

**РЕГІСТР СУДНОПЛАВСТВА УКРАЇНИ**

---

**ПРАВИЛА  
КЛАСИФІКАЦІЇ ТА ПОБУДОВИ СУДЕН  
ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ  
ЗРІДЖЕНИХ ГАЗІВ НАЛИВОМ**

**ПРАВИЛА  
КЛАСИФІКАЦІЇ ТА ПОБУДОВИ СУДЕН  
ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ  
СТИСНУТОГО ПРИРОДНОГО ГАЗУ**



**Київ 2019**

**Регістр судноплавства України.**

**Правила класифікації та побудови суден для перевезення зріджених газів наливом.**

**Правила класифікації та побудови суден для перевезення стиснутого природного газу.**

Правила класифікації та побудови суден для перевезення зріджених газів наливом і Правила класифікації та побудови суден для перевезення стиснутого природного газу затверджені відповідно до діючого положення і вступають в силу з 01.01.2019 року.

**Офіційне видання  
РЕГІСТР СУДНОПЛАВСТВА УКРАЇНИ**

© Регістр судноплавства України, 2019



## Вступ

Правила класифікації та побудови суден для перевезення зріджених газів наливом враховують положення «Міжнародного Кодексу побудови і обладнання суден, що перевозять зріджені гази наливом» (ІМО), прийнятого резолюцією MSC.370(93) 22 травня 2014 року з поправками, прийнятими резолюціями: MSC.411(97) і MSC.441(99) з MSC93/22/Add.1/Corr.5, і MSC.1/Circ.1543, MSC.1/Circ.1549, MSC.1/Circ.1559, MSC.1/Circ.1590.

Правила встановлюють вимоги специфічні для суден, які перевозять зріджені гази наливом, а також для суден, які перевозять зріджений природний газ (ЗПГ) наливом, призначених для забезпечення передачі ЗПГ (судна-бункерувальники ЗПГ) на судна, що використовують ЗПГ як паливо, і доповнюють Правила класифікації та побудови морських суден і Правила щодо обладнання морських суден Регістру судноплавства України.

Правила класифікації та побудови суден для перевезення стиснутого природного газу встановлюють вимоги, специфічні для суден, які перевозять стиснутий природний газ, і доповнюють Правила класифікації та побудови морських суден і Правила щодо обладнання морських суден Регістру судноплавства України. При розробці Правил були проаналізовані, з відповідним врахуванням за результатами аналізу, положення Правил класифікації DNV GL та досвід інших класифікаційних товариств.

## ЗМІСТ

Вступ .....	4
<b>ПРАВИЛА КЛАСИФІКАЦІЇ ТА ПОБУДОВИ СУДЕН ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЗРІДЖЕНИХ ГАЗІВ НАЛИВОМ</b>	
<b>ЧАСТИНА I. КЛАСИФІКАЦІЯ</b>	
<b>1</b> Загальні положення .....	15
1.1 Область поширення.....	15
1.2 Визначення і пояснення .....	15
<b>2</b> Рівноцінні заміни.....	19
2.1 Загальні вимоги.....	19
<b>3</b> Документи .....	19
3.1 Загальні вимоги .....	19
<b>4</b> Символ класу .....	19
4.1 Символ класу судна.....	19
4.2 Словесна характеристика в символі класу .....	19
<b>5</b> Проектна документація судна в побудові.....	21
5.1 Загальні вимоги.....	21
5.2 Кресленнях загального розташування судна .....	22
<b>ЧАСТИНА II. КОНСТРУКЦІЯ ГАЗОВОЗА</b>	
<b>1</b> Загальні вимоги.....	23
1.1 Загальні положення.....	23
1.2 Розташування приміщень і постів керування.....	23
1.3 Доступ у приміщення, розташовані у вантажній зоні.....	25
<b>2</b> Типи конструктивного захисту. Розташування вантажних ємкостей.....	32
<b>ЧАСТИНА III. ОСТІЙНІСТЬ. ПОДІЛ НА ВІДСІКИ. НАДВОДНИЙ БОРТ</b>	
<b>1</b> Остійність.....	41
<b>2</b> Аварійна остійність при місцевих ушкодженнях.....	41
<b>3</b> Поділ на відсіки .....	42
<b>4</b> Надводний борт.....	42
<b>ЧАСТИНА IV. ВАНТАЖНІ ЄМКОСТІ</b>	
<b>1</b> Визначення і пояснення .....	43

