоги до листової сталі категорії міцності YP47 зазначені в табл. 3.19.2.1.1-1 ÷ 3.19.2.1.1-3.

Випробування повинні проводитися у відповідності з вимогами **3.2** цієї частини Правил.

Таблиця 3.19.2.1.1-1 **Хімічний склад і розкислення сталі YP47 без вимог до властивостей ВСА**

Категорія сталі[1]	URYP47
Розкислення	Спокійна, дрібнозерниста
Вміст елементів % (ковшова проба)[6, 7]	
C_{max}	0,18
Mn	0,09 ÷ 2,0
Si_{max}	0,55
P_{max}	0,02
S_{max}	0,02
Al (розчинний у кислоті) $_{min}$	0,015[1, 2]
Nb	0,02 ÷ 0,05[2, 3]
V	0,05 ÷ 0,10[2, 3]
Ti_{max}	0,02[3]
Cu_{max}	0,35
Cr_{max}	0,25
Ni_{max}	1,0
Mo_{max}	0,08
$C_{екв.\ max}$[4]	0,49
P_{CM}[5]	0,22

[1]Загальний вміст алюмінію може визначатися замість вмісту, розчинного в кислоті.
В цих випадках загальний вміст повинний бути не менше 0,020%.

[2] Сталь повинна містити алюміній, ванадій, ніобій або інші відповідні елементи, що подрібнюють зерно, окремо або в будь-якій комбінації.
Якщо зазначені елементи вводяться по окремості, їхній вміст повинний відповідати зазначеним у цій таблиці.
Якщо елементи використовуються в комбінації, мінімальний вміст цих елементів в сталі не регламентується.

[3] Загальний вміст ніобію, ванадію і титану не повинен перевищувати 0,12%.

[4] Значення вуглецевого еквівалента $C_{екв}$ (у відсотках) визначається під час випробувань на допуск за даними ковшового аналізу і визначається за формулою:

$$C_{екв} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15}$$

[5] Замість вуглецевого еквівалента може визначатися коефіцієнт $P_{см}$ (у відсотках), що оцінює схильність сталі до утворення холодних тріщин, визначений за формулою:

$$P_{см} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 3B.$$

[6] Якщо в сталі присутні додаткові елементи, присутність яких обумовлено практикою виробництва сталі на даному підприємстві – їхній вміст повинний бути погоджений з Регістром і указаний в Свідоцтві Регістру.

[7] Відхилення від зазначеного хімічного складу можуть бути дозволені за узгодженням із Регістром.

Таблиця 3.19.2.1.1-2 **Стан постачання, категорія та механічні властивості сталі YP47 при розтягуванні без визначених властивостей запобігання крихкому руйнуванню BCA**

Стан постачання	Категорія сталі	Механічні властивості при розтягуванні		
		Границя плинності R_{eH}, МПа	Тимчасовий опір R_m, МПа	Відносне подовження A_5, %, мін
Термомеханічна контрольована прокатка (TMCP)	UREH47	460	570 ÷ 720	17

Таблиця 3.19.2.1.1-3 **Стан постачання, категорія та ударні властивості сталі YP47 без визначених властивостей запобігання крихкому руйнуванню BCA**

Стан постачання	Категорія сталі	Механічні властивості при ударному згині на поздовжніх KV_L зразках			
		Температура, ºC	Середня величина роботи удару, Дж, мін		
			$50 < t \leq 70$	$70 < t \leq 85$	$85 < t \leq 100$
			KV_L	KV_L	KV_L
Термомеханічна контрольована прокатка (TMCP)	UREH47	-40	53	64	75

Примітки до табл. 3.19.2.1.1-2 і табл. 3.19.2.1.1-3:

1. Додаткові вимоги до сталі YP47 з властивостями BCA зазначені в **3.19.2.2.**
2. Інші умови постачання підлягають окремому розгляду Регістром.
3. t – товщина, мм.

3.19.2.2 Сталь з властивостями BCA.

3.19.2.2.1 Сталі з властивостями BCA визначаються як сталеві листи з визначеними властивостями запобігання утворенню крихких тріщин, визначеними за допомогою в'язкості руйнування при гальмуванні крихкої тріщини K_{ca}, або температури зупинки крихкої тріщини (CAT).

3.19.2.2.2 На додаток до необхідних механічних властивостей сталі категорій міцності EH36 і EH40, зазначених у **3.2** цієї частини Правил, і в табл. 3.19.2.1.1-2 та табл. 3.19.2.1.1-3 до механічних властивостей сталі YP47, сталь з властивостями BCA повинна відповідати вимогам, зазначеним у табл.3.19.2.2.3-1 і табл.3.19.2.2.3-2.

3.19.2.2.3 Критерії запобігання крихкому руйнуванню, які зазначені в табл. 3.19.2.2.3-1, повинні бути оцінені для листового прокату відповідно до процедури, затвердженої Регістром.

Зразки для випробувань повинні бути взяті з кожної партії прокату, якщо інше не узгоджено з Регістром.

Таблиця 3.19.2.2.3-1 **Вимоги до властивостей запобігання крихкому руйнуванню для сталей з властивостями BCA**

Індекс до категорії сталі[1]	Товщина t, мм	Критерії запобігання крихкому руйнуванню[2, 6]	
		В'язкість запобігання крихкому руйнуванню K_{ca} при –10°C, min, $(Н/мм^{3/2})^3$	Температура зупинки крихкої тріщини CAT, °C[4]
BCA1	$50 < t \leq 100$	6000	–10 або нижче
BCA2	$80 < t \leq 100$[7]	8000	[5]

Примітки:

[1] Індекс «BCA1» або «BCA2» повинен бути доданий до позначення категорії сталі (наприклад, EH40-BCA1, EH47-BCA1, EH47-BCA2, тощо).

[2] Властивості запобігання крихкому руйнуванню для сталей з властивостями BCA, повинні бути перевірені за допомогою в'язкості запобігання крихкому руйнуванню K_{ca} або температури запобігання руйнуванню (CAT).

[3] Значення K_{ca} повинно бути отримано за допомогою методу випробування, зазначеного в Додатку 3 до UR W 31, ред. 3, березень 2023р.

[4] CAT повинен бути отриманий за допомогою методу випробування, зазначеного в Додатку 4 до UR W 31, ред. 3, березень 2023р.

[5] Критерій CAT для сталей із значенням K_{ca}=8000 Н/мм $^{3/2}$ і вище, повинен бути схвалений Регістром.

[6] У випадках, коли для випробування продукції використовуються альтернативні випробування в невеликих обсягах (випробування партії), ці методи повинні бути схвалені Регістром.
[7] Сталь з товщиною 80мм та менше може бути схвалена Регістром.

Таблиця 3.19.2.2.3-2 **Хімічний склад і розкислення для сталей з властивостями ВСА**

Категорія сталі	EH36-BCA1, EH36-BCA2	EH40-BCA1, EH40-BCA2	EH47-BCA1, EH47-BCA2
Розкислення	Спокійна, дрібнозерниста		
Вміст елементів % (ковшова проба)[1, 7, 8]			
C_{max}	0,18		0,18
Mn	0,90 ÷ 2,00[2]		0,90 ÷ 2,00
Si_{max}	0,50		0,55
P_{max}	0,02		0,02
S_{max}	0,02		0,02
Al (розчинний у кислоті) $_{min}$	0,015[2,3]		0,015[2,3]
Nb	0,02 ÷ 0,05[2, 4]		0,02 ÷ 0,05[2, 4]
V	0,05 ÷ 0,10[2, 4]		0,05 ÷ 0,10[2, 4]
Ti_{max}	0,02[4]		0,02[4]
Cu_{max}	0,50		0,50
Cr_{max}	0,25		0,50
Ni_{max}	2,0		2,0
Mo_{max}	0,08		0,08
$C_{екв\ max}$[5]	0,47	0,49	0,55
$P_{CM\ max}$[6]	-		0,24

Примітки:
[1] Хімічний склад сталей з властивостями ВСА повинен відповідати вимогам цієї таблиці, незалежно від хімічного складу, зазначеного в таблицях 3.2.2-2 і 3.19.2.1.1-1.
[2]Загальний вміст алюмінію може визначатися замість вмісту, розчинного в кислоті.
У таких випадках загальний вміст алюмінію не повинен бути менше 0,020%.
[3] Сталь повинна містити алюміній, ванадій, ніобій або інші відповідні елементи, що подрібнюють зерно, окремо або в будь-якій комбінації.
Якщо зазначені елементи вводяться по окремості, їхній вміст повинний відповідати зазначеним у цій таблиці. Якщо елементи використовуються в комбінації, мінімальний вміст цих елементів в сталі не регламентується.
[4] Загальний вміст ніобію, ванадію і титану не повинен перевищувати 0,12%.
[5] Значення вуглецевого еквівалента $C_{екв}$ (у відсотках) визначається під час випробувань на допуск за даними ковшового аналізу і визначається за формулою:

$$C_{екв} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15}$$

[6] Замість вуглецевого еквівалента може визначатися коефіцієнт $P_{см}$ (у відсотках), що оцінює схильність сталі до утворення холодних тріщин, визначений за формулою:

$$P_{см} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 3B.$$

[7] Якщо в сталі присутні додаткові елементи, присутність яких обумовлено практикою виробництва сталі на даному підприємстві – їхній вміст повинний бути погоджений з Регістром і указаний в Свідоцтві Регістру.
[8] Відхилення від зазначеного хімічного складу можуть бути дозволені за узгодженням із Регістром.

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 підрозділ позначення категорій міцності сталі YP36. YP40 и YP47 мають установлені мінімальні значення границі плинності 355, 390 і 460 Н/мм^2, 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 поясок еквівалентного бруса, таких як верхній пояс обшивки поздовжньої перегородки/другого борту, ширстрек, головна палуба, стінка і поясок поздовжнього безперервного комінгса і всі підкріплювальні їхні поздовжні балки (див. рис. 3.20.2.1).

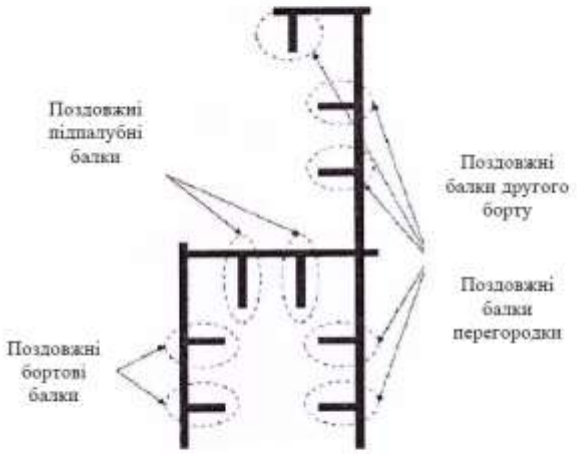


Рис. 3.20.2.1 Елементи верхнього поясу еквівалентного бруса

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.

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 Регістру.

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 проєктування 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 удалині 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°С при характеристиці гальмування крихкої тріщини

$K_{ca} > 6000$ Н/мм $^{3/2}$.

Необхідне значення K_{ca} при товщині сталевого листа більше 80мм погоджується із Регістром у складі документації яка надається.

Параметри тріщиностійкості і відповідні методи їх визначення підлягають погодженню з Регістром (наприклад, $T_{к6}$ не вище -10°С).

3.20.4.2 Вимоги до проєктування, необхідні для попередження крихкого руйнування.

3.20.4.2.1 Для виконання основної задачі при проєктуванні зазначених вище конструкцій, гальмування крихких тріщин і запобігання значного руйнування еквівалентного бруса треба ураховувати наступне:

.1 місцем утворення крихких тріщин вважаються міжблокові стикові з'єднання – як поздовжніх комінгсів люків, так і верхньої палуби;

.2 при цьому треба ураховувати 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 більше точного методу неруйнівний контролю, зокрема, дифракційно-часового методу (TOFD) з використанням більше 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.**

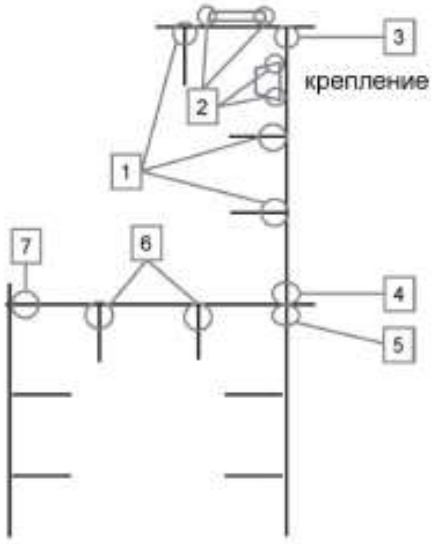


Рис. 3.20.4.2.1.2.2 Зони другорядних зварних швів на прикладі кріплення опори

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.

Таблиця 3.20.5.

Границя плинності Н/мм²	**Товщина, мм**	**Варіант[1]**	**Заходи**			
			1	2	3 ÷ 4	5
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
36	$50 < t \leq 85$	–	Не засто-совне	Не засто-совне	Не засто-совне	Не засто-совне
	$85 < t < 100$	–	X	Не засто-совне	Не засто-совне	Не засто-совне
40	$50 < t \leq 85$	–	X	Не засто-совне	Не засто-совне	Не засто-совне
	$85 < t \leq 100$	A	X	Не засто-совне		X
		B	X [2]	Не засто-совне[3]	Не засто-совне	X

Границя плинності Н/мм²	**Товщина, мм**	**Варіант[1]**	**Заходи**			
			1	2	3 ÷ 4	5
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
47 FCAW (дугове зварювання порошковим дротом)	50 < *t* ≤100	A	X	Не застосовне		X
		B	X [2]	Не застосовне[3]	Не застосовне	X
47EGW (газоелектричне зварювання)	50 < *t* ≤100	–	X	Не застосовне		X

[1] Допускається вибір варіанту А або В.
[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**.

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.

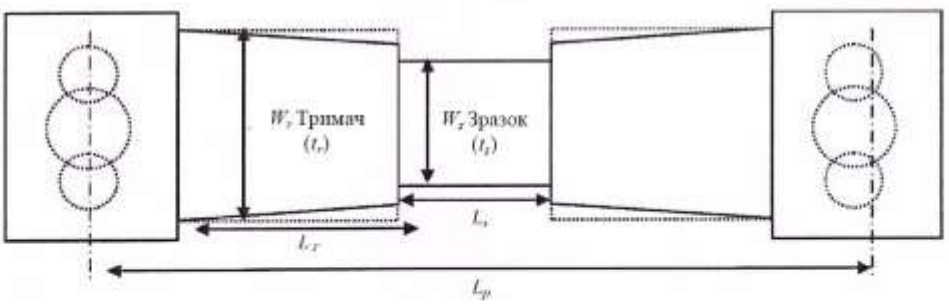


Рис. 3.20.6.2 Схема розташування випробовуваного зразка, тримача і оснастки

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 3.20.6.2. **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

Символ	Одиниця виміру	Параметри
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	Градієнт температур випробовуваного зразка
σ	Н/мм^2	Найбільше напруження у випробовуваному зразку (*навантаження* /W_s× t_s)
K_{ca}	Н/мм$^{3/2}$	Характеристика гальмування крихкої тріщини

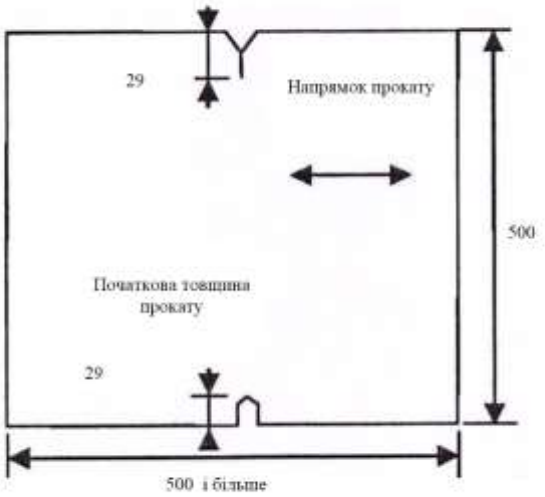


Рис. 3.20.6.4.1 Форма і розмір стандартного випробовуваного зразка (всі розміри наведені в мм)

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 сталевого листа.

3.20.6.4.4 Випробовувані зразки необхідно вирізати і установити таким чином, щоб вісь навантаження була паралельна напрямку прокатки сталевого листа.

3.20.6.4.5 Товщина випробовуваного зразка повинна бути рівна товщині сталевого 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 падаючим вантажем або пневмомолотком.

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	$0{,}8\ t_s \le\ t_r \le 1{,}5\ t_s$	$W_s \le W_r \le 2W_s$
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 Термопари установлюються з кроком 50мм на лінії продовження надрізу випробовуваного зразка.

3.20.6.6.3 Якщо прогнозується ухилення крихкої тріщини від передбачуваного напрямку, термопари 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 ÷ 0,35°С/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 ÷ 60Дж 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 направленні товщини листа.

Якщо поверхня тріщини ухиляється 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:

$$K_{ca} = \sigma \cdot \sqrt{(\pi \cdot a)} \cdot \sqrt{\{2 \cdot W_s \cdot \tan[\pi \cdot a/(2 \cdot W_s)]\}} \qquad (3.20.6.8.3)$$

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 ±100мм, повинні перебувати в межах ±3°С від відповідного значення термопари 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.

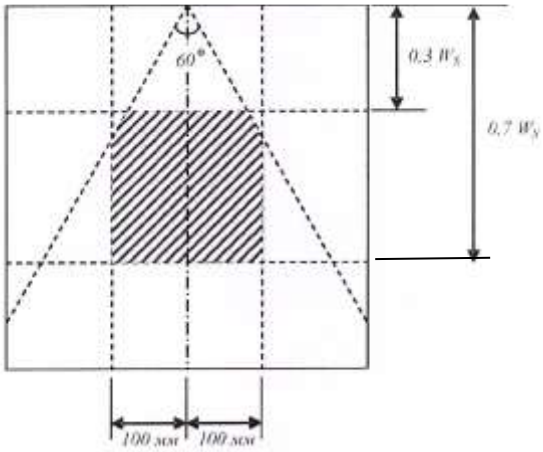


Рис. 3.20.6.9.2.1. Необхідні умови розташування точки гальмування крихкої тріщини

4. МІДЬ І СПЛАВИ НА ОСНОВІ МІДІ

4.1 НАПІВФАБРИКАТИ ІЗ МІДІ І СПЛАВІВ НА ОСНОВІ МІДІ

4.1 Труби з міді та мідних сплавів

4.1.1 Загальні вимоги

4.1.1.1 Вимоги підрозділу **4.1** застосовуються до труб з міді та мідних сплавів, що використовуються в деталях суднових машин і трубопроводів, виготовлених під наглядом Регістру.

4.1.1.2 Вимоги підрозділу **4.1** застосовуються до міді, дезоксидованої фосфором, алюмінієвої латуні та мідно-нікелевих сплавів.

4.1.1.3 Труби повинні відповідати відповідним стандартам, наприклад ДСТУ EN 12449, ДСТУ EN 1057, ДСТУ EN 12451, а також вимогам цих Правил. Визнання інших стандартів або специфікацій матеріалів повинно бути спеціально узгоджене з Регістром.

4.1.1.4 Використання матеріалів, що відрізняються за хімічним складом, механічними властивостями або станом постачання від матеріалів, перелічених вище, повинно бути предметом спеціального узгодження із Регістром.

4.1.2 Виробництво

4.1.2.1 Труби для трубопровідних систем суден класу I та класу II повинні виготовлятися на заводах, які визнані Регістром.

4.1.2.2 Труби для трубопровідних систем суден класу I та класу II повинні бути безшовними. Труби для трубопровідних систем суден класу III можуть бути безшовними або зварними.

4.1.3 Хімічний склад

4.1.3.1 Хімічний склад труб з міді та мідних сплавів повинен відповідати вимогам відповідних стандартів або специфікацій матеріалів, узгоджених з Регістром.

4.1.3.2 Граничні значення хімічного складу основних елементів у трубах з міді та мідних сплавів повинні відповідати вимогам, наведеним у таблиці 4.1.3.2.

Таблиця 4.1.3.2 **Граничні значення хімічного складу основних елементів у трубах з міді та мідних сплавів**[1]

Позначення	Cu	Al	As	Fe	Mn	Ni	P	Pb	Zn
Cu-DPN copper	99,9[2] мін.	-	-	-	-	-	0,015÷0,040	-	-
CuZn20Al2As aluminium brass	76÷79	1,8÷2,3	0,02÷0,06	0,07 макс.	0,10 макс.	0,10 макс.	0,01 макс.	0,02 макс.	решта
CuNi10Fe1Mn copper-nikel alloy[3]	решта	-	-	1,0÷2,0	0,5÷1,5	9÷11	0,02 макс.	0,02 макс.	0,5 макс.
CuNi30Mn1Fe copper-nikel alloy[3]	решта	-	-	0,4÷1,0	0,5÷1,5	30÷32	0,02 макс.	0,02 макс.	0,5 макс.

[1]Склад у відсотках за масою, якщо не вказано як діапазон або мінімум/
[2]Включно з Ag до макс. 0,015%/
[3]Якщо продукт призначений для подальшого зварювання, як зазначено покупцем, застосовуються такі максимальні обмеження: Zn ≤ 0,05%, P ≤ 0,02%, S ≤ 0,02%, C ≤ 0,05%.

4.1.4 Умови постачання

Мідні труби повинні поставлятися в відпаленому або напівтвердому стані. Труби з мідних сплавів повинні поставлятися в відпаленому стані.

4.1.5 Механічні властивості

4.1.5.1 Механічні властивості визначаються за допомогою випробування на розтягнення відповідно до відповідних стандартів на випробувальних зразках, взятих з випробувальних зразків згідно з цими стандартами.

4.1.5.2 Механічні властивості повинні відповідати вимогам визнаних стандартів та значенням, наведеним у таблиці 4.1.5.2.

Таблиця 4.1.5.2 **Механічні властивості труб з міді та мідних сплавів**

Позначення	Стан постачання	*Rm,* МПа мін.	$R_{p0,2}$, МПа мін.	*A,* % мін.
Cu-DPN copper	відпалений	200	100	40
	середньої твердості	250	150	20
CuZn20Al2As aluminium brass	відпалений	330	120	35
CuNi10Fe1Mn copper-nikel alloy[3]	відпалений	290	100	30
CuNi30Mn1Fe copper-nikel alloy[3]	відпалений	360	120	30

4.1.6 Випробування

Труби повинні подаватися на випробування партіями. Розмір партії та обсяг випробувань повинні відповідати вимогам визнаних стандартів або специфікацій матеріалів, узгоджених з Регістром.

4.1.7 Перевірка якості поверхні та якості виконання робіт

Перевірка поверхні та розмірів готової продукції є відповідальністю виробника. Прийняття труб інспектором Регістру не звільняє виробника від цієї відповідальності. Труби підлягають візуальному огляду та перевірці розмірів на відповідність вимогам відповідних стандартів.

Кожна труба повинна бути піддана вихрострумовому випробуванню або випробуванню під тиском відповідно до вимог відповідних стандартів.

4.1.8 Ремонт

Дефекти можуть бути усунені шліфуванням, за умови, що не перевищуються допуски на розміри. Ремонт зварюванням не допускається.

4.1.9 Маркування

Труби повинні бути належним чином марковані для ідентифікації виробником. Маркування труб повинно відповідати вимогам підрозділу **1.4.2**, цієї частини Правил. Тверде штампування труб не допускається.

4.1.10 Сертифікат Регістру

Для кожної прийнятої труби Регістр видає Сертифікат відповідно до вимог підрозділу **1.4**, цієї частини Правил. Крім відомостей, зазначених у підрозділі **1.4** цієї частини Правил, Сертифікат Регістру повинен містити таку інформацію:

.1 результати неруйнівних випробувань, якщо це застосовне,

.2 результати випробувань під тиском, якщо це застосовне,

.3 результати будь-яких інших випробувань, зазначених у замовленні.

4.2 ВИЛИВКИ З МІДНИХ СПЛАВІВ, КРІМ ВИЛИВКІВ ДЛЯ ГВИНТІВ

4.2.1 Загальні вимоги

4.2.1.1 Вимоги підрозділу **4.2** застосовуються до виливків з мідних сплавів, що підлягають інспекції виробництва Регістру, призначених для обладнання, машин і трубопровідних систем.

4.2.1.2 Вимоги підрозділу **4.2** не застосовуються до виливків з мідних сплавів для гвинтів.

4.2.1.3 Вимоги підрозділу **4.2** застосовуються до латуні, бронзи та мідно-нікелевих сплавів.

4.2.1.4 Виливки з мідних сплавів повинні відповідати визнаним стандартам, наприклад ДСТУ EN 1982, та вимогам цих Правил. Визнання інших стандартів або специфікацій матеріалів має бути спеціально розглянуто Регістром.

4.2.1.5 Використання матеріалів, що відрізняються за хімічним складом, механічними властивостями або станом постачання від зазначених вище, підлягає спеціальному розгляду Регістром з урахуванням призначення матеріалу.

4.2.2 Виробництво

4.2.2.1 Усі виливки повинні виготовлятися на ливарних заводах, визнаними Регістром.

4.2.2.2 Плавлення повинно здійснюватися за допомогою індукційного плавлення або в газових чи масляних печах з тиглом або будь-яким іншим способом, погодженим з Регістром.

4.2.2.3 Порожнина форми повинна заповнюватися ламінарним потоком металу. Система ливників, підйомників і формування повинна відповідати належній практиці ливарного виробництва.