6 *Правила класифікації та побудови суден для перевезення зріджених газів наливом*  
*Правила класифікації та побудови суден для перевезення стиснутого природного газу*

<b>2</b>	<b>Типи вантажних ємкостей</b> .....	45
2.1	Вкладні вантажні ємкості.....	45
2.2	Вбудовані вантажні ємкості.....	47
2.3	Мембранні вантажні ємкості.....	47
2.4	Напівмембранні вантажні ємкості.....	47
<b>3</b>	<b>Розрахункові навантаження</b> .....	48
3.1	Міцність елементів конструкцій вантажних ємкостей, опор і деталей кріплення.....	48
3.2	Розрахункове навантаження від внутрішнього тиску.....	48
3.3	Розрахункове навантаження від зовнішнього тиску.....	49
3.4	Розрахункові динамічні навантаження.....	49
3.5	Пришвидшення, що діють на вантажні ємкості.....	52
3.6	Термічні навантаження.....	53
3.7	Навантаження, обумовлені зовнішнім впливом.....	53
3.8	Аварійні навантаження.....	53
3.9	Функціональні вимоги.....	54
3.10	Принципи безпеки утримання вантажу.....	56
<b>4</b>	<b>Розрахунки міцності</b> .....	57
4.1	Системи утримання вантажу.....	57
4.2	Розміри елементів корпусних конструкцій.....	57
4.3	Розрахунки міцності конструкцій мембранних ємкостей.....	57
4.4	Розрахунки міцності напівмембранних ємкостей.....	57
4.5	Розрахунки міцності вкладних вантажних ємкостей типу А.....	59
4.6	Розрахунки міцності вкладних вантажних ємкостей типу В.....	59
4.7	Розрахунки міцності вкладних вантажних ємкостей типу С.....	62
4.8	Вбудовані вантажні ємкості і опорні конструкції вантажних ємкостей.....	63
4.9	Системи утримання вантажу.....	63
<b>5</b>	<b>Напруження, що допускаються</b> .....	65
5.1	Вбудовані і мембранні вантажні ємкості.....	65
5.2	Вкладні вантажні ємкості типу А.....	65
5.3	Вкладні вантажні ємкості типу В.....	66
5.4	Вкладні вантажні ємкості типу В, виконані з використанням плоских поверхонь.....	68
5.5	Вкладні вантажні ємкості типу С.....	68
5.6	Мембранні системи утримання вантажу.....	71
<b>6</b>	<b>Додаток на корозію</b> .....	73
<b>7</b>	<b>Опори вантажних ємкостей</b> .....	73
<b>8</b>	<b>Вторинний бар'єр</b> .....	74
<b>9</b>	<b>Ізоляція</b> .....	76
9.1	Ізоляція вантажних ємкостей.....	76
9.2	Розрахунки ізоляції.....	76
9.3	Матеріали ізоляції.....	77

9.4	Пристрої для обігріву конструкцій корпусу.....	79
<b>10</b>	<b>Матеріали</b> .....	80
<b>11</b>	<b>Виготовлення і випробування</b> .....	82
11.1	Зварні шви.....	82
11.2	Випробування.....	82
<b>12</b>	<b>Зняття напружень у конструкціях вкладних вантажних ємкостей тину С</b> .....	86
<b>ЧАСТИНА V. ПРОТИПОЖЕЖНИЙ ЗАХИСТ</b>		
<b>1</b>	<b>Область поширення</b> .....	89
<b>2</b>	<b>Конструктивний протипожежний захист</b> .....	89
2.1	Загальні вимоги.....	89
2.2	Загальні заходи безпеки.....	90
<b>3</b>	<b>Протипожежне обладнання і системи</b> .....	91
3.1	Загальні вимоги.....	91
3.2	Водопожежна система.....	91
3.3	Система водорозпилення .....	92
3.4	Система порошкового гасіння.....	95
<b>4</b>	<b>Спорядження пожежника</b> .....	97
<b>5</b>	<b>Захист персоналу</b> .....	97
5.1	Загальні вимоги.....	97
5.2	Обладнання безпеки.....	98
<b>ЧАСТИНА VI. СИСТЕМИ І ТРУБОПРОВОДИ</b>		
<b>1</b>	<b>Загальні положення</b> .....	99
<b>2</b>	<b>Трубопроводи</b> .....	100
2.1	Матеріали .....	100
2.2	Товщина стінок труб.....	100
2.3	З'єднання трубопроводів .....	102
2.4	Термічна обробка труб.....	103
2.5	Ізоляція трубопроводів .....	103
<b>3</b>	<b>Системи і трубопроводи</b> .....	104
3.1	Загальні вимоги .....	104
3.2	Устрій і конструктивні елементи вантажних трубопроводів поза вантажною зоною .....	106
3.3	Газовідвідні системи для утримання вантажу.....	113
3.4	Межі заповнення вантажних ємкостей .....	122
3.5	Система регазифікації .....	124
<b>4</b>	<b>Регулювання тиску і температури вантажу</b> .....	128
4.1	Загальні положення .....	128
4.2	Система охолодження .....	131
4.3	Система утилізації вантажу, що випарувався .....	133

8 *Правила класифікації та побудови суден для перевезення зріджених газів наливом*  
*Правила класифікації та побудови суден для перевезення стиснутого природного газу*

<b>5</b>	<b>Система аварійного відключення (ESD) операцій з вантажем</b> .....	136
5.1	Загальні вимоги .....	136
5.2	Вимоги до клапанів системи ESD .....	136
5.3	Органи керування системи ESD .....	137
5.4	Додаткові випадки відключення .....	140
<b>6</b>	<b>Регулювання складу середовища вантажоутримуючої системи</b> .....	141
6.1	Загальні положення .....	141
6.2	Регулювання складу середовища всередині трюмних приміщень (вантажоутримуючих систем) .....	141
6.3	Інертизація .....	142
6.4	Генерування інертного газу.....	143
<b>7</b>	<b>Загально-суднові системи</b> .....	144
7.1	Осушувальна і баластна системи .....	144
7.2	Системи вентиляції у вантажній зоні. Вентиляція машинних приміщень категорії А .....	145
<b>8</b>	<b>Бортові отвори нижче палуби надводного борту</b> .....	148
<b>9</b>	<b>Вантажні насосні і компресорні відділення. Турельні відсіки</b> .....	148
<b>10</b>	<b>Пости керування вантажними операціями</b> .....	149
<b>11</b>	<b>Використання вантажу, як палива</b> .....	150
11.1	Загальні положення .....	150
11.2	Устрій приміщень, де розташовані споживачі газу.....	150
11.3	Подача газоподібного палива.....	151
11.4	Установка для підготовки газоподібного палива і відповідні витратні танки.....	155
11.5	Установки-споживачі газоподібного палива.....	156
<b>12</b>	<b>Випробування</b> .....	161
12.1	Випробування компонентів трубопроводів і насосів до установлення на судні .....	161
12.2	Випробування вантажних систем і трубопроводів на судні .....	165
<b>ЧАСТИНА VII. ЕЛЕКТРИЧНЕ ОБЛАДНАННЯ</b>		
<b>1</b>	<b>Загальні положення</b> .....	166
1.1	Область поширення.....	165
<b>2</b>	<b>Електрична установка</b> .....	166
2.1	Загальні положення.....	166
2.2	Електричне обладнання у вибухонебезпечних просторах і зонах.....	166
<b>3</b>	<b>Заземлення</b> .....	169
<b>4</b>	<b>Джерела електричної енергії</b> .....	169
<b>5</b>	<b>Живлення відповідальних пристроїв</b> .....	169
<b>6</b>	<b>Розподіл електричної енергії від аварійних джерел</b> .....	170