4.2.3 Хімічний склад

4.2.3.1 Хімічний склад кожного ковша повинен відповідати вимогам відповідних стандартів або специфікацій матеріалів, узгоджених з Регістром.

4.2.3.2 Якщо виливки виготовляються з легованих злитків, можна прийняти хімічний склад на основі сертифіката інспекції. Якщо до розплаву додаються будь-які ливарні відходи, інспектор Регістру може вимагати додаткового хімічного аналізу. Для деталей машин, які безпосередньо контактують з морською водою, рекомендуються такі мідні сплави:

CuSN11P-C, CuSN11Pb-C, CuSN6Zn4Pb2-C, CuSN5Zn5Pb5-C, CuZn35Mn2Al1Fe1-C, CuZn34Mn3Al2Fe1-C, CuZn16Si4-C, CuAl10Ni3Fe2-C, CuZn39Pb1AlB-C, CuAl10Fe2-C CuAl10Fe5Ni5-C, CuZn25Al5Mn4Fe3-C, CuNi10Fe1Mn1-C, CuNi30Fe1Mn1-C.

4.2.3.3 Елементи, позначені в специфікаціях як залишкові, не повинні навмисно додаватися до розплаву. Вміст таких елементів повинен бути вказаний у хімічному складі.

4.2.4 Умови постачання

4.2.4.1 Якщо виливки постачаються в термічно обробленому стані, термічна обробка повинна проводитися в належним чином сконструйованій печі, яка має відповідні засоби для регулювання температури і оснащена пірометрами з функцією запису. Розміри печі повинні бути такими, щоб уся завантаження печі могла рівномірно нагріватися до необхідної температури.

4.2.4.2 До завантаження печі повинні бути підключені достатні термопари для вимірювання та реєстрації рівномірності температури в печі.

4.2.4.3 Ливарний завод повинен вести облік термічної обробки. Облік повинен містити щонайменше ідентифікацію використовуваної печі, завантаження печі, дату, температуру витримки та час. Облік повинен бути представлений Регістру на запит.

4.2.4.4 Якщо виливка піддається локальному повторному нагріванню або виправленню, Регістр може вимагати проведення термічної обробки для зняття напруги.

4.2.5 Механічні випробування

4.2.5.1 Виливки повинні подаватися на випробування партіями. Розмір партії та обсяг випробувань повинні відповідати вимогам відповідних стандартів або специфікацій матеріалів, узгоджених з Регістром. З партії має бути відібрано принаймні один комплект зразків для механічних випробувань.

4.2.5.2 У разі декількох виливків, вилитих з одного ковша, має бути відібрано принаймні один комплект зразків для механічних випробувань, що представляють усі виливки з цього ковша.

4.2.5.3 Якщо виливки виготовляються з двох або більше ківшів, один комплект зразків для механічних випробувань має бути вилитий з кожного ковша, якщо метал у ківші не походить з одного і того ж нагріву.

4.2.5.4 Випробувальні зразки, з яких беруться випробувальні зразки, повинні бути окремо відлиті у форми з системою ливників, що забезпечують ламінарний потік у порожнину форми. Випробувальні зразки повинні бути відлиті за тими ж технологіями, що і виливки, які вони представляють.

4.2.5.5 Для відцентрових виливків кілець і втулок матеріал для випробування повинен бути взятий з кінців виливки.

4.2.5.6 Всі зразки для випробування повинні бути належним чином марковані для ідентифікації виливок, які вони представляють.

4.2.5.7 Підготовка зразків для випробування та процедури механічних випробувань повинні відповідати вимогам розділу 2 цієї частини Правил.

4.2.6 Механічні властивості

4.2.6.1 Механічні властивості визначаються за допомогою випробування на розтягнення відповідно до розділу 2 цієї частини Правил на випробувальних зразках, підготовлених з випробувальних зразків, взятих відповідно до **4.2.5**.

4.2.6.2 Механічні властивості повинні відповідати вимогам відповідних стандартів або специфікацій матеріалів, узгоджених з Регістром.

4.2.6.3 Якщо результати механічних випробувань не відповідають вимогам відповідних стандартів або специфікацій матеріалів, узгоджених з Регістром, повторні випробування повинні проводитися відповідно до вимог підрозділу **2** цієї частини Правил.

4.2.7 Перевірка якості поверхні та якості роботи

4.2.7.1 Всі готові виливки повинні бути візуально оглянуті на доступних поверхнях. Поверхні повинні бути очищені та належним чином підготовлені для огляду. Поверхні не повинні бути оббиті, шліфовані або оброблені будь-яким чином, що може приховати дефекти.

4.2.7.2 Перед прийняттям виливки повинні бути представлені інспектору Регістру для візуального огляду. Інспектор Регістру може вимагати протравлення ділянок з метою дослідження зварних з'єднань.

4.2.7.3 При візуальному огляді виливки не повинні мати прилиплого піску, окалини, тріщин, гарячих розривів або інших дефектів, що можуть зашкодити їх призначенню.

4.2.7.4 Якщо між покупцем і виробником не домовлено інше, перевірка розмірів є відповідальністю виробника.

4.2.7.5 Для арматури та інших компонентів, які працюють під тиском (наприклад, виробив для трубопроводної арматури I та II класів) необхідний капілярний контроль у присутні інспектора Регістру. Якщо не погоджено інше, критерії приймання, що застосовуються, повинні відповідати вимогам таблиці 4.2.7.5, або еквівалентним.

Таблиця 4.2.7.5 **Критерії приймання візуального та поверхневого неруйнівного контролю арматури та компонентів, що працюють під тиском**

Тип дефекту	Критерії прийнятності для візуального та поверхневого неруйнівного контролю*
Лінійні дефекти	Не допускається
Пористість	Діаметр окремих пор не перевищує 3мм, а сумарний діаметр всіх пор на площі 70х70 мм не перевищує 24мм
Примітка: * Інспекція повинна проводитися відповідно до процедури, схваленої Регістром.	

4.2.7.6 Якщо необхідні капілярні випробування, вони повинні проводитися, коли поверхня знаходиться в остаточному стані. Капілярні випробування повинні проводитися в присутності інспектора PRS відповідно до вимог ДСТУ-EN ISO 3452-1 або ASTM E165-02.

4.2.7.7 Ливарний завод повинен вести записи про перевірки, які можна відстежити для кожного виливка. Записи повинні бути представлені інспектору Регістру на його запит. Ливарний завод повинен надати інспектору звіт про неруйнівні випробування, що підтверджує, що випробування були проведені з задовільними результатами.

4.2.8 Виправлення дефектних виливків

4.2.8.1 Дефекти можна усунути шляхом зачищення, фрезерування або шліфування. Після зачищення або фрезерування завжди слід проводити шліфування. Отримані канавки повинні мати радіус приблизно втричі більший за глибину канавки, і повинні плавно переходити в навколишню поверхню, щоб уникнути гострих контурів. Відремонтовану ділянку слід піддати капілярному контролю.

4.2.8.2 Якщо з Регістром домовлено про ремонт зварюванням, виїмки повинні мати відповідну форму, щоб забезпечити хороший доступ для зварювання.

4.2.8.3 Усі ремонтні роботи зварюванням повинні виконуватися виробником, визнаним Регістром, відповідно до процедур зварювання, схвалених Регістром. Зварювальні матеріали повинні бути придатними для використовуваних основних матеріалів.

4.2.8.4 Зварні ремонти та прилеглі матеріали повинні бути відшліфовані до гладкості. Всі зварні ремонти повинні бути піддані неруйнівним випробуванням.

4.2.8.5 Виготовлювач повинен вести записи про зварювання та подальшу термічну обробку для кожного відремонтованого виливка. Записи повинні бути представлені інспектору Регістру на запит.

4.2.9 Маркування

4.2.9.1 Виробник повинен прийняти систему ідентифікації, яка дозволить відстежити всі готові виливки до оригінального ковша металу. Інспектор Регістру повинен мати всі можливості для такого відстеження виливків, коли це необхідно.

4.2.9.2 Виливки повинні бути марковані відповідно до підрозділу 1.4 цієї частини Правил. Крім того, маркування повинно містити результати випробувань під тиском, включаючи випробувальний тиск.

4.2.10 Сертифікат Регістру

Для прийнятих виливків Регістр видає Сертифікат Регістру відповідно до вимог підрозділу **1.4.3.2** цієї частини Правил. Окрім відомостей, зазначених у підрозділі **1.4** цієї частини правил, Сертифікат Регістру повинен містити таку інформацію:

.**1** ідентифікаційний номер виливки,

.**2** деталі термічної обробки, включаючи температури та час витримки,

.3 результати неруйнівних випробувань, якщо це застосовне,

.**4** результати випробувань під тиском, якщо це застосовне,

.**5** результати будь-яких додаткових випробувань, якщо це застосовне.

4.3 ВИЛИВКИ ГРЕБНИХ ГВИНТІВ

4.3.1 Загальні вимоги.

4.3.1.1 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.

4.3.1.2 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 ківшів.

4.3.1.3 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.

4.3.1.4 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.

4.3.1.5 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.

4.3.1.6 Для зняття залишкових напружень може бути виконана термообробка виливків. Специфікація, що містить дані про режими термообробки, повинна представлятися у Регістр для схвалення (див. табл. 4.3.8.5-1 і 4.3.8.5-2).

4.3.2 Хімічний склад і структурні характеристики.

4.3.2.1 Хімічний склад типових стандартних сплавів на основі міді, які звичайно використовуються для виливків гребних гвинтів, повинний відповідати вимогам табл. 4.3.2.1.

Примітка: Основними складовими мікроструктури в сплавах на основі міді категорій CU1 и 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 виготовлювачем. 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×% Sn; 5×% Al; –0,5×% Mn; –0,1×% Fe; –2,3×% 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. 4.3.2.1, можуть бути допущені до застосування на підставі національних або міжнародних стандартів, застосування яких погоджено із Регістром.

Таблиця 4.3.2.1

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	max 0,15	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 0,5
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								

4.3.3 Механічні властивості.

Механічні властивості типових стандартних сплавів при випробуваннях зразків, виготовлених із окремо відлитих проб, повинні відповідати вимогам табл. 4.3.3.

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. 4.3.3, можуть бути допущені до застосування після їх схвалення Регістром відповідно до **1.3.1.4**.

Таблиця 4.3.3. **Механічні властивості сплавів на основі міді для гребних гвинтів (окремо відліті 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

4.3.4 Добір проб.

Окремо відліті проби для визначення механічних властивостей сплавів повинні добиратися від кожного ковша і мати розміри відповідно до рис. 4.3.4.

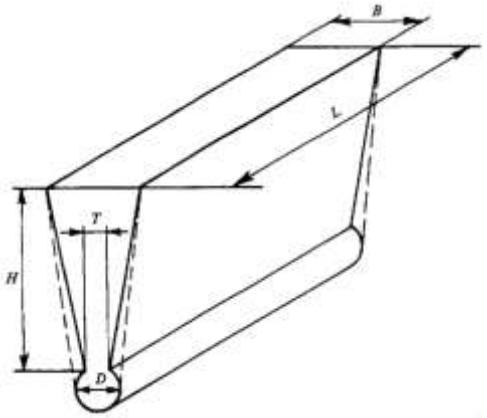


Рис.4.3.4 Окремо відлита проба для випробувань з розмірами, мм: H=100,B=50,L>150,T=15,D=25

Допускається виготовлення проб відповідно до визнаних Регістром стандартів.

Контрольні випробування, вказані у **4.3.1.3**, при визнанні ливарного виробництва можуть проводитися на зразках, виготовлених із окремо відлитих проб, і зразках із прилитого металу або металу виливки.

4.3.5 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. **4.3.4**).

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 0,5*R* і 0,6*R* (*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 **4.3.2.1**.

4.3.6 Зони контролю (ремонтні зони).

4.3.6.1 Із метою визначення критеріїв оцінки дефектів гребних гвинтів і для зниження небезпеки виникнення тріщин від утоми після ремонту поверхня лопаті гвинта розділяється на три зони: A, B і C (див. рис. 4.3.6.2-1 і рис. 4.3.6.3).

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. 4.3.6.1).

4.3.6.2 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. 4.3.6.2-1 (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. 4.3.6.2-2, а також фланець і поверхню галтелі знімних лопатей ГРК і ГФК відповідно до рис. 4.3.6.2-3.

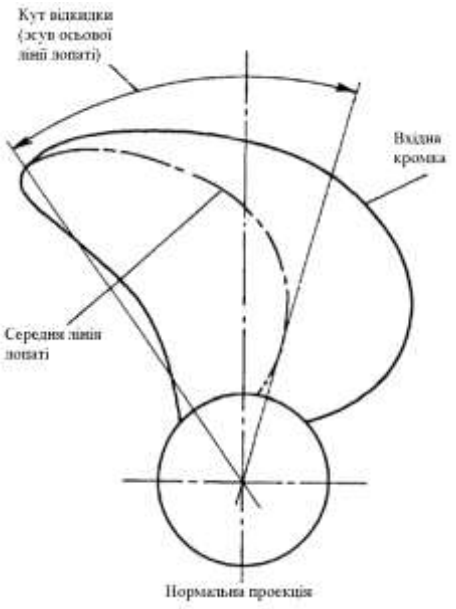


Рис. 4.3.6.1. Визначення кута відкидки

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. 4.3.6.2-1.

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. 4.3.6.2-1. До зони С також відноситься вся поверхня маточини, крім поверхні зони А.

4.3.6.3 Ремонтні зони для лопатей гребних гвинтів з великою відкидкою (шаблеподібних гвинтів).

Зона А – частина поверхні нагнітальної і засмоктувальної сторін лопаті відповідно до рис. 4.3.6.3.

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. 4.3.6.3.

Зона В включає поверхні лопаті, що не увійшли в зону А.

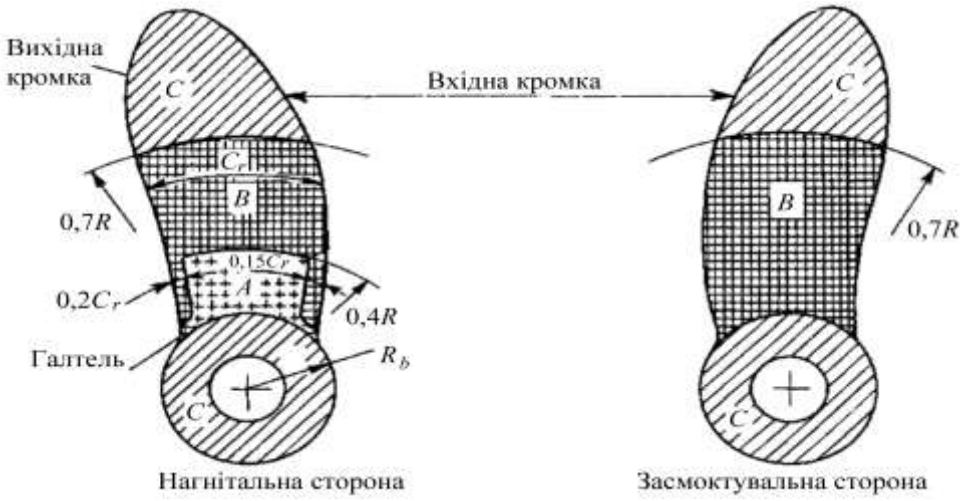


Рис. 4.3.6.2-1. Зони контролю для гребних гвинтів цільнолитої конструкції із малою відкидкою лопатей,
де R – радіус гвинта, C_r – довжина хорди при будь-якому радіусі

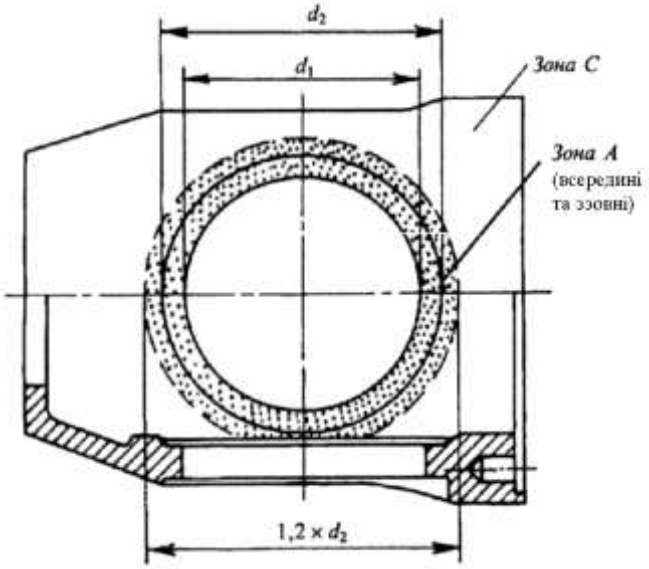


Рис. 4.3.6.2-2. Зони контролю для маточини гвинтів регульованого кроку

4.3.6.4 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.

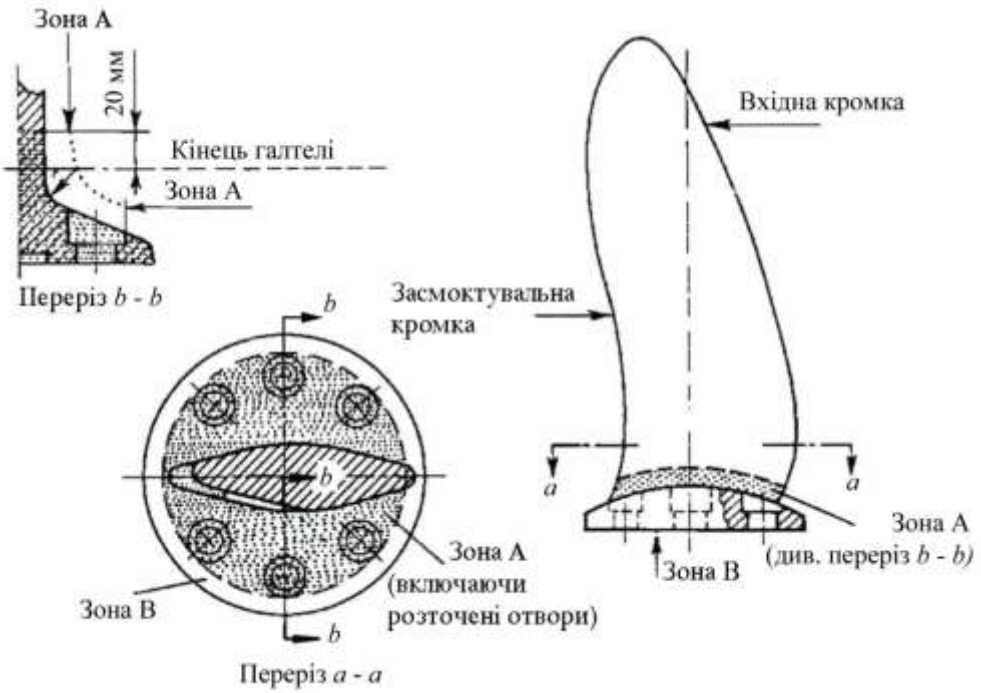


Рис. 4.3.6.2-3. Зони контролю для лопатей гвинтів регульованого кроку і гвинтів зі знімними лопатями

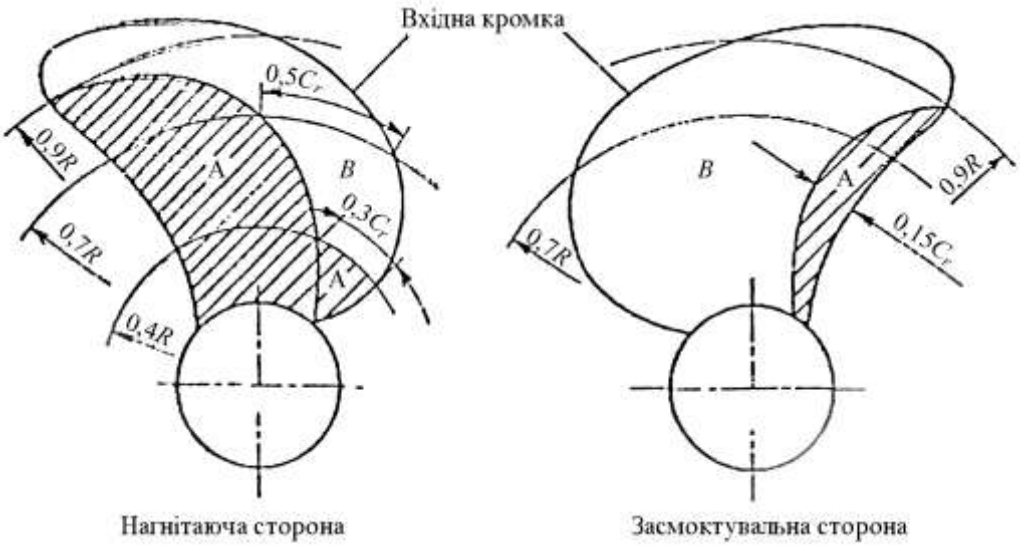


Рис. 4.3.6.3. Зони контролю в лопатях з відкидкою більше 25°

4.3.7 Огляд.

4.3.7.1 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 **4.3.8**, 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.

4.3.7.2 Розміри, допуски на розміри і геометрію виливків повинні задовольняти вимогам схвалених Регістром креслень і документації на замовлення. Вказані документи і результати проведених виготовлювачем 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 виготовлювачем. 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.

4.3.7.3 Неруйнівний контроль.

4.3.7.3.1 Капілярний контроль.

Найбільш навантажені зони А (див.**4.3.6**) повинні піддаватися капілярному контролю в присутності представника Регістру. Для зон В і С капілярна дефектоскопія виконується виготовлювачем 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 несуцільностей у матеріалі, що виявляється не раніше ніж через 10хв після застосування капілярного дефектоскопічного матеріалу. Тип індикаторного сліду визначається відповідно до рис. 4.3.7.3.1.

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. 4.3.7.3.1.

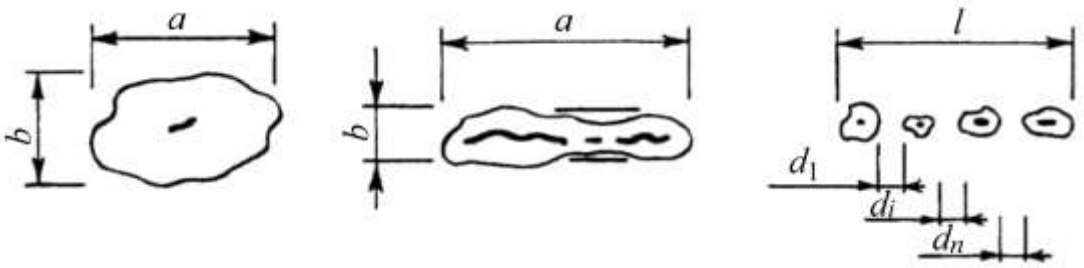
Ділянки, підготовлені під зварювання, незалежно від їх розташування, завжди повинні оцінюватися по зоні А. Це також поширюється і на ремонт зварюванням, яке проводять після остаточної механічної обробки і/або шліфування гвинта.

4.3.7.3.2 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 виготовлювача 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 Со 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.



1. $a/b < 3$ 2. $a/b \geq 3$ 3. $0 < d_i \leq 2$ мм

Рис. 4.3.7.3.1. Тип індикаторного сліду: 1 – круглий; 2 – лінійний: 3 – рядний

Таблиця 4.3.7.3.1. **Допустима кількість і розмір індикаторних слідів на одиничній контрольованій площадці розміром 100см^2 в залежності від зони контролю**

Зона контролю	Загальна кількість індикаторних слідів, max	Тип індикаторного сліду	Кількість індикаторних слідів кожного типу, max	Розмір *a* або *l*
A	7	круглий	5	4
		лінійний	2	3
		рядний	2	3
B	14	круглий	10	6
		лінійний	4	6
		рядний	4	6
C	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

4.3.8 Виправлення дефектів.

4.3.8.1 Несуцільності поверхні, які викликають індикаторні сліди при застосуванні капілярного методу контролю і не задовольняють вимог табл. 4.3.7.3.1, 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.

Заварювання ділянок площею менше 5см^2 необхідно уникати.

4.3.8.2 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**.**

4.3.8.3 Виправлення дефектів у зоні В.

Дефекти, глибина яких не перевищує $dB = t/40$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.

4.3.8.4 Виправлення дефектів у зоні С.

Як правило, у зоні С заварювання дефектів допускається.

4.3.8.5 Ремонтне зварювання.

4.3.8.5.1 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. 4.3.8.5.1-1, 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 виготовлювачем 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 **4.3.8** 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. 4.3.8.5.1-1. 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°С або підданий відпалу в інтервалі температур 650–800°С в залежності від обсягу виконаного ремонту (див. табл. 4.3.8.5.1-1);

- 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 аргонодугового 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. 4.3.8.5.1-2. Швидкість охолодження при цьому не повинна перевищувати 50°С/год до досягнення температури 200°С.

Таблиця 4.3.8.5.1-1. **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	A1 бронза	50	250	450–500	700–900
	Ni-A1 бронза[2]	50	250	450–500	700–900
	Mn-A1 бронза	50	250	450–500	700–900
CU4	Mn-A1 бронза	100	300	450–600	700–850

[1] Допускається для Ni-A1 і Mn-A1 бронзи.
[2] Зняття напружень не потрібне

4.3.8.6 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. 4.3.8.5.1-1; нагрівання повинне здійснюватися повільно і рівномірно.