<b>7</b>	<b>Розміщення розподільних пристроїв</b> .....	170
<b>8</b>	<b>Електричні приводи суднових механізмів і пристроїв</b> .....	170
8.1	Загальні вимоги.....	170
8.2	Електричні приводи насосів.....	171
8.3	Електричні приводи вентиляторів .....	171
<b>9</b>	<b>Освітлення</b> .....	171
<b>10</b>	<b>Система аварійно-попереджувальної сигналізації (АПС)</b> .....	172
<b>11</b>	<b>Конструкція електричного обладнання</b> .....	172

#### **ЧАСТИНА VIII. КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ І СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ**

<b>1</b>	<b>Загальні положення</b> .....	175
<b>2</b>	<b>Індикатори рівня рідини у вантажних ємкостях</b> .....	175
<b>3</b>	<b>Сигналізація про рівень рідини</b> .....	176
<b>4</b>	<b>Прилади для вимірювання тиску</b> .....	177
<b>5</b>	<b>Пристрої індикації температури</b> .....	178
<b>6</b>	<b>Пристрої виявлення газу</b> .....	179
<b>7</b>	<b>Системи автоматизації</b> .....	183

#### **ЧАСТИНА IX. МАТЕРІАЛИ І ЗВАРЮВАННЯ**

<b>1</b>	<b>Загальні положення</b> .....	186
<b>2</b>	<b>Вимоги до матеріалів</b> .....	187
<b>3</b>	<b>Зварювання і неруйнівний контроль</b> .....	193
3.1	Загальні положення.....	193
3.2	Зварювальні матеріали.....	193
3.3	Технологічні випробування при зварюванні вантажних ємкостей, технологічних посудин під тиском і вторинних бар'єрів.....	194
3.4	Випробування.....	195
3.5	Технологічні випробування зварних з'єднань трубопроводів.....	196
3.6	Випробування зварних швів у процесі виробництва.....	196
3.7	Неруйнівний контроль.....	197

#### **ЧАСТИНА X. ОСОБЛИВІ ВИМОГИ**

<b>1</b>	<b>Загальні положення</b> .....	199
<b>2</b>	<b>Захист екіпажу</b> .....	199
2.1	Вимоги до індивідуального захисту.....	199
2.2	Додаткові вимоги щодо захисту екіпажу і судна.....	199
<b>3</b>	<b>Конструкційні матеріали</b> .....	200
<b>4</b>	<b>Вкладні вантажні ємкості</b> .....	200
<b>5</b>	<b>Системи охолодження</b> .....	200
<b>6</b>	<b>Додаткові вимоги до суден типу 1G</b> .....	201

<b>7</b>	<b>Носові або кормові вантажно-розвантажувальні трубопроводи</b> .....	202
<b>8</b>	<b>Видалення повітря з парових просторів</b> .....	202
<b>9</b>	<b>Контроль за вологістю</b> .....	202
<b>10</b>	<b>Інгібування</b> .....	202
<b>11</b>	<b>Вантажні насоси і пристрої розвантаження</b> .....	202
<b>12</b>	<b>Окис етилену</b> .....	203
<b>13</b>	<b>Суміші метилацетилену і пропадієну</b> .....	203
<b>14</b>	<b>Азот</b> .....	204
<b>15</b>	<b>Хлор</b> .....	204
15.1	Вантажні ємкості .....	204
15.2	Вантажні трубопроводи .....	205
15.3	Матеріали .....	206
15.4	Контрольно-вимірювальні прилади , пристрої безпеки.....	206
15.5	Захист екіпажу .....	207
15.6	Межі заповнення вантажних ємкостей .....	207
<b>16</b>	<b>Вініл хлористий</b> .....	207
<b>17</b>	<b>Ефір діетиловий і ефір вінілетиловий</b> .....	207
<b>18</b>	<b>Оксид пропілену і суміші оксиду етилену і оксиду пропілену із вмістом оксиду етилену не більше 30 % за вагою</b> .....	208
<b>19</b>	<b>Аміак</b> .....	211
<b>20</b>	<b>Трубопроводи повернення пари</b> .....	212
<b>21</b>	<b>Токсичні вантажі</b> .....	212
<b>22</b>	<b>Полум'язахисні екрани газовідвідних отворів</b> .....	213
<b>23</b>	<b>Максимально допустима кількість вантажу в одній ємкості</b> ..	213
<b>24</b>	<b>Несумісні вантажі</b> .....	213
<b>25</b>	<b>Перевезення вантажів, відзначених (*) у таблиці технічних вимог (Додаток 1)</b> .....	213
<b>26</b>	<b>Змішані вантажі C4</b> .....	213
<b>27</b>	<b>Двоокис вуглецю: високий ступінь очищення</b> .....	214
<b>28</b>	<b>Двоокис вуглецю: низький ступінь очищення</b> .....	215

#### **ЧАСТИНА XI. СУДНА-БУНКЕРУВАЛЬНИКИ ЗПГ**

<b>1</b>	<b>Загальні положення</b> .....	216
1.1	Область поширення.....	216
1.2	Визначення і пояснення .....	216
<b>2</b>	<b>Символ класу</b> .....	217
2.1	Символ класу судна.....	217
2.2	Словесна характеристика в символі класу .....	217
<b>3</b>	<b>Проектна документація судна в побудові</b> .....	218
3.1	Загальні вимоги.....	218
<b>4</b>	<b>Устрій, корпус і остійність судна-бункерувальника ЗПГ</b> .....	219
4.1	Устрій. Загальні вимоги.....	219

4.2	Корпус і остійність.....	220
<b>5</b>	<b>Противопожежний захист судна-бункерувальника ЗПГ.....</b>	<b>220</b>
5.1	Конструктивний протипожежний захист.....	220
5.2	Системи пожежогасіння.....	220
<b>6</b>	<b>Вантажна система судна-бункерувальника ЗПГ.....</b>	<b>221</b>
6.1	Загальні вимоги.....	221
6.2	Трубопроводи і шлангові лінії вантажної системи.....	224
<b>7</b>	<b>Система інертних газів.....</b>	<b>224</b>
<b>8</b>	<b>Система виявлення газу.....</b>	<b>225</b>
<b>9</b>	<b>Електричне обладнання.....</b>	<b>225</b>
9.1	Загальні положення.....	225
9.2	Контроль опору ізоляції ланцюгів у вибухонебезпечних зонах...	226
<b>10</b>	<b>Система аварійного відключення (ESD).....</b>	<b>226</b>
<b>11</b>	<b>Система керування передачею бункерного палива.....</b>	<b>227</b>
<b>12</b>	<b>Системи зв'язку.....</b>	<b>228</b>
<b>13</b>	<b>Додаткові функції, пов'язані з обслуговуванням суден, що використовують ЗПГ як паливо.....</b>	<b>228</b>

### ДОДАТКИ

Додаток 1	Таблиця технічних вимог.....	230
Додаток 2	Міжнародний кодекс побудови і обладнання суден, які перевозять зріджені гази наливом.....	234
Додаток 3	Неметалічні матеріали .....	234
Додаток 4	Стандарт використання методологій граничного стану при розрахунках системи утримання вантажу нової конфігурації.....	234