Таблиця 4.3.8.5.1-2. **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
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 4.3.8.5.1-3. **Тимчасовий опір розриву зварного з'єднання сплавів на основі міді**

Тип сплаву	**Тимчасовий опір, МПа**
CU1	370
CU2	410
CU3	500
CU4	550

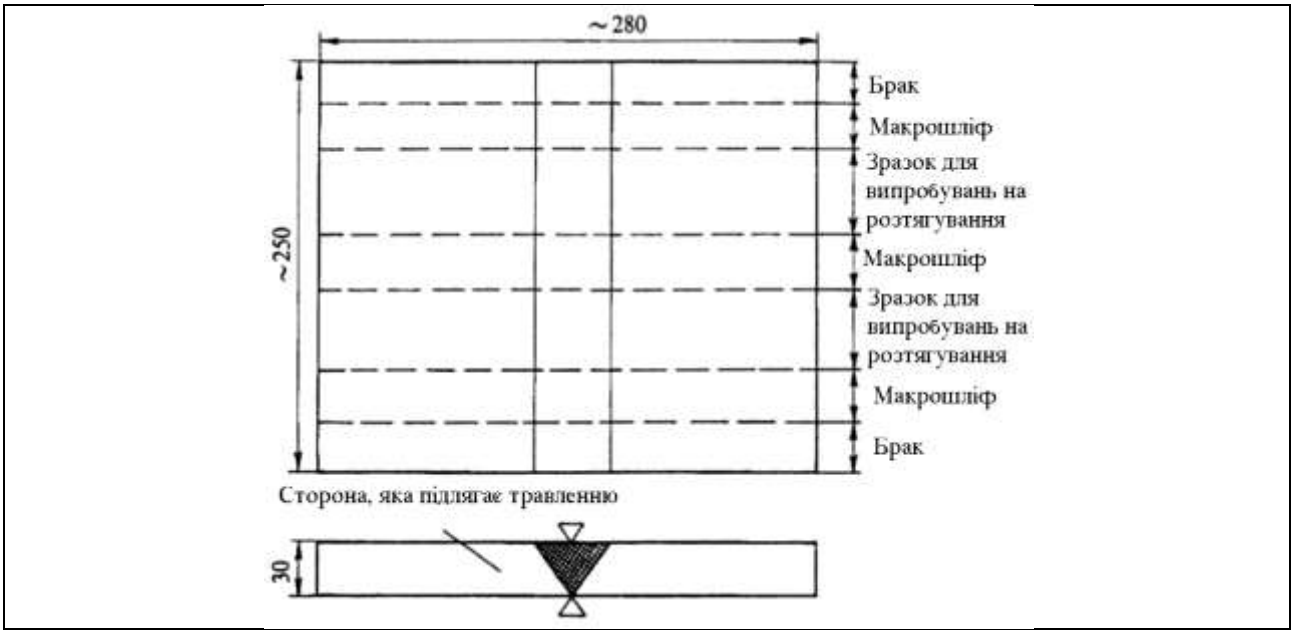


Рис. 4.3.8.5.1-1

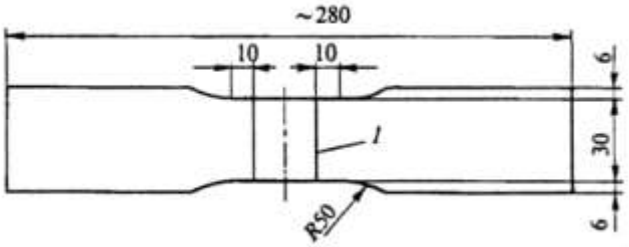


Рис. 4.3.8.5.1-2. Зразок для випробування на розтягування: 1 – край шва

Концентроване полум'я, таке як, наприклад, кисневоацетиленове і кисневопропанове, не повинне застосовуватися.

Холодна правка може використовуватися тільки для дрібного ремонту кромок. Після холодної правки сплавів CU1 і CU2, а також CU4 завжди повинна проводитися термообробка для зняття напружень відповідно до вимог табл. 4.3.8.5.1-1.

4.3.9. Ідентифікація і маркування.

4.3.9.1 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 здійснені нагляду повинне бути представлене підтвердження наявності такої системи на підприємстві.

4.3.9.2 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.

4.3.9.3 Сертифікат підприємства виготовлювача, який представляється представнику Регістру, повинний містити наступні дані:

- найменування замовника і номер замовлення;

- номер проєкту 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 газовозів 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 підприємства виготовлювача злитків, слябів або заготовок із указуванням виготовлювача, 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: O/H111/H112/H116/H321;

.2 пресований профіль (профіль суцільний, профіль порожнистий, панель, кутовий профіль, пруток тощо): 5083, 5383, 5059, 5086;

- стан постачання: O/H111/H112;

- 6005A, 6061, 6082;

- стан постачання: T5, T6;

Сплави 6005A, 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, який визначається для кожної плавки, 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.

Таблиця 5.1.2. **Хімічний склад**

Категорія	A1, %	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
5456	основа	≤0,25	≤0,40	≤0,10	0,5–1,0	4,7–5,5	0,05–0,20	≤0,25	≤0,20
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

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
5456	≤0,05	≤0,15	–
6005A	≤0,05	≤0,15	0,12≤Mn + Cr≤0,50
6061	≤0,05	≤0,15	–
6082	≤0,05	≤0,15	–

[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.

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	
					$A_{50мм}$	A_{5d}
5083	O/H111	125	275–350	$3 \le t \le 50$	16	14
	H112	125	275		12	10
	H116	215	305		10	10
	H321	215-295	305-385		12	10
5383	O/H111	145	290	$3 \le t \le 50$		17
	H116	220	305		10	10
	H321	220	305		10	10
5059	O/H111	160	330	$3 \le t \le 50$	24	24
	H116	270	370	$3 \le t \le 20$	10	10
		260	360	$20 < t \le 50$	10	10
	H321	270	370	$3 \le t \le 20$	10	10
		260	360	$20 < t \le 50$	10	10
5086	O/H111	95	240 - 305	$3 \le t \le 50$	16	14
	H112	125	250	$3 \le t \le 12,5$	8	
		105	240	$12,5 < t \le 50$		9
	H116	195	275	$3 \le t \le 50$	10 [2]	9
5754	O/H111	80	275	$3 \le t \le 50$	18	17

Категорія	Стан постачання	Границя плинності, $R_{p0,2}$, min, МПа [3]	Тимчасовий опір, min, R_m, МПа [3]	Товщина t, мм	Відносне подовження, %, min	
					$A_{50мм}$	A_{5d}
5456	O/H111	130 - 205 125 - 205	290 - 365 285 - 360	$3 \le t \le 6,3$ $6,3 < t \le 50$	16 16	 14
	H116	230 215 200	315 305 285	$3 \le t \le 30$ $30 < t \le 40$ $40 < t \le 50$	10	10 10 10
	H321	230 - 315 215 - 305 200 - 295	315 - 405 305 - 385 285 - 370	$3 \le t \le 12,5$ $12,5 < t \le 40$ $40 < t \le 50$	12	 10 10
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 О і Н111 – одинакові. 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 ⅓ до ½ 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	
					$A_{50мм}$	A_{5d}
5083	O H111 H112	110 165 110	270 - 350 275 270	$3 \le t \le 50$	14 12 12	14 10 10
5383	O H111 H112	145 145 190	290 290 310	$3 \le t \le 50$	17 17	17 10 10
5059	H112	200	330	$3 \le t \le 50$	–	10
5086	O H111 H112	95 145 95	240 - 315 250 240	$3 \le t \le 50$	14 12 12	14 9
6005A	T5	215	260	$3 \le t \le 50$	9	–
	T6	215 210	260 250	$3 \le t \le 10$ $10 < t \le 50$	8 8	14 10
6061	T6	240	260	$3 \le t \le 50$	10	8
6082	T5	230	270	$3 \le t \le 50$	8	10
	T6	250 260	290 310	$3 \le t \le 5$ $5 < t \le 50$	6 10	 10
Примітка. Наведене у таблиці прийнятне, як для поздовжніх, так і поперечних зразків						

5.1.4 Стан постачання.

Стан постачання указується у відповідності із ДСТУ EN 485:2022 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 485:2022, так і у відповідності із діючими національними стандартами.

Примітка. ДСТУ EN 485-1:2022 (EN 485-1:2016, IDT) Алюміній та алюмінієві сплави. Листи, стрічки та плити. Частина 1. Технічні умови для контролю та постачання.

Параметри термічної і термохімічної обробки, які забезпечують властивості сплавів, установлюються

виготовлювачем напівфабрикатів.

Стан постачання вказується у сертифікаті підприємства виготовлювача напівфабрикату.

5.1.5 Добір проб.

Проби для визначення механічних властивостей повинні добиратися так, щоб було забезпечене 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;

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.

Виготовлювач повинний провести макродослідження і виконати випробування на роздавання, які підтверджують відсутність непроварів 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 непроварювання.

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).

Виготовлювач при первісному огляді підприємства, проведеному для його визнання, повинний представити дані щодо установленої 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 пітінгу рівня, як мінімум, PB, якщо оцінка здійснювалася у відповідності із ASTM G66 (ASSET). Також повинні бути результати випробувань на міжкристалітну корозію із утратою маси не більше 15 мг/см^2 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 виготовлювачем 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. (відповідно положень ASTM B928, розділ 9.6.1). У випадку, якщо сітка виділень Al-Mg по границях зерен на випробовуваному металі перевищує відповідну сітку металу, випробуваного 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 пітінгової корозії рівня, як мінімум PB, 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-виготовлювачі 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 покладається на виготовлювача матеріалу.

Таблиця 5.1.9. **Граничні мінусові відхилення товщини прокату**

Номінальна товщина *t*, мм	**Граничні відхилення в залежності від ширини прокату, мм**		
	S ≤ 1500	1500 < S ≤ 2000	2000 <S≤ 3500
3 ≤ *t* ≤ 4	0,10	0,15	0,15
4 < *t* ≤ 8	0,20	0,20	0,25
8 < *t* ≤ 12	0,25	0,25	0,25
12 < *t* ≤ 20	0,35	0,40	0,50
20 < *t* ≤ 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 виготовлювача і клеймо Регістру.

Маркування, як мінімум, повинне містити:

- найменування і/або позначення підприємства-виготовлювача;

- 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 підприємства виготовлювача і сертифікатом 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 сертифікату підприємства виготовлювача повинні бути результати хімічного аналізу і механічних та корозійних (якщо проводилися) випробувань.

Результати вказаних випробувань повинні підтвердити відповідність матеріалу вимогам Регістру.

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 судновому 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, %	НВ
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-виготовлювачем і вказується у сертифікаті підприємства виготовлювача матеріалу. .

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 суднових 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 – виготовлювачами і під технічним наглядом Регістру.

Представнику Регістру, що здійснює технічний нагляд у виготовлювача напівфабрикатів «алюміній – сталь», який не має металургійного виробництва усіх складових композиційного

матеріалу, повинні надаватися сертифікати підприємства виготовлювача складових композиційного матеріалу. Постачальники 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 - виготовлювачами 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 виготовлювачем 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 виготівлювачем 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 виготовлювачем 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 постачальник матеріалів, один розмір, один стан постачання) до випробування надаються 2 напівфабрикати від партії.

Контроль зовнішнім оглядом і контроль ультразвуковим методом для визначення зони несуцільності 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 постачальника. 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 несуцільності 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 виготовлювача, 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	3*t*
Випробування алюмінієвого шару на стиснення	90	3*t*
Бічне згинання	90	6*t*
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.

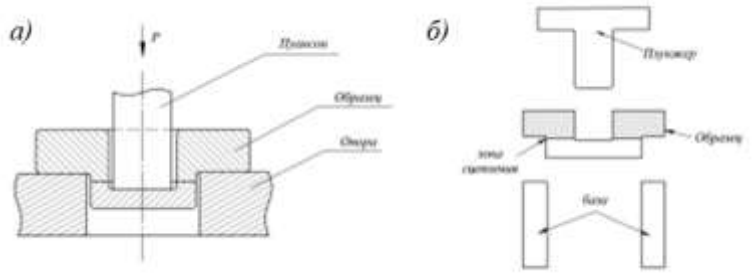


Рис. 5.3.5.3.2-1. Схеми випробувань на відрив а) або б)

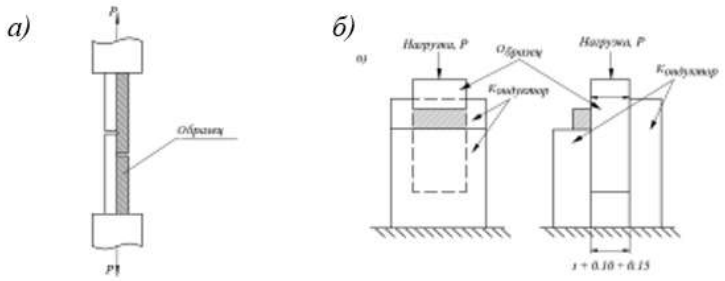


Рис. 5.3.5.3.2-2. Схеми випробувань на зріз а) або б)

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 сталевого шарів напівфабрикатів «алюміній – сталь».

Виготовлювач повинен надати фотографії поверхні розділу шарів композиційного матеріалу зі збільшенням x (10 ÷ 20) і x 100.

Мікроаналіз структури повинен бути виконаний на шліфах, вирізаних із зразків, які призначені для механічних випробувань.

5.3.6 Огляд.

5.3.6.1 Контроль поверхні підлягають усі поверхні напівфабрикатів «алюміній – сталь». Відсутність дефектів, недопустимих згідно з погодженою із Регістром документацією на постачання, гарантується виготовлювачем, відповідний запис робиться в сертифікаті 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 сталевого і алюмінієвого шарів напівфабрикатів «алюміній – сталь» за допомогою зварювання не допускається.

Відповідальність за якість контролю і підтримання необхідних допусків несе підприємство - виготовлювач.

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 виготовлювача і клеймо Регістру.

Маркування, як мінімум, повинне містити:

- найменування і/або позначення підприємства - виготовлювача;

- 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 підприємства виготовлювача, 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 - виготовлювача і/або протоколи випробувань).

У випадку постачання матеріалів із Сертифікатами підприємства - виготовлювача, 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 суднових 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 кромок деталей під зварювання повинна відповідати національним стандартам та/або кресленням, погодженим з Регістром.

Оброблення кромок 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 сталевого шару.

5.3.9.4 Зварювальні матеріали для сталевого шару повинні відповідати вимогам **4.2** частини **XIV** «Зварювання», а для алюмінієвого шару - вимогам **4.7** частина XIV «Зварювання».

5.3.9.5 В першу чергу повинен бути зварений шов із сторони сталевого шару і в другу чергу – з сторони алюмінієвого шару.

5.3.9.6 При виконанні частини шва із сторони сталевого 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 сталевого 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 кромок сталевого шару по всій ширині обробленої кромки попередньо повинна бути виконане наплавлення високолегованими зварювальними матеріалами, які забезпечують добру змочуваність при наповненні обробленої кромки присадочними 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 дротяними 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 кромок під зварювання алюмінієвих шарів, які є частиною напівфабрикатів «алюміній – сталь», при першому проході повинне бути виконане наплавлення нелегованими зварювальними алюмінієвими матеріалами.

Наплавка алюмінію повинна бути виконана на сталевій поверхні, наплавленій легованими матеріалами (див. **5.3.9.8**), таким чином, щоб не було його змішування з металом сталевого шару.

5.3.9.12 Подальше заповнення оброблених кромок 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.

5.4 ЗВАРНІ ВЕЛИКОГАБАРИТНІ ПОЛЕГШЕНІ ПАНЕЛІ ІЗ ДЕФОРМОВАНИХ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ

5.4.1 Загальні вимоги.

5.4.1.1 Ці вимоги поширюються на зварні великогабаритні полегшені панелі (далі ЗВП-панелі) з деформованих алюмінієвих сплавів товщиною від 2 до 6мм, призначених для суднових корпусних конструкцій, надбудов і конструкцій інших морських споруд, що підлягають технічному нагляду Регістру при виготовленні.

5.4.1.2 ЗВП-панелі з деформованих алюмінієвих сплавів виготовляються шляхом з'єднання напівфабрикатів методом зварювання тертям з перемішуванням (СТП) без використання витратних зварювальних матеріалів. В якості вихідних матеріалів використовуються катані і пресовані напівфабрикати з деформованих алюмінієвих сплавів, що задовольняють вимогам **5.1**.

Постачальники вихідних матеріалів для виробництва ЗВП-панелей повинні бути визнані Регістром. Прядок визнання виготовлювача та усі процедури, необхідні для отримання підприємством СВВ і СТС викладені в частині 3 «Технічний нагляд за виготовленням матеріалів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів та виробів.

5.4.1.3 ЗВП-панелі повинні виготовлятися відповідно за погодженою із Регістром документацією. Виготовлювач ЗВП-панелей повинен бути визнаний Регістром відповідно до **1.3.1.2**.

5.4.2 Хімічний склад.

5.4.2.1 Хімічний склад і механічні властивості вихідних напівфабрикатів, які використовуються при виробництві ЗВП-панелей, повинні задовольняти вимогам **5.1** і відповідати погодженою із Регістром документацією.

5.4.3 Механічні властивості.

5.4.3.1 Міцність зварних з'єднань ЗВП-панелей повинна задовольняти вимогам табл. 5.4.3.1.

Таблиця 5.4.3.1 **Міцність зварних з'єднань ЗВП-панелей із деформованих алюмінієвих сплавів**

Вихідні матеріали		**Стан постачання вихідних напівфабрикатів**	**Коефіцієнт міцності зварного з'єднанання[1], мін**
Катані напівфабрикати	5083, 5383, 5059, 5754, 5086, 5456 5083, 5383, 5059, 5086, 5456	O/H111/H112 H116/H321 H32/H321	1 0,95 0,95
Пресовані напівфабрикати	5083, 5383, 5059, 5754, 5086, 5456 6005A, 6061, 6082	O/H111/H112 T5/T6	1 0,7

[1] визначається по формулі $\sigma_в^{зв.з}/\sigma_в^{о.м.}$, де
$\sigma_в^{зв.з}$- границя міцності зварного з'єднання,
$\sigma_в^{о.м.}$ – гарантована границя міцності основного металу.

5.4.3.2 При випробуваннях ЗВП-панелей на статичний триточковий згин на поверхні зразка не повинно бути одиничних тріщин протяжністю в будь-якому напрямку більш 3мм. При цьому тріщини на крайках зразка можуть не братися до уваги у тому випадку, якщо їх поява не була обумовлена наявністю несплавлення. Умови випробування повинні задовольняти вимогам табл. 5.4.3.2.

Таблиця 5.4.3.2 **Умови проведення випробувань на статичний триточковий згин зварних з'єднань ЗВП-панелей**

Категорія основного металу	**Діаметр оправки D[1], мм**	**Кут загину**
5754	3*t*	180°
5083, 5383, 5059, 5086, 5456, 6005A, 6061, 6082	6*t*	180°

[1] *t* - товщина зразка який випробовується, мм.

5.4.4 Добір проб.

5.4.4.1 Проби для визначення механічних властивостей повинні відбиратися таким чином, щоб поздовжня вісь зразків які виготовляються, була розташована перпендикулярно до осі зварного шва. Проби відбираються на відстані не менше 20мм від початку і кінця зварного шва.

Добір проб і виготовлення зразків для випробувань повинні проводитися способами, що не викликають зміни властивостей матеріалу внаслідок наклепу.

Кожен зразок повинен маркуватися таким чином, щоб простежувалися ідентифікація з напівфабрикатом, місце добору проби і орієнтація зразка.

5.4.4.2 З кожної проби стикового з'єднання повинні бути виготовлені і піддані випробуванням наступні види зразків:

- два плоских зразки для випробувань на одновісний розтяг;

- два зразки для випробувань на статичний вигин з розтягуванням лицьовій поверхні зварного шва;

- два зразки для випробувань на статичний вигин з розтягуванням зворотної (кореневої) поверхні зварного шва;

- один зразок у поперечному перерізі зварного шва для виявлення макроструктури.

5.4.5 Обсяг випробувань.

5.4.5.1 ЗВП-панелі з деформованих алюмінієвих сплавів повинні пред'являтися до випробувань партіями.

Партія повинна складатися з ЗВП-панелей, отриманих з використанням одного технологічного режиму з вихідних напівфабрикатів однієї категорії, типу, розміру і стану постачання.

5.4.5.2 При первинному огляді, з метою визнання Регістром відповідно до **1.3.1**, виготовлювача ЗВП-панелей, обсяг випробувань визначається, розробленою виготовлювачем ЗВП-панелей програмою, узгодженою із Регістром. Програма контрольних випробувань розробляється з метою підтвердження стабільності якості продукції.

5.4.5.3 У процесі виробництва обсяг випробувань визначається відповідно до узгодженої із Регістром документацією на поставку матеріалу або визнаним Регістром національним або міжнародним стандартом. В обох випадках обсяг випробувань, як мінімум, повинен включати випробування на статичне розтягування, статичний згин, а також проведення досліджень макроструктури поперечного перерізу зварного з'єднання.

Випробування на статичне розтягування і статичний згин проводяться при кімнатній температурі.

Випробування на статичний згин проводяться згідно **2.2.5.1**.

Дослідження макроструктури поперечного перерізу зварного з'єднання проводяться з метою виявлення внутрішніх дефектів зварного шва типу непроварів, сторонніх включень, пор, тріщин, несуцільностей.

5.4.6 Операційний контроль.

5.4.6.1 Відповідальність за виконання вимог операційного контролю лежить на виготовлювачі.

5.4.6.2 У процесі виготовлення ЗВП-панелей повинен проводитися операційний контроль, що включає:

- контроль параметрів зварювального інструменту;

- контроль стану кромок і прилеглих поверхонь, у т.ч. стану технологічної підкладки;

- контроль якості збірки заготовок які зварюються;

- контроль і запис параметрів процесу зварювання.

5.4.6.3 Контроль і запис параметрів процесу зварювання повинні включати як мінімум контроль і запис поточного часу (або координати зварного шва), частоти обертання зварювального інструменту, швидкості зварювання, осьового зусилля на зварювальний інструмент. Частота запису параметрів підлягає узгодженню із Регістром.

Записи параметрів процесу зварювання повинні фіксуватися і повинні бути пред'явлені на вимогу Регістру.

Висновок про проведеному операційному контролю повинний бути внесений у звітну документацію виготовлювача.

5.4.6.4 При невиконанні вимог **5.4.6.2** або **5.4.6.3**, або при наявності одиничних відхилень параметрів зварювання або умов збирання заготовок які зварюються (наприклад, розкриття зазору), виявлених в процесі зварювання або після зварювання, повинен бути проведений неруйнівний контроль відповідного зварного шва або його ділянки з зафіксованими відхиленнями у відповідності до вимог **5.4.7**.

5.4.7 Огляд.

5.4.7.1 Для контролю з'єднань, виконаних методом зварювання тертям з перемішуванням, з урахуванням рекомендацій ДСТУ EN ICO 17635 «Неруйнівний контроль зварних з'єднань. Загальні правила для металевих матеріалів.» або відповідних стандартів ICO чи EN, слід застосовувати наступні неруйнівні методи:

- візуальний і вимірювальний контроль (VT) для виявлення поверхневих дефектів;

- радіографічний контроль (RT) для виявлення внутрішніх дефектів;

- вихрострумневий контроль (ET) для виявлення поверхневих і підповерхневих дефектів в корені шва.

5.4.7.2 При використанні систем контролю параметрів зварювання і запису термограм процесу зварювання в реальному масштабі часу з дозвільною спроможністю не менше, ніж 1 точка/мм, допускається не проводити суцільний контроль по всій довжині шва радіографічним і вихрострумневим методами. У цьому випадку, контролю радіографічним і вихрострумневим методами, підлягають ділянки зварного шва, з зафіксованими неприпустимими відхиленнями теплового режиму і/або параметрів зварювання.

5.4.7.3 Візуальний і вимірювальний контроль.

5.4.7.3.1 Візуальний і вимірювальний контроль зварних з'єднань слід виконувати відповідно до вимог стандарту ДСТУ EN ICO 17637 або відповідних стандартів ICO чи EN чи інших визнаних Регістром стандартів.

5.4.7.3.2 Візуальному і вимірювального контролю підлягають усі виготовлені ЗВП-панелі.

5.4.7.3.3 Візуальний і вимірювальний контроль проводять з метою виявлення:

- невідповідностей форми і розмірів ЗВП-панелей вимогам технічних умов (креслень);

- неприпустимих дефектів, що виходять на поверхню шва і біля шовної зони.

5.4.7.3.4 Форма і розміри ЗВП-панелей повинні відповідати нормативній документації.

Відхилення форми і розмірів, які не вказані в нормативній документації, не повинні перевищувати допустимі відхилення вихідних катаних і пресованих напівфабрикатів, зазначених в національних і міжнародних стандартах.

5.4.7.3.5 На поверхні полотна ЗВП-панелі не допускаються:

- грат;

- тріщини, непровари в корені шва, кратери;

- дефекти, що перешкоджають кінцевому застосування продукту.

5.4.7.3.6 На поверхні полотна ЗВП-панелі допускаються незначні дефекти (такі як подряпини, ризики, у т.ч. розташовані групами, потертості, сліди від проходу зварювального інструменту), якщо їх висота або глибина залягання не виводить полотно панелі за межі допусків, передбачених для основного металу.

Допускається виправлення виявлених поверхневих дефектів шліфуванням або зачисткою за умови, що результати цих виправлення не виведуть розміри ЗВП-панелі за межі допустимих відхилень, передбачених для основного металу.

5.4.7.4 Радіографічний контроль.

5.4.7.4.1 Радіографічний контроль зварних з'єднань ЗВП-панелей проводиться для виявлення внутрішніх дефектів.

5.4.7.4.2 Радіографічний контроль слід виконувати відповідно до вимог ДСТУ EN ICO 17637 або відповідних стандартів ICO чи EN чи інших визнаних Регістром стандартів.

5.4.7.4.3 У зварних з'єднаннях ЗВП-панелей не допускаються наступні внутрішні дефекти:

- тріщини;

- непровари;

- сторонні включення, канали діаметром або шириною більше 20% від номінальної товщини зварювальних кромок і сумарною довжиною понад 120% від номінальної товщини на кожні 100мм шва.

5.4.7.4.4 За погодженням із Регістром допускається проведення ультразвукового контролю замість радіографічного, за умови затвердження Регістром методики контролю. Ультразвуковий контроль зварних з'єднань тонкостінних панелей слід проводити нормальними хвилями Лемба.

5.4.7.5 Вихрострумневий контроль.

5.4.7.5.1 Вихрострумневий контроль слід виконувати для виявлення непроварів в корені шва і підповерхневих площинних дефектів.

5.4.7.5.2 Вихрострумневий контроль слід проводити відповідно до затвердженої Регістром методикою контролю.

5.4.8 Маркування.

5.4.8.1 Кожна ЗВП-панель повинна мати чітко нанесені обумовленим способом і в обумовленому місці маркування виготовлювача і клеймо Регістру.

Маркування, як мінімум, повинно містити:

- найменування і/або позначення підприємства (виготовлювача);

- марку сплаву і стан поставки відповідно до вимог цієї глави;

-номер партії ЗВП-панелей або ідентифікаційний номер відповідно до прийнятої на підприємстві системою, що дозволяє простежити весь процес виготовлення

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 типове 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 погодженій з ним специфікації. Додатково, має бути представлене 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°С, а у внутрішніх приміщеннях судна при температурі від -10 до +70°С, 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 **1.3**.

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 типове 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-виготовлювача 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-виготовлювача, 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-виготовлювачі 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 КОМПОЗІЦІЙНІ 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 вологи в скловолокнистому армованому матеріалі не повинний перевищувати 0,2% маси матеріалу.

6.2.2.4 Скловолокнисті армуючи 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 підприємства, у якому необхідно указати:

- виготовлювача;

- 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 зберіганню, в якій повинна бути також вказана стійкість смоли до різних агресивних середовищ.

6.2.3.6 Кожна партія смоли повинна мати сертифікат підприємства, в якому необхідно вказати: виготовлювача, 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
Примітка: 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 утоку 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 озоном 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 десятьох 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 підприємства.

6.3.5 Огляд.

На поверхні шаруватих текстильних матеріалів не допускаються пошкодження, заглиблення, складки, що не розправляються, відбитки від текстильних дефектів, відшарування, плями, пузирі 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 підприємства.

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 виготовлювача. 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 мірильного свідоцтва (1969 р.);

- баластні цистерни забортної води, призначені також для приймання господарсько-побутових вод і стічних вод на пасажирських суднах при умові підтвердження виготовлювача покриття стійкості до середовища, що перевозиться, та забезпечення застосування і обслуговування покриття відповідно з рекомендаціями виготовлювача;

- баластні цистерни забортної води на суднах, призначених для перевезення худоби і відходів тваринництва, при умові підтвердження виготовлювача покриття стійкості до середовища, що перевозиться, та забезпечення застосування і обслуговування покриття відповідно з рекомендаціями виготовлювача.

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 виготовлювача.

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 ІМО MSC.244(83).

6.5.1.5 Порядок схвалення протикорозійних покриттів конструкцій корпусу викладені в розд. 2 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 судновласником, верф'ю і виготовлювачем 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 плавучі платформи, плавучі 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 олововмісних з'єднань, які діють як хімічний каталізатор (таких як одно - і двозаміщені олововмісні органічні сполуки), за умови що вони не чинять біоцидної дії. При використанні в якості каталізатора олововмісні органічні сполуки не повинна містити більше 2500мг олова на 1кг сухої фарби.

Для всіх суден з 01.01.2023 року забороняється застосування протиобростаючих покриттів, що містять цибутрин CAS № 28159-98-0 відповідно до Резолюції IMO MEPC.331(76) (див. п**. 2.1**, таблиця 2.1 Частини **VI** Правил запобігання забрудненню з суден).

6.5.2.3 Протиобростаючі покриття повинні поставляється із Свідоцтвом про типове 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, а також у випадку додавання, за бажанням судновласника, у символі основного класу судна знаку **ICE - COAT** (див. **2.2.46** частини I «Класифікація» Правил класифікації та побудови суден) без пониження величини середньорічного зменшення товщини зовнішньої обшивки корпусу внаслідок корозійного зносу та стирання. 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 Льодостійкі покриття суден льодового плавання полярних класів і які мають у символі класу знаки льодових класів **Ice4, Ice5, Ice6, IA Super, IA** повинні бути нанесені на висоту не менше 1,0м вище верхньої межі льодового поясу, і не менше 1,0м нижче нижньої межі льодового поясу.

Льодостійкі покриття криголамів всіх льодових класів повинні бути нанесені на підводній частині корпусу судна і на його борти на висоту не менше 1,0м вище верхньої межі льодового поясу.

Вищезазначені вимоги до меж нанесення льодостійкого покриття для суден льодового класу **Ice1 ÷ Ice3** можуть бути знижені до межі льодових посилень за погодженням з Регістром з урахуванням конструктивних особливостей судна.

Льодостійке покриття не потрібне у разі застосування для обшивки в районі льодових посилень двошарової сталі і встановленні відповідних засобів електрохімічного захисту від корозії.

Документація постачальника покриття повинна бути узгоджена між судновласником, верф'ю і виготовлювачем покриття та надаватися на розгляд Регістру.

При нанесенні льодостійких захисних покриттів суден льодових класів та 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 ДСТУ 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 0,05	не більше 0,08	не більше 0,05	не більше 0,08
8	Мінімальна НТСП товщина сухої плівки (правило 90/10)[1] для покриттів на епоксидній основі[2]	500мкм			

[1]Номінальна товщина сухої плівки (НТСП). Згідно з правилом 90/10 значення 90% всіх вимірів товщини повинні бути більшими або дорівнювати НТСП, і жодне з 10% решти значень вимірів товщини не повинно бути нижчим за 0,9 х НТСП.

[2]Мінімальна номінальна товщина для льодостійких покриттів не на епоксидній основі встановлюється виготовлювачем

6.5.4 Ґрунти, які не видаляються перед зварюванням.

6.5.4.1 Міжопераційними (заводськими) ґрунтами 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 міжопераційних (заводських) ґрунтів, що не видаляються перед зварюванням наведені в **2.6**.

6.5.4.3 Зварювання конструкцій, що підлягають технічному нагляду Регістру, допускається без видалення міжопераційного (заводського) ґрунту тільки в тому випадку, якщо останній задовольняє вимогою **6.5.4.4**, що підтверджується СТС або виробничими випробуваннями на підприємствах-виготовлювачах зварних конструкцій (верфях) під наглядом Регістру, і вимогам **6.5.4.5**.

6.5.4.4 Невидаляємий перед зварюванням ґрунт повинен мати наступний результат кваліфікаційних випробувань, виконаних відповідно до вимог **2.6**:

- співвідношення загальної площі пор до площі перерізу зломів зварного шва в кожному зразку не повинно перевищувати 16 %..**6.5.4.5** Вимоги до випробувань міжопераційних (заводських) ґрунтів на підприємствах-виготовлювачах зварних конструкцій.

Допуск невидаляємих перед зварюванням міжопераційних (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 міжопераційного (заводського) ґрунту, який пройшов випробування, що поставляється одним підприємством-виготовлювачем і на номінальну товщину покриття не більше тієї, яка була зафіксована при випробуваннях.

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 стандартів:

ГОСТ 30055-93 «Канаты из полимерных материалов и комбинированные. Технические условия»;

ISO 1346:2021 «Канати волокнисті. Поліпропіленові розщеплені плавкові, моно- і мультиплетені (PP2) та поліпропіленові високоміцні мультиплетені (PP3) 3-, 4-, 8- та 12- прядкові канати»;

ISO 2241:2021 «Канати волокнисті поліефірні 3-, 4- , 8- та 12 прядкові канати»;

ДСТУ ISO 2240:20223 «Канати поліамідні. Технічні умови».

Розривне зусилля визначається випробуванням каната в цілому.

6.6.3 Допускається визначення розривного зусилля каната, F, кН, за такою формулою:

$$F = c\left(\sum_{1}^{m} F_m\right) n/z\,, \qquad (6.6.3)$$

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 передує руйнуванню зразка у разі випробування однієї каболки на розтягування, кН;

n – кількість каболок у канаті;

z – кількість випробуваних на розтягування каболок, яка береться рівню 0,5n для канатів окружністю до

80мм, 0,3n – окружністю від 80 до 115мм і 0,1n – окружністю більше 115мм.

6.6.4 Канат із синтетичного волокна повинний бути підданий випробуванню для визначення відносного подовження у разі розриву при наявності вимог замовника.

Відносне подовження каната при розриві σ_{CP}, %, визначається за формулою

$$\sigma_{CP} = (l_p - l_0)/l_0 \cdot 100, \qquad (6.6.4)$$

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, підплавлених 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 підприємства.

6.6.8 При виборі каната із рослинного і синтетичного волокна допускається застосування наступних нормативних документів:

ГОСТ30055-93 «Канаты из полимерных материалов и комбинированные. Технические условия»;

ISO 1346:2021 «Канати волокнисті. Поліпропіленові розщеплені плівкові, моно- і мультиплетені (PP2) та поліпропіленові високоміцні мультиплетені (PP3) 3-, 4-, 8- та 12-прядкові канати»;

ISO 1141:2021 «Канати волокнисті поліефірні 3-, 4-, 8- та 12-прядкові канати»;

ДСТУ ISO 1140:2003 «Канати поліамідні. Технічні умови».

6.7 СВІТЛОВІДБИВНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ РЯТУВАЛЬНИХ ЗАСОБІВ

6.7.1 Загальні вимоги.

6.7.1.1 Ці вимоги поширюються на світловідбивні матеріали для рятувальних засобів, які підлягають нагляду Регістру.

6.7.1.2 Світловідбивальні 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 світловідбивних 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 світловідбивання R, кд·лк$^{-1}$·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 світловідбивання 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 світловідбивання матеріалу.

6.7.2.5 Адгезійна міцність світловідбивальних 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 світловідбивальних матеріалів з липким шаром.

6.7.3 Добір проб.

Проба для виготовлення зразків добирається від кожної партії світловідбивальних 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 Світловідбивальні 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 світловібивання згідно із **2.3.18.1**.

6.7.4.3 При допуску світловідбивальних матеріалів крім випробувань, зазначених у **6.7.4.2**, визначається коефіцієнт світловідбивання 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 світловідбивальних 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 світловідбивальних матеріалів не повинно спостерігатися тріщин, розшарування, здуття, липкості, зміни кольору і розмірів.

6.7.5 Огляд.

На поверхнях світловідбивальних 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 світловідбивальних матеріалів проводиться відповідно до вимог **1.4**.

Результати випробувань повинні бути зазначені в сертифікаті підприємства.

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 при стандартних умовах: атмосферний тиск 0,1МПа, відносна вологість 30%, температура рідини що переноситься в трубах і навколишня температура 25°С.

6.8.2.2 Міцність фасонних елементів і з'єднань повинна бути не меншою міцності труб.

6.8.2.3 Номінальний тиск p_{nom} повинний визначатися із наступних співвідношень:

.1 внутрішній тиск : $p_{nom} < p_{sth}$ /4 або $p_{nom} < p_{lth}$ /2,5,

де:

p_{sth} – руйнівний тиск при короткочасному гідравлічному впливі;
p_{lth} – руйнівний тиск при тривалому гідравлічному впливі (більше 100000год);

.2 зовнішній тиск (для будь-якої установки, яка може перебувати в умовах вакууму всередині труби або під впливом стовпа рідини зовні труби, і для будь-якого трубопроводу, який повинен залишатися працездатним в разі пошкодження в результаті затоплення, згідно з правилом II-1 / 8-1 СОЛАС -74 з поправками, або для будь-яких труб, які можуть призвести до поступового затоплення в інших відсіках через пошкоджений трубопровід або через відкриті труби у відсіках).

Для зовнішнього тиску: $p_{nom} < p_{col}/3$,

де p_{col} – тиск який руйнує трубу при зовнішньому впливі.

У будь-якому випадку, тиск який руйнує трубу, не повинен бути менше 0,3МПа.

Максимальний робочий зовнішній тиск визначається як сума внутрішнього вакууму і зовнішнього тиску трубопроводу, що випробовують.

6.8.2.4 Незважаючи на застосовні вимоги **6.8.2.3**, мінімальна товщина стінки труби або її захисного покриття повинна відповідати визнаним стандартам. При відсутності стандартів, що регламентують вимоги до труб, які не піддаються зовнішньому тиску, повинні виконуватися вимоги **6.8.2.3.2. 6.8.2.5** Максимально допустимий робочий тиск повинний призначатися із урахуванням допустимих робочих температур відповідно до рекомендацій виготовлювача.

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 і з'єднання повинні мати мінімальну ударну міцність відповідно до визнаних національних або міжнародних стандартів.

Після випробування зразок піддається впливу гідростатичного тиску, рівного 2,5 розрахункового протягом не менше 1 год. **6.8.5 Температура.**

6.8.5.1 Допустима робоча температура в залежності від робочого тиску повинна прийматися відповідно до рекомендацій виготовлювача, проте у будь-якому випадку вона повинна бути не менше ніж на 20°C нижче мінімальної температури теплової деформації/прогину матеріалу труби, яка визначається відповідно до методу (A) стандарту ДСТУ EN ISO 75-1 або відповідних стандартів ISO чи EN або еквівалентних йому (наприклад, ASTM D648).

6.8.5.2 Мінімальна температура теплової деформації/прогину в результаті нагрівання не повинна бути нижче 80°C.

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-виготовлювачем 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.

6.8.6.4 Вогнезахисні покриття повинні мати необхідну ударну міцність..

6.8.7 Електропровідність.

У разі, якщо необхідно забезпечити електричну провідність, електричний опір труб і фасонних елементів не повинний перевищувати 1 x 10^5Ом/м

6.8.8 Схвалення матеріалів і контроль якості під час виготовлення.

6.8.8.1 Виготовлення пластмасових труб повинне виконуватися підприємствами, які мають сертифіковану систему якості.

6.8.8.2 Зразки труб і фасонних елементів кожного типорозміру повинні випробуватися на відповідність вимогам Правил.

6.8.8.3 Відбір серійних зразків труб (окрім труб, зазначених у **3.2.3** частини VIII «Системи і трубопроводи») 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.

6.8.8.4 Кожна труба і фасонний елемент повинні бути випробувані на підприємстві-виготовлювачіу 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 елементу 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.

6.8.8.5 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.

6.8.8.6 Якщо виготовлювач 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 МІСТКОВ НАФТОНАЛИВНИХ СУДЕН

6.9.1 Ця глава поширюється на полімерний композиційний матеріал (армований пластик) перехідних містків нафтоналивних суден відповідно до **8.6.9** частини Ш «Пристрої, обладнання і забезпечення».

6.9.2 Матеріал повинен відповідати наступним вимогам:

6.1 цієї частини Правил;

6.2 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»;

6.3 мати конструктивну цілісність у разі вогневої дії, що визначається стандартами, застосування яких має бути погоджене із Регістром (допускається стандарт ASTM F3059-14).

6.10 ПОЛІМЕРНИЙ МАТЕРІАЛ, ЩО ВИКОРИСТОВУЄТЬСЯ ПРИ МОНТАЖІ МЕХАНІЗМІВ, ОБЛАДНАННЯ, СУДНОВИХ ПРИСТРОЇВ ТА ЇХ КОМПОНЕНТІВ

6.10.1 Вимоги цієї глави поширюються на полімерний матеріал, який застосовується при монтажі механізмів, обладнання, суднових пристроїв і їх компонентів, якщо немає інших вказівок у схваленій Регістром технічній документації. Зазначені в цій главі стандарти можуть бути замінені іншими за погодженням із Регістром.

6.10.2 Полімерний матеріал при типовому схваленні повинен бути випробуваний під наглядом Регістру або в лабораторії, визнаної Регістром, для визначення наступних властивостей:

.1 межі міцності при стисненні (ДСТУ EN ISO 604 або відповідного стандарту ISO чи EN, ASTM D695). Визначається на зразках вихідного матеріалу;

.2 модуля пружності при стисненні (ДСТУ EN ISO 604 або відповідного стандарту ISO чи EN, ASTM D695). Визначається на зразках вихідного матеріалу;

.3 межі міцності на розрив (ДСТУ EN ISO 527 або відповідного стандарту ISO чи EN). Визначається на зразках вихідного матеріалу;

.4 ударної в'язкості (ISO 179-1 або інших, визнаних Регістром, міжнародних і національних стандартів). Визначається на зразках вихідного матеріалу;

.5 деформації під навантаженням (ДСТУ EN ISO 604 або відповідного стандарту ISO чи EN, ASTM D621) Випробування проводяться при температурах 740°C, 20°C і 80°C;

.6 твердості (ДСТУ ISO 2039-1, EN 59 або відповідних стандартів ISO чи EN, ASTM D2583);

.7 густина щільності матеріалу (EN ISO 1183 або інших, визнаних Регістром, міжнародних і національних стандартів).

.8 температури скловування (рекомендовані стандарти ДСТУ ISO 11357, ISO 11359 або інших, визнаних Регістром, міжнародних і національних стандартів);

.9 лінійної усадки (EN ISO 3521 або інших, визнаних Регістром, міжнародних і національних стандартів). Розміри форми зразків і засоби вимірювання повинні бути підібрані за ступенем точності з вимірюваними величинами;

.10 втомленої міцності при стисненні. Її слід визначати на зразках, розміри яких повинні прийматися такими самими, як і при випробуваннях на стиснення згідно **6.10.2.1**, за таких умов:

- кількості циклів стиснення 107, частоті циклів від 10Гц до 25Гц. Рівень мінімальних напружень стиснення в циклі 5МПа, максимальних не менше 0,2 від межі міцності матеріалу згідно **6.10.2.1**.

Величина залишкової міцності визначається на підставі результатів наступних випробувань зразків на стиснення згідно **6.10.2.1**;

.11 стійкості до впливу морської води, масла, палива (ISO 175 або інших, визнаних Регістром, міжнародних і національних стандартів). Зразки для випробувань розміщують у посудині з середовищем і витримують протягом 3 місяців. Потім проводять випробування на стиснення зразків, що пройшли витримку в середовищі і контрольних зразків (без впливу середовища). Визначається зміна межі міцності на стиснення в процентах;

.12 стійкості до старіння відповідно до **2.3.10.1**, **2.3.10.2** або за стандартом, погодженим із Регістром.

6.10.3 У документах, що визначають властивості матеріалу (специфікації, ТУ та ін.) повинні бути вказані властивості, наведені в **6.10.2** та підтверджені відповідними звітними документами про випробування.

6.10.4 У технічній документації на матеріал, повинні бути наведені такі характеристики:

- межа міцності при вигині;

- повзучість;

-коефіцієнт тертя об сталь (ISO 8295 або інших, визнаних Регістром, міжнародних і національних стандартів);

- коефіцієнт лінійного теплового розширення;

- електрична міцність;

- електричний опір матеріалу;

- в'язкість суміші при заливці (до затвердіння);

- твердість за Барколу;

- час полімеризації;

- адгезія до сталі;

- коефіцієнт Пуасона.

6.11 ТЕРМОПЛАСТИКИ

6.11.1 Загальні вказівки.

6.11.1.1 Цей розділ містить вимоги до термопластиків, які використовуються у суднобудуванні і судновому машинобудуванні для виготовлення конструкцій і деталей, що підлягають нагляду Регістру.

6.11.1.2 Термопластики, які використовуються у суднобудуванні, а також при монтажі механізмів, обладнання, суднових пристроїв і їх компонентів, повинні відповідати застосовним вимогам розділу **6** «Пластмаси і матеріали органічного походження» частини **XIII** і частини «Конструкція та міцність

корпусів суден із полімерних композиційних матеріалів» Правил класифікації та побудови морських суден.

6.11.1.3 Термопластики також повинні відповідати вимогам наступних стандартів ДСТУ EN ISO 12215-1 (Малі судна. Конструкція і набор корпусу. ч. I Матеріали. Термореактивні смоли, скло-волоконна арматура, шаруватий матеріал.) і ДСТУ EN ISO 12215-2 (Малі судна. Конструкція і набор корпусу. ч. II Матеріали. Наповнювачі для конструкцій типу «сендвіч», матеріали для вставок).

6.11.1.4 Термопластики, що виготовляються відповідно за міжнародними або національними стандартами, або за специфікаціями, або іншою технічною документацією, можуть бути допущені Регістром для конкретного призначення за умови виконання вимог Правил. При цьому стандарти, специфікації або інша технічна документація визнається Регістром шляхом її внесення до відповідного документа Регістра та/або проставлення штампу.

6.11.1.5 Для можливості використання термопластиків (поліетиленів високої (HDPE), середньої (MDPE) та низької (LDPE) щільності, а також акрилонітрил бутадієнового стиролу (ABS)) у побудові суден, суднових конструкцій і пристроїв необхідно користуватися вимогами цього підрозділу та Міжнародного стандарту DNV-ST-0342 Craft 2022 Класифікаційного товариства DNV, який встановлює обсяг та порядок сертифікації цих матеріалів, а також визначає:

- технічні вимоги до їх застосування;

- фізичні та механічні властивості;

- експлуатаційні характеристики;

- методи випробувань;

- визначення властивостей, які підтверджуються відповідними стандартами та документами про випробування.

6.11.2 Поліетилени (PE) високої (HDPE), середньої (MDPE) та низької (LDPE) щільності і акрилонітрил бутадієн стирол (ABS)

6.11.2.1 Загальні властивості.

6.11.2.1.1 Поліетилени (PE) характеризуються своїми високими показниками питомої міцності.

Щільність поліетилену знаходиться в діапазоні від 0,91 до 0,972г/см^3. Хоча щільність HDHE лише трохи більша, ніж у поліетилену LDPE, його структура виявляється набагато більшої міцності, завдяки сильнішій міжмолекулярній взаємодії.

Фізичні властивості поліетилену високої щільності можуть змінюватися в залежності від процесу формування, який використовується для виготовлення кожного конкретного зразка. В певній мірі визначальним фактором є міжнародні стандартизовані методи випробувань, які використовуються для визначення цих властивостей в кожному конкретному процесі.

Поліетилен низької щільності LDPE характеризується щільністю в діапазоні від 0,91 до 0,93г/см^3.

Тривалий час LDPE може витримувати температуру +80°С і короткочасний вплив до +95°С. Має відмінну стійкість (не взаємодіє з хімічними реагентами) до розведених і концентрованих кислот, спиртів та складних ефірів, також має добру стійкість (дуже низька здатність до хімічної взаємодії) до альдегідів, кетонів і рослинних олій.

6.11.2.1.2 Акрилонітрил бутадієн стирол (ABS) - це термопластична ударостійка технічна смола, сополімер, яка за своїми фізичними властивостями є найбільше затребуваним матеріалом для виробництва формованих виробів.

ABS належить до групи пластиків, який за показниками механічної міцності, жорсткості та ударостійкості значно перевершує ударостійкий полістирол. При робочій температурі від -20°С до +80°С пластик зносостійкий, витримує короткочасні нагрівання до +100°С.

До переваг ABS пластику відносяться висока стабільність розмірів, стійкість до розчинів кислот, жирів, мастильних матеріалів, бензину та вуглеводів. До недоліків ABS пластику відносяться невисока стійкість до ультрафіолетового випромінювання, розчинність у бензолі, ацетоні, ефірі, етиленхлориді.

На основі ABS пластику випускаються полімерні композиційні матеріали, що мають вискі експлуатаційні та технічні характеристики, що дозволяє широко застосовувати їх у суднобудуванні та для виготовлення конструкцій і деталей для побудови суден.

6.11.2.2 Загальні вимоги.

Термопластики, додатково до вимог технічних властивостей, викладених у **6.1.2** розділу **6** «Пластмаси і матеріали органічного походження» частини **XIII** Правил класифікації та побудови морських суден, повинні відповідати наступним умовам:

.1 властивості старіння повинні проходити випробування на листовому матеріалі з пігментами тощо, які використовуються у виробництві термопластиків. Стійкість до старіння відповідно **2.3.10.1** і **2.3.10.2** підрозділу **2.3** «Методи випробувань неметалевих матеріалів» частини **XIII** Правил класифікації та побудови морських суден;

.2 пігменти повинні бути рівномірно розподілені в матеріалі для збереження міцності, їх вміст не повинен перевищувати 4%;

.3 ударна в'язкість матеріалу при низьких температурах визначається за характером руйнування під час випробування на удар з маятниковим надрізом. Крихке руйнування при температурах вище 0°С не допускається. Якщо перехід між міцним і крихким руйнуванням відбувається в діапазоні температур від 0°С до -20°С, то в свідоцтві судна має бути відзначено, що ударна в'язкість термопластиків знижується при низьких температурах, матеріал не рекомендується використовувати при низьких температурах;

.4 здатність матеріалу витримувати нагрівання сонячним світлом підлягає визначенню на основі зниження жорсткості матеріалу в діапазоні температур від +20°С до +65°С. Зменшення модуля зсуву матеріалу більше ніж на 80% не допускається. Якщо зниження становить від 30% до 80%, до свідоцтва судна має бути внесене зауваження про розм’якшення матеріалу при високих температурах, що може остаточно деформувати його під час тривалого навантаження при високих температурах;

.5 термопластики які застосовуються у виробах, схильних до впливу сонця, повинні бути стійкими до ультрафіолетового випромінювання.