## ПРАВИЛА КЛАСИФІКАЦІЇ ТА ПОБУДОВИ СУДЕН ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ СТИСНУТОГО ПРИРОДНОГО ГАЗУ

### ЧАСТИНА I. КЛАСИФІКАЦІЯ

<b>1</b>	<b>Загальні положення.....</b>	<b>236</b>
1.1	Область поширення.....	236
1.2	Визначення і пояснення .....	236
<b>2</b>	<b>Рівноцінні заміни.....</b>	<b>238</b>
2.1	Загальні вимоги.....	238
<b>3</b>	<b>Документи .....</b>	<b>238</b>
3.1	Загальні вимоги .....	238
<b>4</b>	<b>Символ класу .....</b>	<b>238</b>
4.1	Символ класу судна.....	238
4.2	Словесна характеристика в символі класу .....	238
<b>5</b>	<b>Проектна документація .....</b>	<b>239</b>
5.1	Загальні вимоги.....	239

## **ЧАСТИНА II. КОНСТРУКЦІЯ ГАЗОВОЗА**

<b>1</b>	<b>Загальні положення.....</b>	<b>241</b>
----------	--------------------------------	------------

## **ЧАСТИНА III. ОСТІЙНІСТЬ. ПОДІЛ НА ВІДСІКИ. НАДВОДНИЙ БОРТ**

<b>1</b>	<b>Остійність.....</b>	<b>243</b>
<b>2</b>	<b>Аварійна остійність.....</b>	<b>243</b>
<b>3</b>	<b>Поділ на відсіки.....</b>	<b>243</b>
<b>4</b>	<b>Надводний борт.....</b>	<b>243</b>

## **ЧАСТИНА IV. ВАНТАЖНІ ЄМКОСТІ**

<b>1</b>	<b>Загальні положення.....</b>	<b>244</b>
<b>2</b>	<b>Вантажні ємкості спірального типу.....</b>	<b>245</b>
<b>3</b>	<b>Вантажні ємкості циліндричного типу.....</b>	<b>246</b>
3.1	Балони вантажних ємкостей.....	246
3.2	Розрахунки балонів вантажної ємкості.....	247
3.3	Розміщення вантажних ємкостей.....	250
<b>4</b>	<b>Трубопроводи вантажних ємкостей.....</b>	<b>251</b>
<b>5</b>	<b>Випробування тиском.....</b>	<b>252</b>
<b>6</b>	<b>Випробування головного зразка.....</b>	<b>253</b>

## **ЧАСТИНА V. ПРОТИПОЖЕЖНИЙ ЗАХИСТ**

<b>1</b>	<b>Загальні положення.....</b>	<b>254</b>
<b>2</b>	<b>Конструктивний протипожежний захист.....</b>	<b>255</b>
<b>3</b>	<b>Шляхи евакуації.....</b>	<b>256</b>
<b>4</b>	<b>Спорядження пожежника.....</b>	<b>256</b>
<b>5</b>	<b>Водопожежна система.....</b>	<b>256</b>
<b>6</b>	<b>Системо порошкового гасіння.....</b>	<b>257</b>
<b>7</b>	<b>Система водорозпилення.....</b>	<b>258</b>

## **ЧАСТИНА VI. СИСТЕМИ І ТРУБОПРОВОДИ**

<b>1</b>	<b>Трубопровідні системи у вантажній зоні.....</b>	<b>260</b>
<b>2</b>	<b>Вантажна система.....</b>	<b>260</b>
<b>3</b>	<b>Вантажні клапани.....</b>	<b>261</b>
<b>4</b>	<b>Захист від надлишкового тиску вантажних ємкостей і вантажних трубопроводів.....</b>	<b>261</b>
<b>5</b>	<b>Видалення газу з вантажної системи.....</b>	<b>262</b>
<b>6</b>	<b>Межі заповнення вантажних ємкостей.....</b>	<b>262</b>
<b>7</b>	<b>Інертизація вантажних просторів.....</b>	<b>262</b>
<b>8</b>	<b>Захист вантажних просторів від підвищення тиску.....</b>	<b>262</b>
<b>9</b>	<b>Осушення.....</b>	<b>263</b>
<b>10</b>	<b>Газовипускна система.....</b>	<b>263</b>