6.11.2.3 Документація.

6.11.2.3.1 Технічна документація на матеріали і вироби із термопластиків підприємства-виготовлювача повинна містити наступну інформацію:

- технічні параметри матеріалу;

- протоколи випробувань і документацію підтвердження властивостей матеріалу;

- властивості і умови виробництва, що характеризують підприємство і його продукцію;

- наявність сертифікату на відповідність вимогам ДСТУ EN ISO 9001, або відповідним стандартам ISO чи EN;

- схвалення на виробництві підприємства-виготовлювача.

6.11.2.3.2 Матеріали і вироби з термопластиків, на які поширюються вимоги Правил, повинні бути схвалені Регістром при проведенні візуального огляду та неруйнівних випробувань. Методики огляду та процедури випробувань повинні визначатися відповідно до загальноприйнятих технічних стандартів в галузі виробництва пластмас, вказаних в табл. 6.11.2.4.

Акти, свідоцтва, сертифікати схвалення, видані або надані Регістром при проведенні огляду та випробувань, повинні відображати відповідність матеріалів і виробів з термопластиків, застосовним Правилам.

6.11.2.3.3 Термопластики, до яких застосовуються вимоги безпеки конструкції, виробів, обладнання, суднових пристроїв тощо, повинні відповідати вимогам частини 3 «Технічного нагляду за виготовленням матеріалів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів та виробів.

6.11.2.3.4 Маркування матеріалів з термопластиків повинне проводитись за стандартами у відповідності із вимогами **1.4**.

6.11.2.4 Загальні властивості термопластиків.

6.11.2.4.1 Загальні властивості поліетиленів і ABS пластиків, наведені в таблиці 6.11.2.4.

Випробувальні зразки повинні відбиратися з виготовленого матеріалу, який не повинен мати змінені характеристики внаслідок виробничого процесу.

Таблиця 6.11.2.4 **Властивості термопластиків і документація для LDPE і MDPE та ABS**

Властивості	**Метод випробувань та документація**	**Результати надаються для інформації, якщо не зазначені окремо *Також вимагається при доставці**	
1	**2**	**3**	**4**
Модуль пружності при розтягуванні	ДСТУ EN ISO 527-2; Пластмаси. Визначення властивостей під час розтягування. Частина 2. Умови випробувань. (Випробувальний зразок, тип 2,5-50мм/хв.)	Крива при 20°C і 65°C.	
Модуль зсуву	ISO 761-2; Пластмаси. Визначення динамічних механічних властивостей (крутильно- маятниковий метод)	Крива для температур в діапазоні від -20°C до +65°C.	
Випробування на повзучість (Границя повзучості при розтягуванні)	ISO 899-1; (виконується принаймні на 3 рівнях навантаження та 2 тестових зразках на рівень)	Ізохронна діаграма деформація - навантаження за 1000, 100, 10, 1 і 0,1 години при 20°C і 65°C.	
Втомленість	Випробування на втомленість проводять при постійній амплітуді навантаження або деформації	Криві до мінімум 100 000 циклів навантаження при температурі 20°C	*ABS
Стійкість до впливу морської води, палива, мастила. Хімічна стійкість.	ISO 175 Пластмаси. Методи випробування для визначення впливу занурення в рідкі хімічні речовини	Зразок витримується під дією речовин протягом 22 годин при температурі 20°C. Перелік хімічних речовин, які можуть пошкодити матеріал.	
Ударна в'язкість (зразок з надрізом). Маятниковий удар	ISO 179-1 і ISO 179-2 Пластмаси. Визначення ударних властивостей по Шарпі. Ударна в'язкість (по Шарпі) пластмасових зразків (з V-подібним вирізом 45° відповідно до ISO 180)	Енергія руйнування при 0°C, а також опис типу руйнування. Ударна в'язкість надрізу вказана лише для матеріалів, які не зістаріли.	
Температура скловування	ДСТУ ISO 11357 і ISO 11359 Пластмаси. Визначення коефіцієнта теплового розширення і температури скловування.	Визначається температура скловування з використанням термомеханічного аналізу.	
Щільність	ISO 1183-2; Пластмаси. Визначення щільності за допомогою градієнтної колонки або ASTM D-792; Стандартні методи випробування щільності пластмас.	Для поліетиленів. Уявна щільність визначається як відношення маси зразка до об'єму, $м^3$.	*PE
Кисневий індекс	ASTM D 2863; Метод визначення min концентрації кисню, необхідної для підтримки горіння пластмас.	Значення	*PE

Властивості	Метод випробувань та документація	Результати надаються для інформації, якщо не зазначені окремо *Також вимагається при доставці	
1	2	3	4
Твердість	ДСТУ EN ISO 868; ДСТУ EN ISO 2039-1; Пластмаси. Визначення твердості	При температурі 20°C, зчитується через 15сек. Визначається: за Шором з дюрометром типу D, за Брінеллем (НВ), за Роквелом (НКС).	
Швидкість плинності розплаву	ISO 1133-1, ISO 1133-2, ISO 1133-3 і ASTM D 1238; Визначення масової швидкості плинності розплаву (MFR) та об'ємної швидкості плинності розплаву (MVR)	Описує плинність поліетиленів при визначеній температурі згідно стандартів.	
Стійкість до старіння	ISO 179-1 Пластмаси. Визначення ударних властивостей (по Шарпі); Природне старіння DIN 53386, п.6.1; Прискорене старіння DIN 53387;	Побудована графіка залежності старіння матеріалів від логарифмічного часу. Цей час охоплює 48 місяців природного старіння або 5000 годин прискореного старіння. Більш короткий час може бути встановлений, якщо процес старіння виявляється на більш ранніх стадіях	
Стискання (деформація під навантаженням)	ДСТУ EN ISO 604; Пластмаси. Визначення властивостей під час стискання. ASTM D 695; (Випробувальний зразок, тип 2,5-50мм/хв.)	Крива деформації під навантаженням при 20°C і 65°C.	
Властивості на згин	ASTM D-790		
Випробування вантажем, що падає	ASTM D 3029 (метод А). Радіус ударної поверхні молотка повинен бути 12,5мм	Енергія руйнування по видимій тріщині, як критерій руйнування, виконаного при 0°C і при 20°C із відповідною товщиною матеріалу	

6.11.2.5 Властивості поліетиленів (PE).

6.11.2.5.1 Поліетилени повинні відповідати вимогам, наведеним в табл. 6.11.2.5-1 і табл. 6.11.2.5-2. Зразки для випробувань повинні бути відібрані з виготовленого, відповідно до виробничого процесу, матеріалу, характерного для побудови суден та суднових конструкцій, також вони не повинні мати жодних ознак зовнішньої зміни структури чи механічних властивостей.

Таблиця 6.11.2.5-1 **Властивості поліетиленів (PE) середньої (MDPE) та низької (LDPE) щільності**

Властивості	Вимоги LDPE	Вимоги MDPE	Одиниця виміру	Примітки
1	2	3	4	5
Щільність	< 0,93	0,93 - 0,945	г/см^3	
Швидкість плинності розплаву	Заявлене значення ±1,0 (макс. 3,5)	Заявлене значення ±1,0 (макс. 3,5)	г/10хв	
Границя плинності при розтягуванні	мін. 7,5 мін. 4,5	мін. 13,8 мін. 8,0	Н/мм^2 Н/мм^2	При 20°C При 65°C
Модуль пружності при розтягуванні	мін. 180	мін. 350	Н/мм^2	При 20°C

Властивості	Вимоги LDPE	Вимоги MDPE	Одиниця виміру	Примітки
1	**2**	**3**	**4**	**5**
Деформація під навантаженням (повзучість при розтягуванні)	макс. 2,5 при навантаженні 2,0	2,0 при навантаженні 3,0	% Н/мм^2	Деформація через 100 годин при 20°С
Твердість	Заявлене значення ±3,0	Заявлене значення ±3,0	За Шором з дюрометром типу D	Випробовується при 20°С, зчитується через 15сек.
Ударна в'язкість (зразок без надрізу)	мін. 15	мін. 15	Дж/мм товщини	Вільно підтримуваний зразок для випробувань при 0°С
Ударна в'язкість (зразок з надрізом, випробування на маятникових копрах)	Не крихкий злам	Не крихкий злам	Візуально	Необхідне випробування для суден з одинарною обшивкою при 0°
Вміст пор (пористість)	макс. 15	макс. 15	% товщини	В конструктивних частинах судна
	макс. 20	макс. 20	% товщини	В інших місцях судна
Ударна в'язкість на розрив зістареного матеріалу	Не крихкий злам манн. енергія руйнування 1,0 Дж/см^2	Не крихкий злам мін. енергія руйнування 1,0 Дж/см^2	Візуально	Зістарений матеріал, що відповідає чотирьом рокам природного старіння, випробуваний при 0°С зі швидкістю випробування 2×10^5 %/мм
Границя міцності при згині	8 ÷ 15	20	Н/мм^2	
Модуль пружності при згині	250	500	Н/мм^2	
Границя міцності при стисненні	9,6	15	Н/мм^2	
Границя міцності при зсуві	8	12	Н/мм^2	

Таблиця 6.11.2.5-2 **Властивості поліетиленів (PE) високої (HDPE) щільності**

Властивості	Вимоги HDPE	Одиниця виміру	Метод випробувань
1	**2**	**3**	**4**
Щільність	0,946 - 0,972	г/см^3	ASTM D-792
Витрата розплаву маси	Від 0,030 до 10 (190°С/2,16кг)	г/10хв	ISO 1133
Границя плинності при розтягуванні	мін. 17	Н/мм^2	ASTM D-638
Розтягуючи напруження на розрив	мін. 14	Н/мм^2	ASTM D-638
Границя міцності при розтягуванні	Мін. 24	Н/мм^2	ASTM D-638
Відносне подовження при розтягуванні	Від 1 до 27	%	ASTM D-638

Властивості	Вимоги HDPE	Одиниця виміру	Метод випробувань
1	**2**	**3**	**4**
Відносне подовження при розриві	Від 10 до 1500	%	ASTM D-638
Модуль пружності при розтягуванні	292 (після 1000 годин)	Н/мм^2	ISO 899-1
Стискаюче напруження	20	Н/мм^2	ASTM D-695
Границя міцності при зсуві	18	Н/мм^2	ASTM D-792
Границя міцності при згині	40	Н/мм^2	ASTM D-790
Модуль пружності при згині	750	Н/мм^2	ASTM D-790
Твердість	Заявлене значення ±3,0	За Шором з дюрометром типу D	Випробовується при 20°C, зчитується через 15сек.
Ударна в'язкість (зразок без надрізу)[1]	мін. 15	Дж/мм товщини	Вільно підтримуваний зразок для випробувань при 0°C
Ударна в'язкість (зразок з надрізом, випробування на маятникових копрах)[1]	Не крихкий злам	Візуально	Необхідне випробування для суден з одинарною обшивкою при 0°
Вміст пор (пористість)[1]	макс. 15	% товщини	В конструктивних частинах судна
	макс. 20	% товщини	В інших місцях судна
Ударна в'язкість на розрив зістареного матеріалу[1]	Не крихкий злам мін. енергія руйнування 1,0 Дж/см^2	Візуально	Зістарений матеріал, що відповідає чотирьом рокам природного старіння, випробуваний при 0°C зі швидкістю випробування 2×10^5 %/мм
Число в'язкості (знижена в'язкість)	Від 157,8 до 398,3	мл/г	ISO 1628
Водопоглинання	Від 0,010 до 0,017% (24години)		ASTM D-570

[1]Метод випробування, результати та коментарі до зазначеного матеріалу повинні застосовуватися, як зазначено в таблицях 6.11.2.4 та 6.11.2.5-1.
Примітка. Інформація, яка надається в цій таблиці при 23 °C, містить типові значення, призначені лише для довідки та порівнювання.
Зазначені вище значення, які будуть використовуватися для проєктних розрахунків, також повинні бути погоджені з РУ.

6.11.2.5.2 Результати випробувань повинні відповідати вимогам **6.11.2.4** і повинні бути вказані в сертифікаті підприємства виготовлювача поліетиленів (PE).».

6.11.2.6 Властивості акрилонітрил бутадієн стиролу (ABS).

6.11.2.6.1 Акрилонітрил бутадієн стироли (ABS) повинні відповідати вимогам, наведеним в табл. 6.11.2.6. Зразки для випробувань повинні бути відібрані з виготовленого, відповідно до виробничого процесу матеріалу, характерного для побудови суден та суднових конструкцій, також вони не повинні мати жодних ознак зовнішньої зміни структури чи механічних властивостей.

Таблиця 6.11.2.6 **Властивості акрилонітрил бутадієн стиролу (ABS)**

Властивості	Вимоги
1	**2**
Границя плинності при розтягуванні	Мін. 30Н/мм^2 при 20°C Мін. 18Н/мм^2 при 65°C
Модуль пружності при розтягуванні	Мін. 1600Н/мм^2 при 20°C
Деформація під навантаженням. (Повзучість при розтягуванні)	Максимальна деформація 1,0% під навантаженням 7,0Н/мм^2 через 100 годин при температурі 20°C

Властивості	Вимоги
Втомлена міцність на згин	При амплітуді деформації 1% і частоті 0,5Гц матеріал повинен витримати 50 000 циклів навантаження до руйнування.
Ударна в'язкість (зразок з надрізом)	2кДж/м^2 при 20°С відповідно до ISO 179 «Пластмаси. Визначення ударних властивостей (по Шарпі)», без надрізу.
Ударна в'язкість на розрив зістареного матеріалу (випробування на маятникових копрах)	Зістарений матеріал, що відповідає чотирьом рокам природного старіння, повинен мати мінімальну енергію руйнування 2,5кДж/м^2

6.11.2.6.2 Допуск на товщину листа не повинен перевищувати:

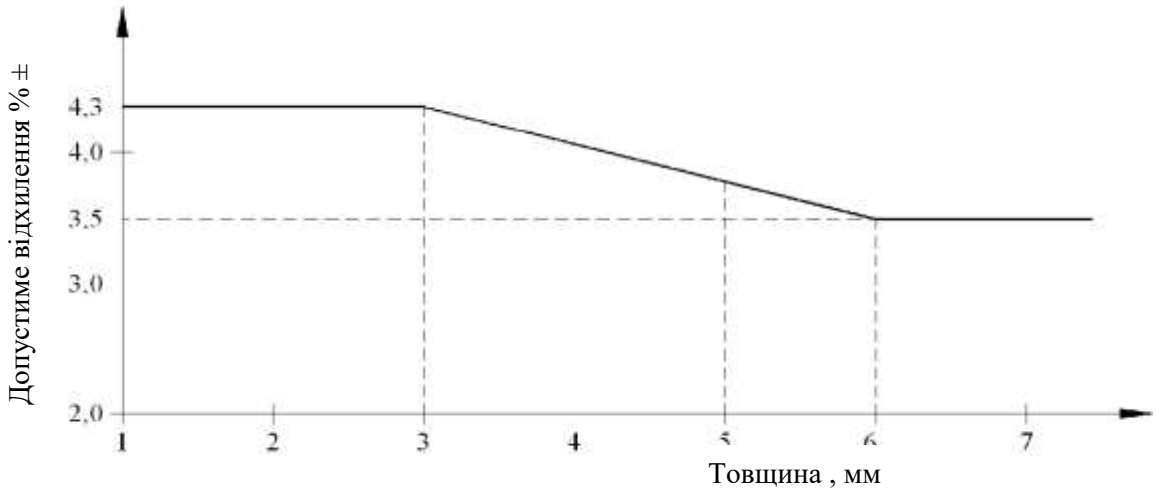


Рис. 6.11.2.6.2 Допуск на товщину листа

6.11.2.6.3 Допуск на товщину листа для випробування повинен ґрунтуватися на вимірюваннях у 20 точках, рівномірно розподілених по ширині листа. Середня товщина повинна бути не менше номінальної товщини листа.

6.11.2.6.4 Індивідуальні значення усадки під час нагрівання не повинні перевищувати:

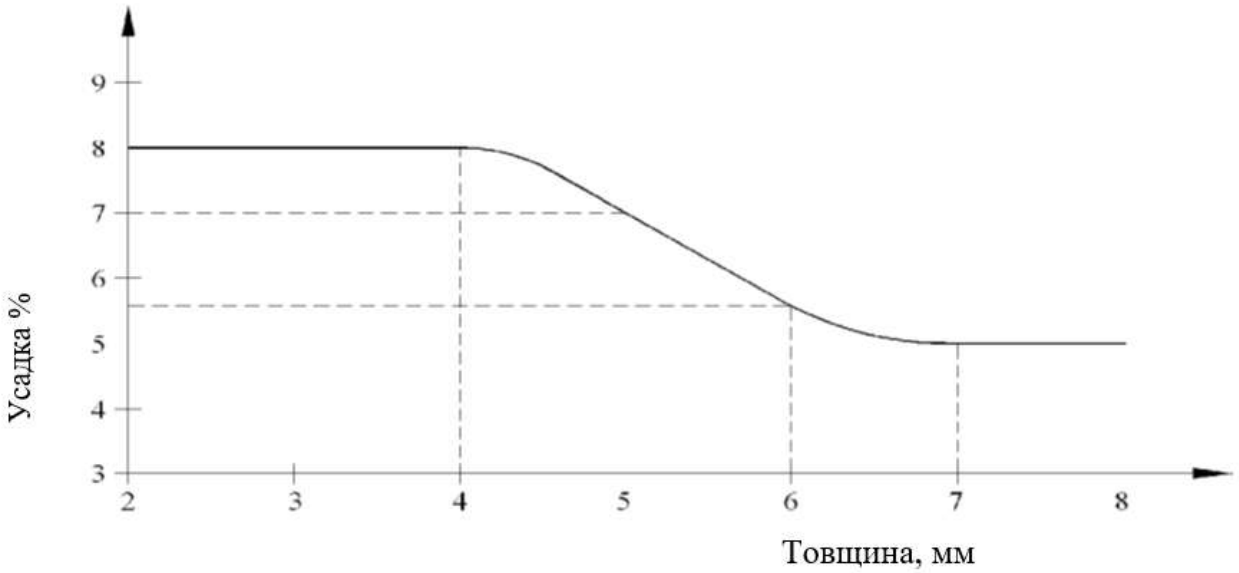


Рис. 6.11.2.6.4 Усадка під час нагрівання

6.11.2.6.5 Усадку листа під час нагрівання перевіряють, взявши принаймні 6 зразків розміром приблизно 300мм × 300мм з місць, рівномірно розподілених по ширині листа. На кожному зразку вказують напрямок пластини та відзначають коло діаметром 100мм. Потім зразки поміщають у тальк

між металевими пластинами на 30 хвилин при визначеній температурі. Металеві пластини повинні мати товщину від 0,6мм до 0,8мм.

6.12 ПОЛІМЕРНІ КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ВАЛОПРОВОДІВ

6.12.1 Ці вимоги поширюються на конструкційні ПКМ на основі армуючих наповнювачів зі скляних або/та вуглецевих волокон, термореактивних полімерних зв'язуючих — поліефірних, вінілефірних та епоксидних, — які застосовуються для виготовлення деталей валопроводів відповідно до **5.10** частини VII «Механічні установки». Вимогами необхідно керуватися при виборі матеріалів і технології виготовлення елементів валопроводів.

Вибір складових ПКМ підтверджується отриманими розрахунковими характеристиками конструкції вала, розрахунками міцності та випробуваннями згідно з **5.10** частини VII «Механічні установки».

6.12.2 Армуючі матеріали.

6.12.2.1 Армуючі матеріали, що входять до складу ПКМ, повинні забезпечувати досягнення заданих характеристик жорсткості та міцності, в тому числі при впливі на матеріал різних за характером експлуатаційних факторів (вплив навантажень, температурних, вологісних тощо).

6.12.2.2 Допускаються наступні типи волокон: скловолокно і вуглецеве волокно.

6.12.2.3 Інші типи волокон можуть бути прийняті, якщо фізико-механічні характеристики ПКМ, що отримуються на їх основі, не нижчі, ніж зазначено в табл. 2.3.5.11 частини XVI «Конструкція і міцність суден з полімерних композиційних матеріалів». Вибір армуючого матеріалу для ПКМ підтверджується отриманими розрахунковими характеристиками, розрахунками міцності та випробуваннями конструкції елементів валопроводів.

6.12.2.4 Скляні армуючі матеріали повинні відповідати вимогам **2.3.1.3** частини XVI «Конструкція та міцність суден із полімерних композиційних матеріалів».

6.12.2.5 В якості армуючого матеріалу допускається матеріал з щільністю волокон від 200 до 4800 текс[2].

6.12.2.6 При вхідному контролі волокна і армуючих матеріалів на їх основі повинні виконуватися вимоги **2.3.1.6** частини XVI «Конструкція і міцність суден із полімерних композиційних матеріалів».

6.12.2.7 Поставка волокна та армуючих матеріалів на їх основі здійснюється з паспортом (Сертифікатом якості виготовлювача) відповідно до **2.3.1.8** частини XVI «Конструкція та міцність суден з полімерних композиційних матеріалів».

6.12.3 Зв'язуючи матеріали.

6.12.3.1 В якості основної складової зв'язуючого приймаються епоксидні смоли, що мають характеристики в затверділому стані не нижче наведених в табл. 2.3.2.2 частини XVI «Конструкція і міцність суден із полімерних композиційних матеріалів». Інші зв'язуючі можуть бути прийняті, якщо їх фізико-механічні характеристики не нижчі за зазначені в табл. 2.3.2.2 частини XVI «Конструкція і міцність суден із полімерних композиційних матеріалів» (за винятком щільності), а міцнісні та пружні розрахункові характеристики ПКМ, на основі таких смол, не нижчі за зазначені в табл. 2.3.5.11 частини XVI «Конструкція та міцність суден із полімерних композиційних матеріалів».

6.12.3.2 Для термореактивних зв'язуючих застосовуються вимоги 2.3.2.1 частини XVI «Конструкція і міцність суден із полімерних композиційних матеріалів».

6.12.3.3 Всі смоли, що використовуються при виготовленні, повинні бути піддані вхідному контролю.

Перелік показників, що перевіряються при вхідному контролі, визначається нормами контролю якості виготовлення елементів валопроводів з ПКМ і повинен бути вказаний в технологічній документації, узгодженій Регістром.

6.12.3.4 Виготовлювач вала повинен встановити відповідність властивостей смоли характеристикам, описаним у технологічній інструкції, з урахуванням похибки. Всі застосовувані добавки до зв'язуючого (каталізатори, прискорювачі, затверджувачі), а також добавки, що поліпшують

[2] Відповідає лінійній щільності волокон. Позначає масу джгута в грамах довжиною 1 км

характеристики вала (тиксотропні добавки, наповнювачі, барвники, протипожежні та протиударні покриття тощо) повинні вказуватися в технологічній інструкції з виготовлення вала. По всіх додаткових матеріалах необхідно надавати документи від виготовлювачів.

6.12.3.5 При приготуванні зв'язуючого повинні дотримуватися рекомендації виготовлювачів. Температура теплової деформації смоли повинна перевищувати щонайменше на 20°С максимально можливу температуру експлуатації виробу і в усіх випадках бути не менше 70°С.

6.12.3.6 Випробування з визначення характеристик зв'язуючого проводяться підприємством (виготовлювачем) за методиками міжнародних / національних стандартів або інших документів, узгоджених із Регістром. Випробування можуть також проводитися лабораторією, визнаною Регістром.

6.12.3.7 При вхідному контролі повинні перевірятися властивості зв'язуючого, встановлені технологічною документацією і нормами контролю якості виробника елементів валопроводу.

При наявності СТС на зв'язуючий матеріал така перевірка може здійснюватися підприємством-виробником волокон і армуючих матеріалів, а її результати повинні заноситися в паспорт (Сертифікат якості виготовлювача) на кожну партію продукції, що випускається.

6.12.3.8 Поставка зв'язуючого матеріалу здійснюється з паспортом (Сертифікатом якості виготовлювача) відповідно до 2.3.2.9 частини XVI «Конструкція і міцність суден з полімерних композиційних матеріалів».

6.12.4 Вимоги до адгезійних складів.

6.12.4.1 Застосовуються вимоги **2.3.4.1** частини XVI «Конструкція і міцність суден з полімерних композиційних матеріалів».

6.12.4.2 Мінімальна температура склування клею повинна перевищувати максимальну робочу температуру як мінімум на 15 °С.

6.12.4.3 Поставка адгезійного складу здійснюється з паспортом (Сертифікатом якості виготовлювача) відповідно до 2.3.4.6 частини XVI «Конструкція і міцність суден із полімерних композиційних матеріалів».

6.12.5 Вимоги до ПКМ.

6.12.5.1 При виборі ПКМ для застосування у виробах валопроводів слід враховувати наступне:

- наявність необхідних пружних і міцнісних характеристик, а також працездатності матеріалу при дії повторно-статичних, тривалих, вібраційних і ударних навантажень;

- володіння властивістю зберігати свої пружні та міцнісні характеристики, а також працездатність у заданих межах, в різних кліматичних умовах протягом встановленого терміну служби.

6.12.5.2 ПКМ повинні мати підтверджені характеристики по водопоглинанню, які повинні бути вказані в технічній документації на матеріал.

6.12.5.3 Вали повинні виготовлятися відповідно до розробленої технологічної інструкції. Для виготовлення виробів валів з ПКМ допускається застосування наступних методів: намотування ниток (сухих, мокрих) і препрегів. Намотування повинно проводитися відповідно до схеми укладання шарів, описаної в технологічній інструкції.

Швидкість намотування вибирається таким чином, щоб забезпечити задане значення натягу волокна, а також ступінь просочення зв'язуючою речовиною. Ці два параметри повинні бути вказані в технологічній інструкції. Ширина намотуваних джгутів або стрічок і зазор між ними в процесі укладання повинні контролюватися на відповідність вимогам технологічної інструкції.

6.12.5.4 Методи формування повинні забезпечувати співвідношення між армуючим матеріалом і зв'язуючою речовиною, зазначене в технологічній документації для отримання необхідних властивостей матеріалу.

6.12.5.5 Основні характеристики ПКМ повинні бути не нижчими за зазначені в табл. **2.3.5.11** частини XVI «Конструкція і міцність суден із полімерних композиційних матеріалів

6.13 СИНТЕТИЧНІ МАТЕРІАЛИ, ЯКІ ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ ДЛЯ ПІДШИПНИКІВ СУДНОВИХ ВАЛІВ І БАЛЕРІВ СТЕРЕН

6.13.1 Ці вимоги поширюються на синтетичні матеріали, що підлягають нагляду Регістром, які застосовуються для підшипників суднових валів і балерів стерен відповідно до **5.6** частини VII «Механічні установки» і **2.8** частини III «Пристрої, обладнання та забезпечення».

6.13.2 Синтетичні матеріали для їх застосування до підшипників суднових валів і балерів стерен повинні бути схвалені Регістром (мати СТС і/або індивідуальний сертифікат С).

Схвалення Регістру поширюється на продукт (вкладиші/втулки) одного виду матеріалу і різних типорозмірів. Під видом розуміється один хімічний склад, з армуванням або без нього. Матеріали вкладишів/втулок, в яких використовуються різні хімічні склади, смоли, волокна, наповнювачі тощо, вважаються різними видами.

Синтетичні матеріали вкладишів/втулок поділяються на два рівні залежно від здатності витримувати поверхневий тиск в умовах експлуатації:

- до 5,5Н/мм^2;

- від 5,5Н/мм^2 до 10 Н/мм^2.

6.13.3 Матеріал при схваленні повинен бути випробуваний під наглядом Регістру або в лабораторії, визнаній Регістром, для визначення властивостей, наведених у табл. 6.13.3-1, 6.13.3-2 і 6.13.3-3.

Таблиця 6.13.3-1 Випробування для всіх поверхневих тисків

Властивість (параметр)	Од. вимірів	Спосіб випробувань	Кількість і вибір зразків	Значення	Критерії приймання
1	2	3	4	5	6
Компресійні властивості					
Еластомерні матеріали					
Відносна деформація при стисненні до 120Н/мм^2	%	Спосіб випробувань визначається виготовлювачем (Рекомендовані стандарти ДСТУ EN ISO 604, EN ISO 604:2003)	Ізотропні: мінімум 5 Анізотропні: мінімум 10	Максимальна деформація 4%	Всі результати нижче вимог
Нееластомерні матеріали					
Міцність при стисненні (поперек)	Н/мм^2	ДСТУ EN ISO 604	Ізотропні: мінімум 5 Анізотропні: мінімум 10	Мінімум 100н/мм^2	Всі результати вище вимог
Міцність при стисненні (вздовж) Потрібно тільки для штабів і планок	Н/мм^2	ДСТУ EN ISO 604	Ізотропні: мінімум 5 Анізотропні: мінімум 10	Мінімум 85Н/мм^2	Всі результати вище вимог
Модуль пружності при стисненні (поперек)	Н/мм^2	ДСТУ EN ISO 604	-	Мінімум 1000Н/мм^2	Всі результати вище вимог
Об'ємне набухання від води при температурі 20°С і 80°С	%	ISO 175:2014 4 тижні в штучній морській воді (ASTM D1141)	Мінімум 3 зразки при кожній температурі. Зразки: - сегмент труби або плоска	Макс. до 3%	Всі результати нижче вимог

Властивість (параметр)	Од. вимірів	Спосіб випробувань	Кількість і вибір зразків	Значення	Критерії приймання
1	2	3	4	5	6
			деталь розміром 50x50xt мм - мінімальна t=4мм або мінімальна товщина виготовленої втулки. Випробування проводити відразу після вилучення (у вологому стані)		
Водостійкість					
Еластомерні матеріали					
Водостійкість після 4 тижнів у замінніку морської води (ASTM D1141)при температурі 20°C	%	Максимально допустима деформація при стискаючому зусиллі 120Н/мм^2	Ізотропні: мінімум 5 Анізотропні: мінімум 10	Максім. деформація 4%	Всі результати вище вимог
Нееластомерні матеріали					
Водостійкість після 4 тижнів у замінніку морської води (ASTM D1141)при температурі 20°C	%	ДСТУ EN ISO 604 Випробування на стиснення	Ізотропні: мінімум 5 Анізотропні: мінімум 10	Збереження: мінімум 80% від міцності при стисненні і модуля пружності при стисненні	Всі результати вище вимог
Вплив масла					
Об'ємне набухання від масла після 4 тижнів при температурі 20°	%	ISO 175:2014 в маслі №3 по ДСТУ ISO 1817 (ISO 1817:2015)	Мінімум 3 зразки при кожній температурі. Зразки: - сегмент труби або плоска деталь розміром 50x50xt мм - мінімальна t=4мм або мінімальна товщина виготовленої втулки. Випробування проводити відразу після вилучення (у вологому стані)	Макс. до 3%	Всі результати нижче вимог
Термостійкість					
Випробування на стискання після	%	ДСТУ EN ISO 604 при стискаючому	Ізотропні: мінімум 5	Макс. до 3%	Всі результати нижче вимог

Властивість (параметр)	Од. вимірів	Спосіб випробувань	Кількість і вибір зразків	Значення	Критерії приймання
1	2	3	4	5	6
нагрівання зразка до 50°C		зусиллі 120Н/мм^2	Анізотропні: мінімум 10		
Нееластомерні матеріали					
Випробування на стискання після нагрівання зразка до 50°C	%	ДСТУ EN ISO 604	Ізотропні: мінімум 5 Анізотропні: мінімум 10	Збереження: мінімум 80% від міцності при стисненні і модуля пружності при стисненні	Всі результати вище вимог
Температурне розширення					
Поперек (перпендикулярно площині листа) і вздовж (паралельно площині листа)	мм/мм°C	ISO 11359-2:2021 ASTM D696	-	Зазначена виробником величина	-

Таблиця 6.13.3-2 Випробування для всіх поверхневих тисків до 5,5Н/мм^2

Властивість (параметр)	Од. вимірів	Спосіб випробувань	Кількість і вибір зразків	Значення	Критерії приймання
1	2	3	4	5	6
Знос					
Знос	роки	Див. **6.13.3.2** і **6.13.3.3**	Див. **6.13.3.2** і **6.13.3.3**	Випробування на знос повинні показати мінімальний очікуваний термін експлуатації	-
Тертя					
Динамічний коефіцієнт Статичний коефіцієнт	-	Випробування необхідно проводити на машинах тертя при температурах 20 і 80 у вигляді функції тиску або мінімум при двох різних поверхневих тисках (макс. і в 2 рази вище макс.)	Мінімум 3 зразки при кожному значенні температури і поверхневого тиску	Макс. 0,25	Всі результати нижче вимог

Таблиця 6.13.3-3 Випробування для підвищених поверхневих тисків понад 5,5 Н/мм2 і до 10 Н/мм2 і вище

Властивість (параметр)	Од. вимірів	Спосіб випробувань	Кількість і вибір зразків	Значення	Критерії приймання
Об'ємне набухання від води	**%**	ISO 175:2014	вологий/сухий/вологий цикл; 3 дні вологий + 3 дні сухий, протягом 4 тижнів у замінніку морської води (ASTM D1141) при температурі 20°C. Повинні починатися і закінчуватися 3-денним вологим циклом	Мінімум 3 зразки розміром 50x50x*t* мм, мінімум t=4мм або мінімальна товщина виготовленої втулки Випробування відразу після вилучення (у вологому стані)	Всі результати нижче вимог
Знос	Див. **6.13.3.2** і **6.13.3.3**	Див. **6.13.3.2** і **6.13.3.3**	Див. **6.13.3.2** і **6.13.3.3**	Випробування на знос повинні показати мінімальний очікуваний термін експлуатації	-
Динамічний коефіцієнт	**-**	Випробування необхідно проводити на машинах тертя при температурах 20 і 80 у вигляді функції тиску або мінімум при двох різних поверхневих тисках (макс. і в 2 рази вище макс.)	-20°C відповідно до процедури випробувань на знос; -80°C: мінімум 3 зразки для кожного тиску	макс. 0,25	Всі результати нижче вимог
Статичний коефіцієнт	**-**				

6.13.3.2 Процедура випробувань на знос для синтетичних матеріалів втулок підшипників стерна.

Ця процедура випробувань розглядається як стандартна, проте можуть бути прийняті інші розміри та параметри, ніж ті, що перелічені нижче, за попереднім погодженням із Регістром.

6.13.3.2.1 Випробувальний комплект, складається з:

- вала діаметром ($d_{вала}$) рівним 100 мм;

- зразка, який повинен представляти собою зафіксований сегмент підшипника і повинен закривати мінімум 50° кола вала (по ширині) і мати довжину підшипника $l = 1{,}2d$ (максимальна довжина 120мм для вала 100 мм, мінімальна довжина 80 мм; при використанні більших зразків повинна бути збережена та ж пропорція). Діаметр підшипника повинен бути

$d_{підш} = d_{вала} + 1$мм,

або відповідно до вимог виготовлювача (за наявності);

- установки для охолодження та змащення підшипників морською водою.

6.13.3.2.2 Параметри випробувань:

- коливання валу ± 15°;

- випробування на поверхневий тиск повинні проводитися відповідно до необхідного поверхневого тиску. На додаток до цього, випробування повинні бути проведені під тиском, що в два рази перевищує необхідний тиск;

- змащування: як у сухому стані, так і з примусовим змащуванням морською водою; температура повітря 20°C;

- швидкість 3,5мм/с;

- рух валу під поверхневим тиском, що вимагається, повинен бути безперервним. Якщо поверхневий тиск перевищує рівень, що вимагається, може бути допущена пауза/зупинка на період до 10 с при кожному проходженні діаметральної площини, і це буде вказано як обмеження для застосовного параметра PV (тиск і швидкість — виділення тепла);

- фактичний час роботи до досягнення стабільного рівня зносу (мінімум 192год при 3,5мм/с або максимум 850 год, виключаючи розбирання і паузи/зупинки). Для більш низьких швидкостей і/або більш тривалих зупинок тривалість повинна бути збільшена відповідним чином.

6.13.3.2.3 Матеріал, що сполучається:

вид — нержавіюча сталь;

твердість — максимум 220 HV5.

Шорсткість поверхні матеріалу, що сполучається повинна бути з частотою обробки Ra = 0,8 мкм (згідно з ДСТУ ISO 4287).

6.13.3.2.4 Фіксовані параметри:

- знос повинен постійно або регулярно вимірюватися на втулці, а також на вкладиші/валу.

У разі регулярного вимірювання знос повинен вимірюватися шляхом розбирання після кожних 48 годин до тих пір, поки як мінімум на 4-х точках вимірювання не буде продемонстровано, що ступінь/швидкість зносу стабілізувалася. Наступна інформація повинна бути задокументована як в таблицях, так і на графіках: знос відносно часу (мкм/год) і тиску (мкм/МПа); знос відносно випробувального циклу (мкм/год); знос відносно пройденої відстані (мкм/кількість коливань);

- коефіцієнт тертя повинен вимірюватися до тих пір, поки ступінь/швидкість зносу не стабілізується при 20 °C. Відношення коефіцієнта тертя до часу і тиску повинно бути представлено як в таблицях, так і на графіках;

- всі кількісні параметри повинні бути виміряні;

- термопара (°C), якщо застосовується (повинна визначати теплове розширення і вимірюваний знос для розрізнення цих двох параметрів).

6.13.3.2.5 Набухання від теплового розширення та/або набухання від води повинні бути враховані при визначенні зносу.

6.13.3.3 Процедура випробувань на знос для синтетичних матеріалів підшипників гребних валів.

6.13.3.3.1 Випробування на знос для синтетичних матеріалів підшипників гребних валів з безперервним рухом проводять за таких параметрів і умов:

- матеріал, що сполучається — вал виготовлений з нержавіючої сталі;

- діаметр вала залежить від розміру підшипника, але повинен бути ≥ 35мм;

- рух вала — безперервне ковзання;

- обертова швидкість 6м/с для масляного або водяного змащування і 3м/с для змащення консистентними речовинами;

- змащування морською водою (кімнатна температура) і мінеральним мастилом (80°C), консистентними речовинами (80 °C), якщо це можливо;

- шорсткість поверхні Ra = 0,5мкм (згідно з ДСТУ ISO 4287); тиск на стику мінімум 0,6Н/мм^2;

- випробування тривають доти, доки коефіцієнт зносу залишається постійним (не менше 192год, не більше 840год);

- для отримання змішаного мастила випробування повинні перериватися через кожні 8 год;

- розміри випробувального зразка згідно з рис. 6.13.3.3.1.

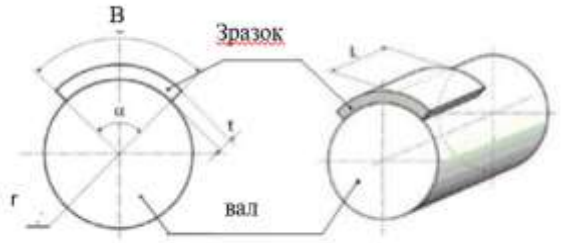


Рис. 6.13.3.3.1 Розміри випробувального зразка:

r — радіус валу; α — 50 °; t — товщина зразка;
L — довжина зразка; $L = 2B$, мм; B —ширина зразка; $B = (\pi/180)\cdot r\cdot 50$, мм

6.13.3.3.2 Фіксовані параметри:

- знос повинен безперервно або регулярно вимірюватися як на втулках, так і на валу. У разі регулярних вимірювань знос повинен вимірюватися шляхом розбирання кожні 48 годин, поки не буде досягнута постійна швидкість зносу (мінімум у чотирьох точках вимірювання).

Вимірювання повинні бути представлені як у таблицях, так і на графіках; знос відносно часу (мм/год) і тиску (Н/мм2);

- коефіцієнт тертя;

- інтервал між випробуваннями (год);

- температура випробувального зразка під час циклу випробувань (°C).

6.13.3.4 Схвалення матеріалів вкладишів/втулок підшипників для використання в системах без мастила (самозмащувальних).

6.13.3.4.1 Вимоги цього підрозділу застосовуються тільки до синтетичних матеріалів для вкладишів/втулок підшипників, які виготовляються як самозмащувальні, тобто, що включають в себе вкладиші, наповнювачі або подібні компоненти, які забезпечують самозмащування. Технічна специфікація виготовлювача або опис виробу повинні містити чіткі вказівки про те, що матеріал виготовляється як самозмащувальний і придатний для самозмащувальних систем.

6.13.3.4.2 Для підтвердження експлуатації без змащення забортною водою та/або мастилом, тобто для експлуатації без змащення, до процедури проведення випробувань на знос, зазначеної в **6.13.3.2** та **6.13.3.3**, повинні бути внесені такі доповнення:

.1 тільки для сухого режиму; постійна або регулярна перевірка температури матеріалу втулки на поверхні контакту;

.2 час проведення випробувань на знос повинен бути таким, як зазначено в 6.13.3.2, однак, на додаток до цього, температура повинна досягти стабільного рівня до закінчення випробувань;

.3 температура втулки не повинна перевищувати максимальну робочу температуру, встановлену виробником, і в жодному разі не повинна перевищувати:

- температури деформації при нагріванні і бути нижчою за неї на 20°C, для нееластомерних матеріалів;

- 50°C для еластомерних матеріалів, або окремо обумовлюватися в кожному випадку.

7. ЯКІРНІ І ШВАРТОВНІ ЛАНЦЮГИ

7.1 ЯКІРНІ ЛАНЦЮГИ І КОМПЛЕКТУЮЧИ 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.

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 вироби, 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 вироби 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.

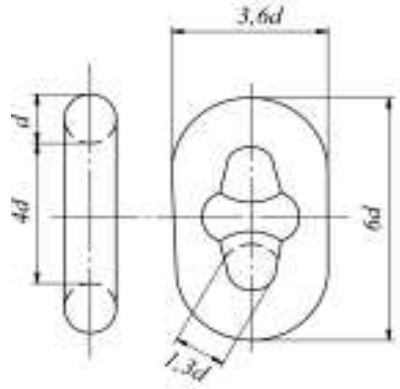


Рис. 7.1.3-1
Звичайна ланка

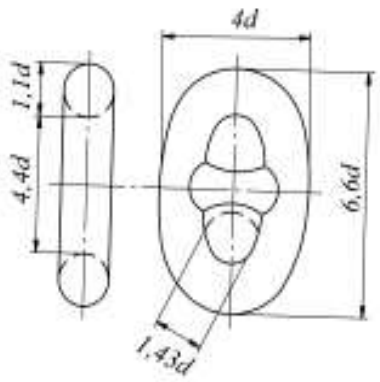


Рис. 7.1.3-2
Збільшена ланка

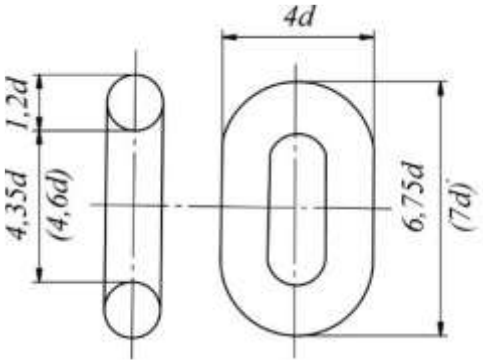


Рис. 7.1.3-3 Збільшена ланка

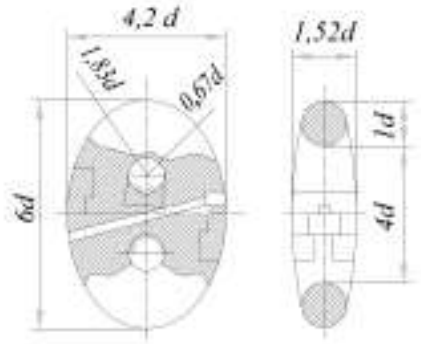


Рис. 7.1.3-4 З'єднувальна ланка (Кентера)

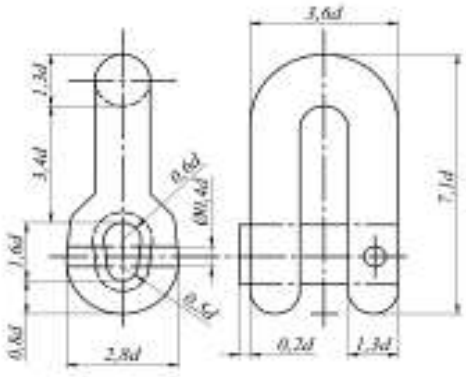


Рис. 7.1.3-5. З'єднувальна скоба

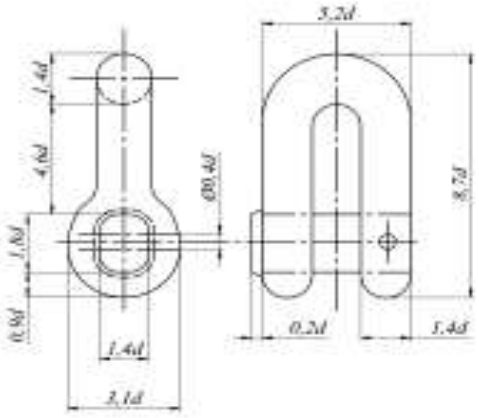


Рис. 7.1.3-6. Кінцева скоба

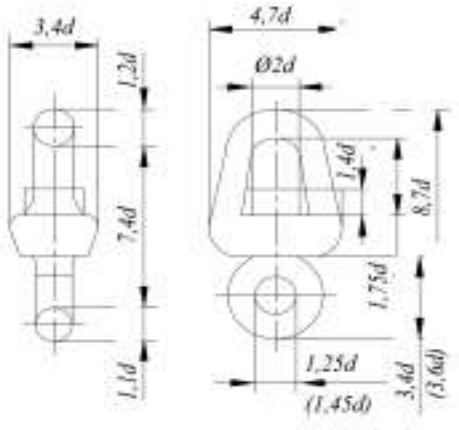


Рис. 7.1.3-7. Вертлюг

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 ланцюги 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
[1]Плюсові 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'ятьох 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 проходу 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 α = 4°.

Відхилення визначаються згідно із рис. 7.1.3.9.4.

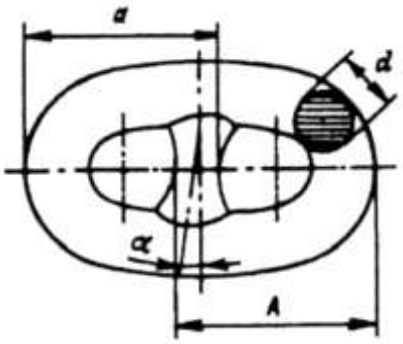


Рис. 7.1.3.9.4; X = (A – a)/2

7.1.3.10 Допустимі відхилення комплектуючих ланцюг виробів:

- діаметр – +5-0 %;

- інші розміри – ±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 Регістру.

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 виготовлювача 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 Регістру.

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.					

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 7.1.4.3.3. **Механічні властивості матеріалу ланцюга та його комплектуючих**

Категорія сталі	**Границя плинності, R_{eH}, Н/мм², min**	**Тимчасовий опір, R_m, Н/мм²**	**Відносне подовження, A_5, %, min**	**Відносне звуження, Z, %, min**	**Випробування на ударний згин [1], *KV***		
					Температура, °С	**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 20º 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.

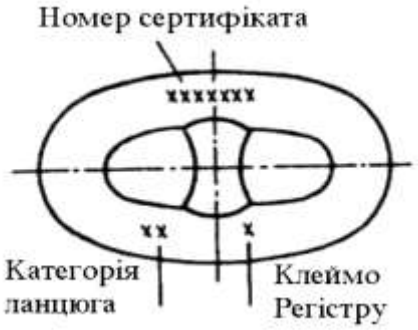


Рис. 7.1.4.4

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 Регістру. 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 виготовлювача,

- 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.I.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).

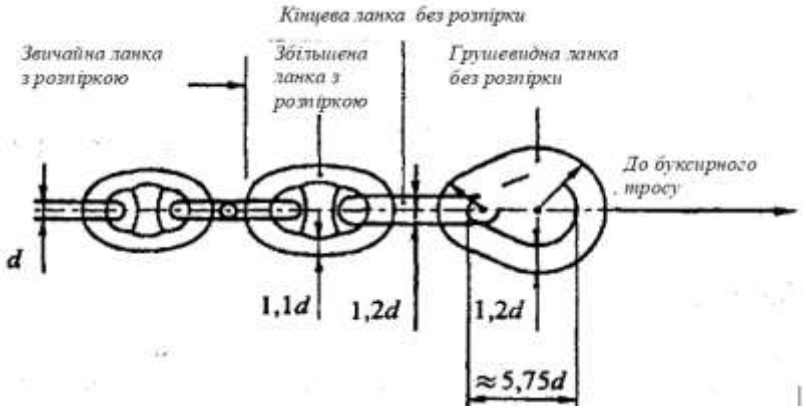


Рис. 7.1.6.5

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 ETA 2000	62 90	52 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 виготовлювача;

- 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 КОМПЛЕКТУЮЧИ 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 самопідіймальних 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, рознімнальні 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 виготовлювачів, 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-виготовлювачів 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 Виготовлювачем 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;

- методики випробування пробним і розривним навантаженням, включаючи типи і опис випробувальних машин, методів контролю і реєстрації режимів;

- неруйнівні методи контролю і місця їх застосування;

- вимоги виготовлювача 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 показане 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°С. Мінімальне із одержаних значень CTOD повинне задовольняти вимоги табл. 7.2.1.3.3.

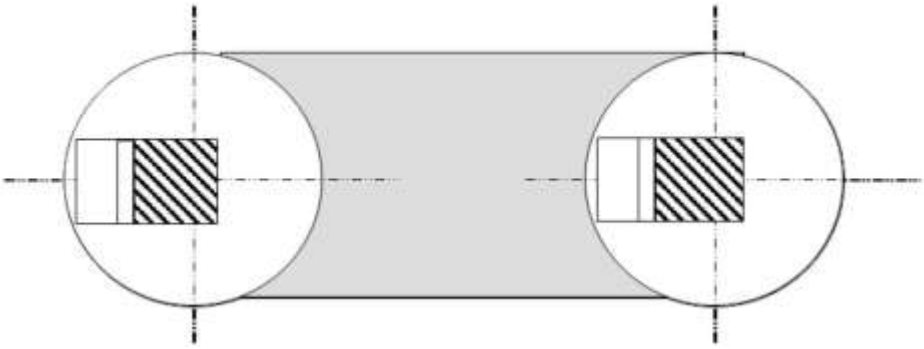


Рис. 7.2.1.3.3. Місце вирізання зразків

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. Виготовлювач 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 виготовлювач 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 утомну довговічність, сприйнятливість до відпускної крихкості (відсутність розвитку внутрішніх тріщин при згині в температурному інтервалі, відповідному формуванню ланки в процесі її виготовлення), визначення параметрів зварювання, чутливість сталі до термічної обробки, сприйнятливість до деформаційного старіння, опірність корозійному розтріскуванню, схильність 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-виготовлювачі ланцюгів та їх комплектуючих.

Виготовлювач 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-виготовлювачів 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 виготовлювача (див. **1.3.1.2** і **3.6**). Кількість визнаних постачальників прокату для кожного підприємства-виготовлювача ланцюгів повинна бути обмежена. Якщо поставка прокату на підприємство-виготовлювач ланцюгів здійснюється із декількох підприємств, то кожний із постачальників сталі повинний бути визнаний Регістром окремо.

7.2.1.5.2 Відповідне **С**відоцтво про визнання виготовлювача 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 Регістру.

В оформленому Свідоцтві про визнання виготовлювача (визнанні виробництва) зазвичай вводиться обмеження максимального діаметра рівне діаметру ланцюга, який пройшов випробування.

В Свідоцтві про визнання виготовлювача 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 сталевого прокату повинний бути схвалений Регістром і виготовлювачем ланцюга за допомогою погодження відповідної специфікації, яка подається виготовлювачем прокату.

Ця специфікація повинна підтверджуватися аналізом ківшової 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 Виготовлювач прокату повинний надати обґрунтування, які підтверджують відсутність схильності сталі до деформаційного старіння, відпускної 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-виготовлювачів поковок і виливок. Комплектуючі вироби.

7.2.1.6.1 Виготовлювачі поковок і виливок у вигляді заготовок комплектуючих ланцюгів або лише самих комплектуючих повинні бути визнані Регістром і мати відповідне Свідоцтво про визнання виготовлювача (див. **1.3.1.2** і **3.6**).

В Регістр повинні бути представлені опис виробничого процесу і контролю з належними характеристиками. Область визнання визначається виготовлювачем за погодженням з Регістром.

Кількість визнаних постачальників поковок і виливок для кожного підприємства-виготовлювача комплектуючих ланцюгів повинна бути обмежена.

Якщо поставка поковок і виливок на підприємство-виготовлювач комплектуючих ланцюгів здійснюється із декількох підприємств, то кожний із постачальників заготовок (поковок, виливок) повинний бути визнаний Регістром окремо.

7.2.1.6.2 Відповідне **С**відоцтво про визнання виготовлювача 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 виготовлювачем.

В оформленому Свідоцтві про визнання виготовлювача (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 виготовлені.

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 виготовлювачем і відстежуватися в технічній документації. Виготовлювач 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 виготовлювачем ланцюга за допомогою погодження відповідної специфікації, яка подається виготовлювачем поковок і виливок.

Для категорій R4, R4S і R5 сталь повинна містити не менше 0,20% молібдену.

7.2.1.6.5 Виготовлювач поковок і виливок повинний надати обґрунтування, які підтверджують відсутність схильності сталі до деформаційного старіння, відпускної 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 відпускної 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 ≤ 120мм, 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°С. 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. Напрям волокон відповідає осі X.

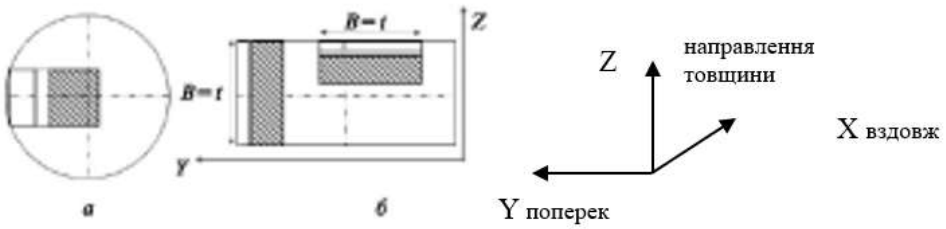


Рис. 7.2.1.6.6 Розташування зразків CTOD у виробах:
а - круглого перерізу;
б - прямокутного перерізу

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 M 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-виготовлювачі 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 ДСТУ 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 ДСТУ ISO 643 або відповідного стандарту ISO). Виміри на круглому перерізі повинні виконуватися від третини радіусу.

7.2.2.2.1.3 Виготовлювач прокату для ланцюгів категорій R4S і R5 повинний надати виготовлювачу 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 ліквації 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 Регістру хімічний склад матеріалу повинний задовольняти вимоги погодженої з Регістром специфікації або стандарту і визначатися виготовлювачем сталі для кожної плавки по ківшовій 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, формованої 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°С, за якої може зберігатися до 5 діб.

7.2.2.2.3.2.3 Другий зразок повинен бути випробуваний після прогрівання при 250°С 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 досяжне, 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/мм², min**	**Тимчасовий опір, R_m, Н/мм²**	**Відносне подовження, A_5, %, min**	**Відносне звуження, Z, %, min**	**Випробування на ударний згин, *KV***		
					Температура °С,	**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

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 -20ºС.
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− НВ330, а для R5 − НВ340.

Таблиця 7.2.2.2.4.1

Номінальний 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 Виготовлювач 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 Виготовлювач 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 виготовлювачем 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, закочування 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 Виготовлювач сталі для комплектуючих ланцюгів категорій R4S і R5 повинний надати виготовлювачу ланцюгів наступні дані:

а) Визначення вмісту неметалевих включень для кожної плавки. Повинна бути виконана кількісна і якісна оцінка рівня вмісту неметалевих включень згідно із визнаними національними і міжнародними стандартам; 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 ліквації та пористості (виконується відповідно з ASTM E 381 або еквівалентним йому національним стандартом).

в) Результати вимірів твердості відповідно до ASTM F255 або еквівалентних стандартів повинні надаватися для кожної плавки.

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 відрізнятися 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°С 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°С.

7.2.2.3.5.2.4 Швидкість деформації при випробуваннях (зміна відносного подовження в долях від розрахункової довжини) має бути менше 0,0003 c^{-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 Виготовлювач 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, 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.

7.2.2.3.6.3 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 Регістру 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 Виготовлювач сталі для комплектуючих ланцюгів категорій R4S і R5 повинний надати виготовлювачу 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 ліквації 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 входить 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 - 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 Виготовлювач 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 Регістру 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 заварювання. 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 обсяги і місце ремонту. Перед проведенням ремонтних робіт виливка повинна пройти термічну обробку для поліпшення зерна. Також термічній обробці повинні піддаватися виливки, що пройшли процедуру ремонту.

7.2.2.4.6.8 При основному і незначному ремонті зварюванням виготовлювач 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 установлюються 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 виготовлювачем ланцюга і його комплектуючих. Типові конструкції представлені в стандарті ISO 1704.

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 необхідне 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 термопарою. Відповідні показання термопари 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 виготовлювачем.

7.2.3.2.5.2 Якщо застосовне, ланцюги повинні піддаватися відпуску, температура і час визначаються виготовлювачем.

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 El

12 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 радіусу 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.

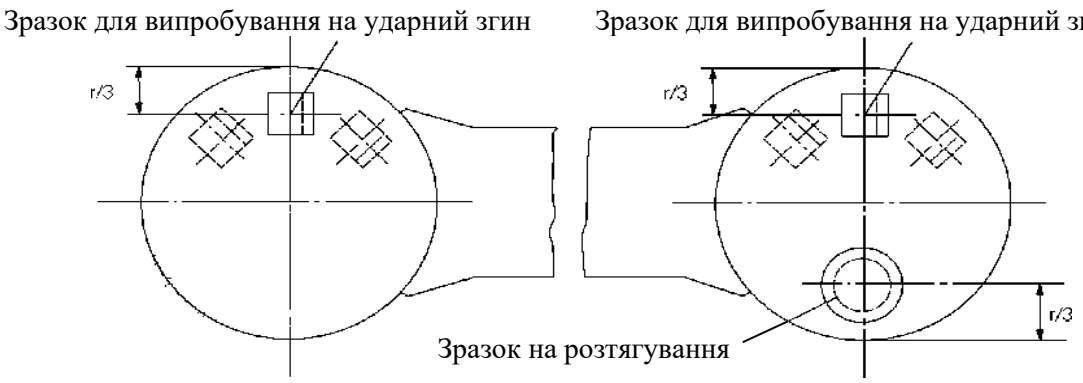


Рис. 7.2.3.2.6.1
Розташування зразків. Ланки ланцюга.

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 виготовлювачем.

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 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 виготовлювача 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 виготовлювачем, не повинний перевищувати 2,5% і не повинний бути мінусовим;

.4 усі інші розміри ланки, належним чином регламентовані виготовлювачем, 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;

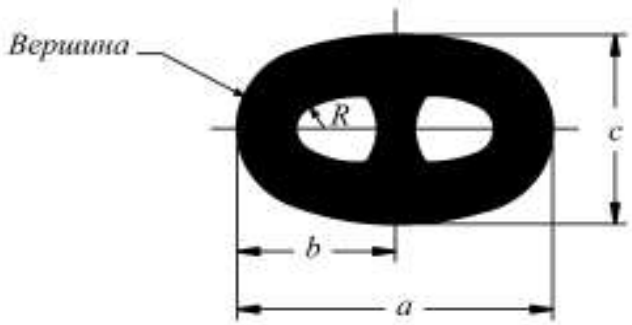


Рис. 7.2.3.2.9.2-1
Ланка з розпірками − внутрішній радіус R і зовнішній радіус повинні бути постійними.

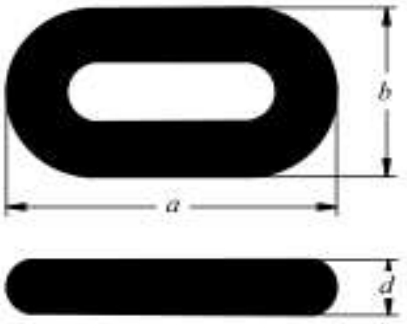


Рис. 7.2.3.2.9.2-2
Ланка без розпірок − внутрішній радіус R і зовнішній радіус повинні бути постійними

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 Регістру.

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 Регістру.

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, підрізи глибиною більше 1мм.

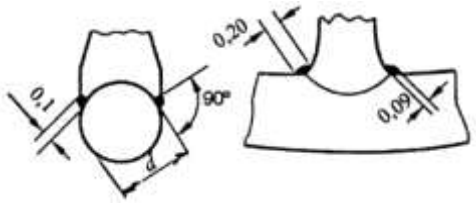


Рис. 7.2.3.2.10.6

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°С.

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, вибірковим випробуванням розривним навантаженням вибірковим механічним навантаженням після остаточної термічної обробки, у присутності представника Регістру.

У разі наявності у виготовлювача відповідної методики фіксації і запису пробного навантаження, яку Регістр визнає адекватною прийнятій системі реєстрації, представнику Регістру не обов'язково бути присутнім на усіх випробуваннях пробним навантаженням.

Представник Регістру 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 піскоструменевій або дробеструменевій обробці .

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. Виготовлювач 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 магнітопорошковим методами, схваленими Регістром. Погодженню з Регістром підлягають відповідні методики і обладнання. Додатково на 10% ланок магнітопорошковий контроль повинний виконуватися по всій доступній контролю 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 нахиленого 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 погодженні 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 Регістру, який здійснює нагляд. Випадок повинний бути зареєстрований.

Представнику Регістру повинні бути надані відповідні пояснення.

Два додаткові зразка, 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 Регістру, 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 відрізку 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 зварювання 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 неруйнуюче 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 виготовлювача 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 Регістру.

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 виготовлювачем 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 установленої 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 Виготовлювач 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, вибірковим випробуванням розривним навантаженням та вибірковим випробуванням по визначенню механічних властивостей.

У разі наявності у виготовлювача відповідного обладнання і методики фіксації і запису випробувань пробним навантаженням, які задовольняють положення Регістру, представнику Регістру не обов'язково бути присутнім на цих випробуваннях.

Представник Регістру повинний особисто упевнитися у тому, що випробувальні машини своєчасно відкалібровані та перебувають у задовільному стані.

Перед випробуваннями представник Регістру 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 виконані 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.

Виготовлювач 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: ±2%.

Зазначені допустимі відхилення не застосовні до оброблених 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 Регістру повинна бути деталізована виготовлювачем 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 відливок і міра пластичної деформація для поковок), включаючи термічну обробку в одній печі по одному технологічному процесу. Термопари мають бути приєднані як до проби, так і до основного виробу;

.2 у випадку схвалення Регістру на застосування проб і зразків положення, вказані вище, мають бути підтверджені відповідним обсягом 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 жертовного 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.

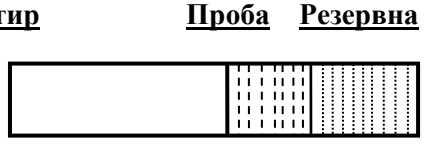


Рис. 7.2.5.4.7 Розташування проби і резервної частини

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 обсязі.

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 відливок магнітопорошковим методом (MT);

- ASTM A609 і ДСТУ EN ISO 13588 або відповідних стандартів ISO чи EN - контроль відливок ультразвуковим методом (UT).

Методики і критерії дефектів, які допустимі або які не допустимі, повинні представлятися в Регістр на погодження.

Виготовлювач 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.

7.2.5.5.3 Виготовлювач 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 зварюванням 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 Регістру надані докази відсутності причини невдалих випробувань на будь-якому із знову представлених по окремості 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 виготовлювачем 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 виготовлювача.

7.2.5.8.3 Усі супровідні документи і звіти повинні мати посилання на номер Сертифіката/Свідоцтва виготовлювача.

7.2.5.8.4 Виготовлювач 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 одноточкових 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 8м і калібром 76мм у швартовному пристрої при швартуванні нафтоналивних суден до одно 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-виготовлювачів.

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 — 4884кН;

- для категорії R4 — 6001кН.

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 Регістру.

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 —3242кН;

- для категорії R4 —4731кН.

7.2.6.4.6 Вимоги, викладені у цій главі, також застосовані до ланцюгів інших діаметрів, наприклад, 84 і 96мм, 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 штокові якорі;

- штокові якорі;

.2 якорі підвищеної тримаючої сили (HHP);

.3 якорі високої тримаючої сили (SHHP).

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 безштокові якорі.

.1 Звичайні типи якорів «безштокові» повинні бути прийняті в цілому і повинні мати належну конструкцію яка задовольняє Правилам Регістру.

.2 Маса коробки безштокових якорів, включаючи штифти і фітинги, повинна бути не менше 60% від загальної маси якоря.

.3 Для якорів рівної маси потрібна маса кожного станового безштокового якоря яка приведена в табл. **3.1.3-1** частини Ш «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 (HHP).

.1 Якір підвищеної тримаючої сили є якорем з утримуючою силою, щонайменше, в два рази більшої, ніж у звичайного безштокового якоря тієї ж маси. Якір HHP 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 безштокових якорів таб. **3.1.3-1** Частині Ш «Пристрої, обладнання і забезпечення».

.3 Для визнання якоря HHP повинні бути виконані задовільні випробування відповідно до **3.3.3** частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення.

8.1.3.3 Якорі високої тримаючої сили (SHHP).

.1 Якорі високої тримаючої сили - це якір з утримуючою здатністю, щонайменше, в чотири рази більше, ніж у звичайного безштокового якоря тієї ж маси. Якір SHHP підходить для використання суднами обмеженого району плавання і не вимагає попереднього регулювання або спеціального розміщення на морському дні.

.2 Використання якорів SHHP обмежене суднами обмеженого району плавання, відповідно до **3.3.4** Частин III «Пристрої, обладнання і забезпечення». Маса якоря SHHP, в загальному випадку, не перевищує 1500кГ.

.3 Вимоги до конструкції якорів SHHP застосовуються для EN>205. Для EN<205 критерії конструкції якорів SHHP відносяться до маси якоря, яка приведена в рекомендації МАКТ No.10 для звичайних

безштокових якорів, зменшеною, відповідно до **3.1.3** Частин III «Пристрої, обладнання і забезпечення».

.4 Коли якорі SHHP з доведеною силою утримання застосовуються в якості станових якорів, маса кожного такого якоря може бути зменшена до 50% від маси, необхідної для звичайних безштокових якорів по табл. 3.1.3-1 Частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення».

.5 Для визнання якоря SHHP повинні бути виконані задовільні випробування відповідно до **3.3.3** частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення».**8.1.4** Якорі і деталі якорів повинні виготовлятися підприємствами, визнаними Регістром, відповідно із вимогами **1.3**.

8.2 МАТЕРІАЛИ

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 B, 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°С.

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 в отворах скоби, що мають фаски з зовнішнього боку для забезпечення належної посадки пальця при установленні.

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).

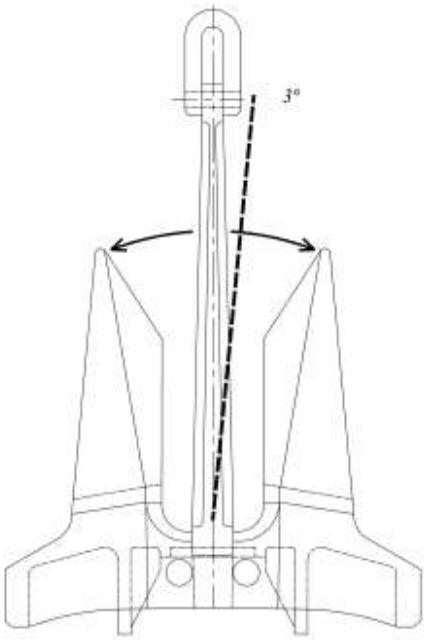


Рис.8.3.1

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 (HHP) і високої тримаючої сили (SHHP) 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°С 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 випробуванн**я** 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 (HHP)**

Місця проведення контролю	**Метод контролю**
Зовнішні поверхні виливків	PT або MT
Внутрішні поверхні виливків	PT або MT
Місця ремонту зварюванням	PT або MT
Куті деталі	–
Зварені деталі	PT або MT
PT – капілярний метод контролю MT– магнітопорошкова дефектоскопія	

Таблиця 8.4.2.5-2 **Неруйнівний контроль для якорів високої тримаючої сили (SHHP)**

Місця проведення контролю	**Метод контролю**
Зовнішні поверхні виливків	PT або MT і UT
Внутрішні поверхні виливків	PT або MT і UT
Усі поверхні виливків	PT або MT
Місця ремонту зварюванням	PT або MT
Куті деталі	–
Зварені деталі	PT або MT
PT – контроль капілярним методом MT– контроль магнітопорошковим методом UT– 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 (HHP) і високої тримаючої сили (SHHP)**

Місця проведення контролю	**Метод контролю**
Зовнішні поверхні виливків	PT або MT і UT
Внутрішні поверхні виливків	PT або MT і UT
Усі поверхні виливків	PT або MT
Випадково вибрана ділянка	UT
Місця ремонту зварюванням	PT або MT
Куті деталі	–
Зварені деталі	PT або MT
PT – контроль капілярним методом MT– контроль магнітопорошковим методом UT– 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 покладається на виготовлювача.

Представник Регістру 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 ⅔ від верхньої точки носка якоря, на центральній лінії, проведеній від носка правої лапи до п'ятки.

Маркування повинне містити наступні відомості:

- масу якоря;

- ідентифікаційний номер (наприклад, № протоколу випробувань або № сертифікату підприємства);

- клеймо Регістру;

- марку виготовлювача.

На веретено і лапи, виготовлені литтям, наносяться унікальні ідентифікаційні номери (позначення) виливків.

8.4.6 Документація, що видається на якір.

На якорі, що відповідають цим вимогам, Регістр оформляє Сертифікат, який повинний містити наступні відомості:

- найменування виготовлювача;

- тип якоря;

- маса якоря;

- ідентифікаційні номера веретена і лап;

- категорія (марка) матеріалу;

- пробне навантаження;

- термічна обробка;

- - наявність клейма Регістру.

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 корозійної стійкості, як загальної, так і в контакті з іншими матеріалами, особливостей технології зварювання, а також вивчення поводження 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 виготовлювача 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 виготовлювача злитків, слябів або заготовок разом із зазначенням виготовлювача, 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: ВТ1-00, ВТ1-0, ПТ-3В;

- пресований профіль (штабобульбовий) - сплав: ПТ-3В;

- заготовки штамповані - сплави: ПТ-3В;

- поковки – сплави: ПТ– 3В, 5В, 37;

- прути - сплави: ВТ1- 00, ВТ1-0, ВТ6, ВТ6С, 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**
ВТ1-00	-	-	-	-	-	-	-	0,15	0,08	0,05	0,10	0,008	0,04
ВТ1-0	-	-	-	-	-	-	-	0,30	0,13	0,07	0,25	0,010	0,04

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**
ПТ-3В	3,5-5,0	1,2-2,5	-	-	-	-	0,3	0,25	0,25	0,10	0,15	0,008	0,04
ВТ6	5,3-6,8	3,5-5,3	-	-	-	-	0,3	0,60	0,10	0,10	0,20	0,015	0,05
ВТ6С	5,3-6,5	3,5-4,5	-	-	-	-	0,3	0,25	0,15	0,10	0,15	0,015	0,05
5В	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 ВТ1-00 і ВТ1-0 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 Mo: 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
ВТ1-00	-	295	0,3 - 1,8	30
			1,8 - 6,0	25
			6,0 - 10,5	20
ВТ1-0	-	295	11 - 60	14
			60 - 150	10
ВТ1-0	-	375	0,3 - 1,8	25
			1,8 - 6,0	30
			1,8 - 6,0	25
			6,0 - 10,5	20
ВТ1-0	-	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 (стінки), 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	589-

Сплав	Напрямок вирізання зразків	Границя плинності, min, $R_{p0,2}$, МПа	Тимчасовий опір, min, R_m, МПа	Діаметр або товщина (стінки), мм	Відносне подовження, min , A_{5d} , %	Відносне звуження, Z, %	Ударна в'язкість KCU, кДж/м^2
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
				Від 200 до 450 вкл.	8	22	
				Від 450 до 650 вкл.	7	22	
	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.	6	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
ВТ6	-	835 - 1049	140 - 250	6	-
ВТ6С	-	755 - 981	140 - 250	6	-
ВТ1-00	-	295	10 - 12	20	-
		295	12 - 100		100
		265	100 - 150		600
ВТ1-0	-	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: ВТ6, ВТ6С – ковані, ВТ1-00, ВТ1-0 – 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 виготовлювачем напівфабрикатів. Стан постачання повинний бути указаний у сертифікаті підприємства 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 узгодженій 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 повздовжньому, 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 ВТ1-00, ВТ1-0 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 *KCU* 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 и 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°С і 350°С. Ударна в'язкість контролюється випробуваннями на ударний згин двох зразків при температурі 20°С.

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 виготовлювача;

.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 об'єму 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 об'єму 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 перевірці розмірів і стану поверхні.

Методи неруйнівного контролю застосовуються на вимоги користувача у відповідності до погодженої з Регістром документації. Проте передбачається, що підприємства-виготовлювачі 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 покладається на виготовлювача 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**		
ВТ1-00 ВТ1-0 ПТ-3В	Номінальна товщина, мм	600, 700, 800, 900, 1000	1200, 1300, 1400, 1500, 1600
	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**
ВТ1-00 ВТ1-0	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 виготовлювача і клеймо Регістру.

Маркування, як мінімум, повинне містити:

- найменування і/або позначення підприємства-виготовлювача;

- 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 підприємства. Форма і зміст Сертифікату підприємства повинні бути узгоджені із Регістром і покупцем.

Сертифікат Регістру повинний містити:
- номер замовлення;

- будівельний номер проєкту, 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 виготовлювача;

- позначення креслень і документації, у відповідності до якої виконується постачання матеріалу.

Обов'язковим додатком до Сертифіката Регістру повинні бути сертифікати підприємства з зазначеними результатами хімічного аналізу і механічних властивостей, які підтверджують відповідність матеріалу вимогам Регістру, протоколи випробувань.

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.

Поковки 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, відібраній 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 стінки, мм	**Характеристика**	**Температура випробувань, ^{0}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 ^{0}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	Відносне подовження, A_5, %	Відносне 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 виявляться дефекти, недопустимі Правилами Регістру або погодженій Регістром документації, то поковка бракується, незважаючи на супровідні документи та сертифікати підприємства.

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, суднових 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 з титанових сплавів вибирається в залежності від необхідних механічних властивостей при кімнатній та 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 заготівок із труб із титанових сплавів, повинні відповідати вимогам табл. 9.4.2.2 та погодженій із Регістром документації.

Таблиця 9.4.2.2 **Хімічний склад злитків і заготовок для труб із титанових сплавів**

Марка сплаву	**Хімічний склад, %**													
	Вміст елементів, %, не більше													
	Ti	Al	V	Mo	Zr	Mn	Cr	Si	Fe	O_2	H_2	N	C	∑ інших
ВТ1-00	Осно-	0,30	-	-	-	-	-	0,08	0,15	0,1	0,008	0,04	0,05	0,10
ВТ1-0	ва	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 за рівнем міцності класифікуються наступним чином:

- ВТ1-00, ВТ1-0, ПТ-1М – з границею плинності ≥ 200МПа;

- ПТ-7М - з границею плинності ≥ 400МПа;

- ПТ-3В - з границею плинності ≥ 600МПа.

Механічні властивості труб із титанових сплавів, повинні задовольняти вимоги діючихвідповідних національних чи міжнародних стандартів та/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 виготовлювача;

- визначення вмісту азоту (для зварних труб) по нормативній документації виготовлювача;

- контролю ультразвуковим методом на виявлення дефектів по нормативній документації виготовлювача.

9.4.3.3 Механічні властивості.

Механічні властивості труб із титанових сплавів повинні відповідати вимогам табл. 9.4.3.3-1 ÷ 9.4.3.3-4.

Таблиця 9.4.3.3-1 **Механічні властивості холоднодеформованих труб із титанових сплавів**

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**	**Тимчасовий опір розриву, R_m, МПа**	**Умовна границя плинності, $R_{p0,2}$, МПа**
	Не менше						
	При температурі 20°С			При температурі 150°С		При температурі 350°С	
ВТ1-0	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/м²**	**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°С					При температурі 150°С		При температурі 350°С	
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°С			При температурі 350°С	
ВТ1-00	294 - 490	-	30	-	-
ПТ-7М	480 - 667	373	20	235	176

Таблиця 9.4.3.3-4 **Механічні властивості холоднодеформованих труб із титанових сплавів (у тому числі зі спіральними ребрами) з ультрадрібнозернистою структурою**

Марка сплаву	Тимчасовий опір розриву $R_{m,}$, МПа	Умовна межа плинності $R_{P0,2}$, МПА	Відносне подовження A_S, %	Тимчасовий опір розриву R_m, МПа	Умовна межа плинності $R_{P0,2}$, МПА
		не менше			
	при температурі 20°С			при температурі 350°С	
ПТ-7М	580-770	430	20	345	220

9.4.4. Стан постачання.

Труби повинні постачатися в гартованому стані і без термічної обробки. Стан постачання вказується у Сертифікаті підприємства. Стан постачання обумовлюється визнаними Регістром стандартами і/або погодженій із Регістром документації.

Вид і режим термічної обробки встановлюються заводом-виготовлювачем, 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 любого 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 любого 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 установлюється 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, закочування, глибокі риски.

Допускаються окремі незначні забоїни, вм'ятини, риски, тонкий шар грату, 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	
ТЛ3	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 ТЛ3, які не піддавалися оксидуванню, 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 бракувальною 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*
ТЛ3	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 виготовлювачем 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 виготовлювачем. 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 дробоструминевою 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 Вимоги 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 Регістру 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 і під технічним наглядом Регістру.

Представнику Регістру, що здійснює технічний нагляд у виготовлювача напівфабрикатів «сталь–титан», який не має металургійного виробництва усіх складових композиційного матеріалу, повинні надаватися сертифікати якості виготовлювача і Свідоцтва Регістру 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 Регістру.

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 виготовлювачем напівфабрикатів «сталь–титан» і схваленою Регістром. Програма випробувань при визнанні виготовлювача 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 несуцільності 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 несуцільності 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^{O} виконується для якісної оцінки стійкості до відшарування сталевого і титанового 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 виготовлювача, 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 сталевого шарів напівфабрикатів «сталь–титан».

Виготовлювач повинен надати фотографії поверхні розділу шарів композитного матеріалу зі збільшенням х (10 ÷ 20) і х 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 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 сталевого і титанового 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 виготовлювач і клеймо Регістру.

Маркування, як мінімум, повинне містити:

- найменування і/або позначення підприємства - виготовлювача;

- 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 Як мінімум, сертифікат Регістру повинний містити:

- номер замовлення;

- будівельний номер судна, 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 і/або протоколи випробувань.

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 суднових 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 газовозів.

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 газовозів.

10.2.1.1 Ці вимоги поширюються на сталь, яка використовується в системах зберігання вантажу газовозів. 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 технічній документації.

10.2.2 Феронікелевий сплав (36% Ni) для систем зберігання вантажів газовозів.

10.2.2.1 ЦІ вимоги поширюються на феронікелевий сплав (36% Ni), також відомий як Інвар, який використовується в системах зберігання вантажу газовозів. Хімічний склад, механічні властивості, стан постачання, добірки проб, об'єм проб і методи випробувань сталі, яка використовується, повинні відповідати погодженій із Регістром технічній 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 газовозів. Хімічний склад, механічні властивості, стан постачання, добірки проб, об'єм проб і методи випробувань сплавів, які використовуються, повинні відповідати погодженій із Регістром технічній 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 використовується в теплоізоляційних панелях і ящиках вантажних танків газовозів з мембранною системою зберігання вантажів.

10.3.1.2 Фанера повинна виготовлятися, зберігатися і постачатися у відповідності з узгодженими до застосування Регістром стандартами і технічними вимогами підприємств. Регістр може вимагати виконання оглядів Регістром постачальників вихідних матеріалів 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 газовозів.

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 0,35Вт/м·°С при температурі 20°С. Фізико-хімічні властивості скловати, обсяг випробувань і технологія укладання має відповідати вимогам погодженої із Регістром технічної документації.

10.5 СКЛОВОЛОКНО, ЩО ЗАСТОСОВУЄТЬСЯ 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 газовозів.

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°С;

- 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 газовозів.

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 використовуються між внутрішнім корпусом і несучої мастики в системах, які використовують мембрани із Інвару.

Така плівка є гнучким матеріалом, що використовується для виключення прилипання несучої мастики до корпусу газовоза. Як плівку, рекомендується використовувати негорючу крафт–бумагу з питомою вагою 0,07кг/м^2.

Фізико хімічні властивості і обсяг випробувань має відповідати вимогам погодженої із Регістром технічної документації.

10.9 МАСТИКИ, В'ЯЖУЧІ РЕЧОВИНИ, ЛАКОФАРБОВІ 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 мастику 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 повинен 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. 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 нагляду Регістру 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 Вибір матеріалів

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 частин.

У разі вибору для елементів конструкцій корпусу сталевого суднобудівного прокату, що перевищує по товщині 50мм, або при розрахунковій температурі експлуатації елементів конструкцій корпусу нижче -50°С рекомендується застосування суднобудівної сталі з верхнім індексом «**Ice**».

Сталь для фундаментів механізмів і обладнання на відкритих палубах, та у відкритих і закритих неопалюваних приміщеннях повинна відповідати вимогам **1.2.3.1** частини II «Корпус» для групи в'язей I.

Розрахункова температура конструкції повинна прийматися згідно з **1.2.3.4** частини II «Корпус».

11.2.2 Сталеві конструкційні зварні та безшовні труби повинні задовольняти вимогам **3.4** частини XIII «Матеріали».

Вибір матеріалу труб для систем здійснюється згідно з їх призначенням, з урахуванням температури їх експлуатації і вимог табл. 2.1-4 частини IX «Матеріали і зварювання» Правил класифікації та побудови суден для перевезення зріджених газів наливом для мінімальної розрахункової температури -55°С.

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 суднах 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 погодженій з ним специфікації. Додатково, повинно бути представлене 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^{O}С.

Регістру повинні бути надані результати випробувань сталі при температурі експлуатації

12 ПРОДУКТИ АДИТИВНОГО ВИРОБНИЦТВА

12.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

12.1. 1 Вимоги цього розділу поширюються на напівфабрикати, кінцеві вироби та інші продукти, що отримуються методами адитивного синтезу і застосовуються для виготовлення елементів корпусу, деталей механізмів, пристроїв та інших компонентів судна, які є об'єктами технічного нагляду Регістру відповідно до Номенклатури Регістру.

12.1.2 Відповідно до вимог 1.1.4 всі зазначені в цьому розділі продукти повинні виготовлятися визнаними відповідно до **1.3.1.2** підприємствами.

12.1.3 Вимоги цього розділу поширюються на продукти, що утворюються з металевих матеріалів.

12.1.4 Застосування методів адитивного синтезу та матеріалів іншої природи, ніж описані в цьому розділі, може бути допущено Регістром після проведення досліджень під наглядом Регістру. Метою досліджень є визначення експлуатаційних властивостей продукту, а їх обсяг визначається вимогами споживача. При цьому продукт може бути допущений відповідно до вимог 1.6 частини III «Технічний нагляд за виготовленням матеріалів» Правил технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів та виробів.

12.2 ВИЗНАЧЕННЯ ТА ПОЯСНЕННЯ

12.2.1 У цьому розділі прийняті наступні визначення та пояснення.

Адитивне виробництво (АВ), адитивний синтез — процес виготовлення напівфабрикатів, виробів та інших продуктів, який базується на створенні фізичного об'єкта за електронною геометричною моделлю шляхом додавання матеріалу, як правило, шар за шаром, на відміну від віднімального (субтрактивного) виробництва (механічної обробки) та традиційного формоутворювального виробництва (лиття, штампування).

Адитивний продукт — напівфабрикат, виріб або інший продукт, що отримується в процесі адитивного виробництва.

Прекурсор — вихідний формоутворювальний матеріал у стані, що передував синтезу адитивного продукту.

Прототип — напівфабрикат або виріб, що отримується за допомогою методів, описаних в цієї частині Правил. До прототипів відносяться, зокрема: прокат, штампування, виливки, поковки тощо. Також прототипом може бути напівфабрикат, отриманий відповідно до національних і міжнародних стандартів.

12.3 МЕТАЛЕВІ АДИТИВНІ ПРОДУКТИ

12.3.1 Загальні положення.

12.3.1.1 Ці вимоги поширюються на металеві напівфабрикати, кінцеві вироби суднових пристроїв і деталей суднового машинобудування із металів, виготовлених із застосуванням методів адитивного виробництва.

В якості прекурсорів може використовуватися металевий порошок, зварювальний дріт або зварювальна стрічка. Як правило, необхідна для синтезу енергія підводиться за допомогою лазерного променю, електронного променю, плазми, електричної дуги або інших способів.

12.3.1.2 До цього розділу включені вимоги до матеріалу адитивних продуктів щодо обсягу проведення необхідних випробувань, приймальних характеристик і якості поверхні.

12.3.1.3 Вибір застосовуваної конкретної марки металу для виготовлення адитивних продуктів знаходиться в області відповідальності виробника. Коректність вибору підтверджується результатами випробувань, зазначених у цьому розділі.

12.3.1.4 Позначення марок матеріалів проводиться відповідно до національних і міжнародних стандартів.

12.3.2 Виробництво.

12.3.2.1 Адитивні продукти виготовляються за специфікаціями, ТУ, стандартами або іншими нормативними документами, відповідно до яких здійснюється поставка.

12.3.2.2 Визнання Регістром підприємств-виготовлювачів адитивних продуктів повинно здійснюватися відповідно до 1.4 частини III «Технічний нагляд за виготовленням матеріалів» Правил технічного нагляду за побудовою суден та виготовленням матеріалів і виробів. Сфера дії виданого Свідоцтва визнання виготовлювача (СВВ) поширюється на оглянуті види металу та методи адитивного синтезу. При цьому, крім вимог інших розділів Правил, СВВ повинно містити:

- типи (сталь, титанові сплави або інші сплави, композиції тощо);

- види (вуглецева сталь, корозійно-стійка сталь тощо);

- класи або категорії (AF-7, ВТ6 тощо);

- метод синтезу (лазерне наплавлення (Directed Energy Deposition DED, Direct Metal Deposition DMD), селективне лазерне плавлення (Selective laser melting SLM) тощо);

- типи застосовуваних прекурсорів (порошок, дріт, стрічка тощо);

- максимальні габаритні розміри продукту;

- застосовані умови поставки;

- метод поверхневого ущільнення.

12.3.2.3 Відповідальність виготовлювача повинна визначатися нормативним документом на поставку і гарантувати відповідність адитивного виробництва і властивостей адитивного продукту вимогам, що висуваються нормативним документом і цією частиною Правил. Якщо системою контролю виявлено випадки зниження показників якості продукції, виробник повинен їх ідентифікувати та вжити необхідних заходів для їх запобігання. Звіт про виконані дослідження та відповідні заходи повинен надаватися представнику Регістру.

12.3.2.4 При огляді підприємства повинна бути надана нормативна документація, що регламентує режими технологічного процесу виробництва, такі як потужність застосовуваного випромінювання, швидкість наплавлення тощо. Виготовлювач відповідно до вимог **12.3.2.3** несе відповідальність за подальше дотримання всіх згаданих технологічних режимів у процесі виготовлення продуктів адитивного виробництва. Відповідні реєстраційні записи повинні контролюватися виготовлювачем і надаватися представнику Регістру під час огляду.

Допускаються відхилення від встановлених режимів синтезу за умови відповідності якості виготовлюваної продукції вимогам, що пред'являються до матеріалу продукції. Виявлені відхилення повинні бути узгоджені із Регістром.

12.3.2.5 Синтез адитивних продуктів повинен виконуватися із застосуванням металевого порошку, поєднання зварювального дроту із захисним газовим або інертним середовищем, поєднання зварювального дроту або стрічки та флюсу. Контроль хімічного складу прекурсорів здійснюється виготовлювачем адитивного продукту з метою підтвердження відповідності міжнародним та національним стандартам, технічним умовам, технічним вимогам, специфікаціям або іншим нормативним документам.

Якщо прекурсори виготовлені на одному підприємстві, а синтез адитивних продуктів з них проводиться на іншому підприємстві, інспектору повинен бути наданий сертифікат підприємства – виготовлювача прекурсору, що вказує номер партії і, як мінімум, хімічний склад.

12.3.2.6 Кожна партія прекурсору повинна піддаватися вхідному контролю, що включає наступні параметри:

- перевірку супровідної документації (сертифіката підприємства);

- перевірку упаковки;

- перевірку хімічного складу;

- перевірку гранулометричного складу порошку, якщо це застосовне;

- перевірку насипної щільності та плинності порошку, якщо це застосовне.

Визначення хімічного та гранулометричного складів, насипної щільності та плинності порошку виконуються за методиками, які повинні бути включені до складу програми випробувань, що

схвалюється Регістром. Вхідний контроль повинен проводитися не більше ніж за місяць до початку адитивного виробництва.

У випадку виявлення суттєвих дефектів структури металу продукту, Регістр може вимагати перевірку геометричних та інших параметрів прекурсору.

У разі вторинного застосування прекурсорів, виготовлювач повинен забезпечити належні умови їх зберігання, а також здійснювати контроль їх технологічних властивостей і геометричних параметрів. Такі прекурсори в обов'язковому порядку повинні проходити просіювання агломерацій. При цьому призначена для відбору проб область продукту повинна бути виготовлена з прекурсору найгіршої якості, якщо для вирощування застосовуються різні прекурсори.

12.3.2.7 Вхідний контроль зварювального дроту, стрічки та флюсу, що застосовуються для виготовлення адитивних продуктів, повинен проводитися відповідно до вимог розділу 4 частини XIV «Зварювання» цих Правил або відповідних національних та міжнародних стандартів.

12.3.2.8 Методи випробувань матеріалу адитивних продуктів на розтягування, ударний вигин, металографічні дослідження, випробування на стійкість до міжкристалітної, щілинної та піттінгової корозії, визначення α-фази тощо, повинні відповідати вимогам підрозділу 2.2 та/або допущених Регістром до застосування відповідних національних і міжнародних стандартів.

12.3.2.9 При виборі марки матеріалу прекурсору повинні бути представлені обґрунтування вибору цих матеріалів в частині досягнення необхідних експлуатаційних властивостей, виходячи з функціонального призначення виробу і вимог відповідних розділів цієї частини Правил до прототипів і/або документів на поставку до хімічного складу прототипів.

12.3.2.10 При узгодженні з Регістром вимог до механічних властивостей матеріалу адитивних продуктів повинні бути враховані вимоги цієї частини Правил до прототипів та/або документів на поставку, а також вимоги, що визначаються призначенням виробу в частині мінімальних температур експлуатації, можливого впливу корозійно-активного середовища, циклічності експлуатаційних навантажень та інших умов експлуатації.

12.3.2.11 Вибір стану постачання визначається необхідною якістю адитивного продукту, що забезпечує отримання механічних властивостей, які, в свою чергу, визначаються документами на поставку. Якщо не обумовлено інше, допускаються такі стани поставки:

- у стані без термічної обробки;

- дифузійний (гомогенізуючий) відпал;

- нормалізація;

- термічне поліпшення (гартування з відпуском).

Параметри додаткової термічної обробки повинні бути включені до документації, що регламентує режими технологічного процесу виробництва.

12.3.2.12 Виробник повинен звернути увагу споживача на схильність до втоми матеріалу, а також на глибину поверхневого шару продукту з високою неоднорідністю, якщо такі мають місце.

12.3.3 Відбір проб.

12.3.3.1 Перед початком підготовки схеми відбору проб виробник повинен надати обґрунтування вибору цільової структури матеріалу. Вибір місця відбору проб або технологія синтезу проб-свідків повинні ґрунтуватися на необхідності контролю найгірших властивостей і структури матеріалу та/або найбільш відповідальних ділянок з точки зору умов експлуатації продукту. Реєстру повинен бути представлений аналіз відмінності очікуваних властивостей і структури шарів адитивного продукту.

12.3.3.2 Як правило, з метою проведення передбачених випробувань синтезують додатковий до партії продукт, який підлягає обробці для виготовлення зразків. Такий продукт повинен бути виготовлений за тією ж технологією, на тому ж обладнанні, з тієї ж партії прекурсору і з тією ж термічною обробкою, що і продукти партії.

12.3.3.3 Допускається відбір проб з додаткової частини до тіла адитивного продукту із партії. Схеми відбору проб і вирізання зразків повинні вказуватися в конструкторській документації та/або в програмі випробувань, схваленій Регістром. При цьому виробником має бути попередньо доведено, що додавання додаткової частини до продукту не має істотного впливу (як позитивного, так і негативного)

на якість і властивості шарів продукту. Відбір проб і виготовлення зразків слід проводити після закінчення всіх видів термічної обробки продуктів.

12.3.3.4 Також допускається адитивний синтез окремих від продукту проб-свідків, для проведення передбачених випробувань і контролю. Окремі проби повинні виготовлятися послідовно з продуктами партії з прекурсору тієї ж партії, на тому ж обладнанні, що і вся партія. Технологія синтезу проб-свідків повинна забезпечувати отримання структури і властивостей, що відповідають матеріалу продукту. Така відповідність повинна бути попередньо доведена Реєстру. У цьому випадку розміри проби по товщині і діаметру можуть відрізнятися від максимальних розмірів адитивного продукту не більше, ніж на 25 %, або з припуском на механічну обробку не менше ніж 1 мм, дивлячись що менше.

Окремо виготовлені проби повинні пройти термічну обробку в одній садці з представленим до огляду адитивним продуктом.

12.3.3.5 Розміри зразків повинні забезпечувати виконання необхідних і можливих повторних випробувань.

12.3.3.3 Зразки для механічних випробувань і контролю мікроструктури з урахуванням можливої анізотропії властивостей вирізаються у двох напрямках по відношенню до напрямку синтезу, тобто поздовжні осі зразків повинні бути відповідно паралельні та перпендикулярні до напрямку вирощування адитивного продукту.

12.3.4 Обсяг випробувань.

12.3.4.1 Види випробувань, яким повинні бути піддані адитивні продукти, наведені в табл.12.3.4.1. Випробування, які повинні бути проведені при поставках під технічним наглядом Регістру, відзначені знаком «+».

Таблиця 12.3.4.1 **Види випробувань адитивних продуктів**

Визначальні характеристики	Види матеріалів		
	Низьколеговані сталі	Корозійно-стійкі сталі	Титанові сплави
Хімічний склад	+	+	+
Випробування на розтягнення при 20°C	+	+	+
тимчасовий опір R_m	+	+	+
межа плинності $R_{0,2}$	+	+	+
відносне подовження A_S	+	+	+
відносне звуження Z	+	+	+
межа витривалості σ_R [1]	+	+	+
Робота руйнування при ударному згині при мінімальній температурі експлуатації	+	+	+
Контроль мікроструктури	+	+	+
Контроль α-фази	-	+[2]	-
Стійкість до міжкристалітної корозії	-	+	-
Стійкість до піттінгової та щілинної корозії	-	+	-
Неруйнівний контроль	+	+	+
Примітка: типи зразків і методики випробувань повинні відповідати вимогам розділу **2** цієї частини Правил. [1]Якщо кінцевий виріб буде витримувати циклічне навантаження [2]Для сталей аустенітного класу до проведення термічної обробки			

12.3.4.2 Адитивні продукти подаються на випробування партіями або поштучно. У разі огляду партії адитивних продуктів, випробуванням на визначення механічних властивостей піддається один продукт з партії. Неруйнівному контролю піддається кожен продукт партії.

Партія повинна складатися з адитивних продуктів одного найменування і сортаменту, виготовлених з прекурсору однієї партії, при однакових технологічних параметрах процесу синтезу, а термічна обробка проведена в одній садці. Обсяг партії також обмежується сумарною масою адитивних продуктів в 200 кг.

Адитивні продукти з низьколегованих сталей, призначені для застосування при температурах експлуатації нижче -30 °С, подаються до випробувань поштучно.

12.3.4.3 Якщо не вказано інше, з кожної проби виготовляється мінімальна кількість зразків згідно з табл. 12.3.4.3.

Таблиця 12.3.4.3

Види випробувань	Кількість зразків
Визначення хімічного складу	Один
Випробування на розтяг	По три зразку для кожного із двох напрямків
Визначення роботи удару	По три зразку для кожного із двох напрямків
Стійкість до міжкристалітної корозії	4 (два зразка контрольні)
Стійкість до піттінгової та щілинної корозії	По три зразку на кожний вид випробувань
Контроль мікроструктури	По одному зразку для двох площин виготовлення шліфу

12.3.4.4 Повторні випробування матеріалу адитивних продуктів виконуються відповідно до **1.3.2.3.** При повторних випробуваннях визначаються ті характеристики, за якими були отримані незадовільні результати. При цьому обсяг випробувань подвоюється.

12.3.5 Неруйнівний контроль.

12.3.5.1 Неруйнівний контроль адитивних продуктів може виконуватися наступними методами::

- зовнішнім оглядом і вимірюванням;

- радіографічним;

Застосування та обсяг інших методів контролю повинні бути узгоджені із споживачем.

12.3.5.2 Неруйнівний контроль проводиться відповідно до 3.2 частини XIII «Зварювання» Правил класифікації та побудови морських суден відповідно до обраних прототипів та/або національних і міжнародних стандартів, допущених Регістром до застосування.

12.3.5.3 Неруйнівний контроль напівфабрикатів гребних гвинтів здійснюється на підставі вимог **3.12.7** або **4.2.7** залежно від обраного матеріалу прекурсору.

12.3.6 Якість поверхні.

12.3.6.1 Об'єкт застосування адитивних продуктів повинен мати якість поверхні, що відповідає вимогам конструкторської документації та/або національних і міжнародних стандартів.

Якість поверхні та структура поверхневого шару адитивного продукту повинні бути враховані при проектуванні електронної геометричної моделі, подальшій механічній обробці та експлуатації. Система якості виготовлювача повинна забезпечувати необхідний обсяг перевірки поверхні продукту і поверхневого шару проб, що передують поставці продукту споживачеві. При виявленні дефектів поверхні матеріалу на завершальних стадіях виробництва можливе проведення ремонту відповідно до **12.3.6.2.3**. Ремонт продукту повинен бути узгоджений зі споживачем.

12.3.6.2 Критерії приймання.

12.3.6.2.1 Критерії приймання адитивного продукту повинні бути узгоджені зі споживачем і представлені в документах на поставку.

12.3.6.2.2 Тріщини, плями, розшарування, загострені краї та інші дефекти, видимі на поверхні, а також такі, що перешкоджають кінцевому використанню продукції, вимагають застосування вирубки або зачищення з подальшим ремонтом.

12.3.6.2.3 Усунення дефектів поверхні.

12.3.6.2.3.1 Зачищення дефектів без наплавлення допускається за таких умов:

- усунення дефектів поверхні місцевим зачищенням допускається на глибину не більше 7 % номінальної товщини, але в усіх випадках не більше 3 мм;

- площа області окремих місць зачищення повинна бути не більше 1 % загальної площі адитивного продукту;

- сумарна площа зачищення повинна бути не більше 2 % загальної площі адитивного продукту.

При цьому дефекти, розташовані один до одного на відстані ближче, ніж їх середня ширина, вважаються областю єдиного дефекту.

Зачищена поверхня повинна мати плавний перехід в навколишню поверхню продукту. Повне усунення дефекту повинно бути підтверджено магнітопорошковим або капілярним методом контролю.

12.3.6.2.3.2 Відновлення поверхні після вибірки дефектів.

Виправлення дефектів адитивних продуктів методом наплавлення слід проводити із застосуванням прекурсорів тієї ж марки, з якої виготовлені адитивні продукти.

Технологічний процес виправлення поверхневих дефектів методом наплавлення повинен бути представлений Регістру для затвердження. Виправлення дефектів повинно супроводжуватися проведенням подальшого неруйнівного контролю.

12.3.6.2.3.3 На усунення дефектів напівфабрикатів гребних гвинтів поширюються вимоги **3.12.9** або **4.2.8** залежно від обраного матеріалу прекурсору.

12.3.7 Маркування та документи.

12.3.7.1 Ідентифікація, маркування та видані документи повинні відповідати вимогам **1.4**.

12.3.7.2 Кожен адитивний продукт повинен супроводжуватися Свідоцтвом Регістру.

Регістр судноплавства України

ПРАВИЛА
КЛАСИФІКАЦІЇ ТА ПОБУДОВИ МОРСЬКИХСУДЕН

ЧАСТИНА XIII
МАТЕРІАЛИ

Регістр судноплавства України
04070, Київ, вул. Петра Сагайдачного, 10