<b>11</b>	<b>Випробування</b> .....	263
<b>ЧАСТИНА VII. ЕЛЕКТРИЧНЕ ОБЛАДНАННЯ</b>		
<b>1</b>	<b>Загальні положення</b> .....	264
<b>ЧАСТИНА VIII. КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ</b>		
<b>1</b>	<b>Загальні положення</b> .....	265
<b>ЧАСТИНА IX. МАТЕРІАЛИ І ЗВАРЮВАННЯ</b>		
<b>1</b>	<b>Загальні положення. Розрахункові умови для вибору матеріалу</b> .....	266
1.1	Загальні положення.....	266
1.2	Розрахункові умови для вибору матеріалу.....	266
<b>2</b>	<b>Матеріали корпусних конструкцій</b> .....	266
<b>3</b>	<b>Матеріали вантажних ємкостей циліндричного типу</b> .....	267
3.1	Загальні положення.....	267
3.2	Методи випробувань сталевих прокату і труб.....	267
3.3	Сталь для труб для виготовлення балонів вантажних ємкостей.....	278
<b>4</b>	<b>Матеріали вантажних ємкостей спірального типу</b> .....	286
<b>5</b>	<b>Матеріали вантажних систем і трубопроводів</b> .....	286
5.1	Загальні положення.....	286
5.2	Сталеві фланці.....	286
<b>6</b>	<b>Композитні матеріали</b> .....	289
<b>7</b>	<b>Вимоги до зварювання</b> .....	290
7.1	Загальні положення.....	290
7.2	Випробування на зварюваність.....	291
7.3	Контроль зварних з'єднань.....	295
7.5	Зварювальні матеріали і контроль зварних з'єднань.....	299
7.5	Визначення тріщино-стійкості (CTOD).....	300
<b>ДОДАТКИ</b>		
Додаток 1	Специфікація вантажу.....	305
Додаток 2	Загальні вимоги до безпеки.....	305
Додаток 3	Методики спеціальних випробувань металевих труб і прокату.....	306

**ПРАВИЛА  
КЛАСИФІКАЦІЇ ТА ПОБУДОВИ  
СУДЕН  
ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ  
ЗРІДЖЕНИХ ГАЗІВ НАЛИВОМ**

# ЧАСТИНА І. КЛАСИФІКАЦІЯ

---

## 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

### 1.1 ОБЛАСТЬ ПОШИРЕННЯ

**1.1.1** Правила класифікації та побудови суден для перевезення зріджених газів наливом<sup>1</sup> поширюються на спеціально побудовані або переустатковані судна, призначені для перевезення наливом зріджених газів, які мають абсолютний тиск пари вище 280 кПа при температурі 37,8 °С, інших речовин, перерахованих у таблиці технічних вимог (див. Додаток 1), та судна, що перевозять зріджений природний газ (ЗПГ) наливом і призначені для забезпечення передачі ЗПГ на судна<sup>2</sup>, які використовують ЗПГ як паливо, незалежно від валової місткості і потужності силової установки.

На судна для перевезення зріджених газів наливом<sup>3</sup> повною мірою поширюються вимоги Правил щодо обладнання морських суден, Правил про вантажну марку морських суден, Правил щодо вантажопідіймальних пристроїв морських суден.

Правила класифікації та побудови морських суден<sup>4</sup> поширюються на газозови LG у тій мірі, у якій це обумовлено в тексті Правил LG.

### 1.2 ВИЗНАЧЕННЯ І ПОЯСНЕННЯ

В Правилах LG прийняті наступні визначення та пояснення:

*Адміністрація*— уряд держави, під прапором якої судно має право плавати.

*Вантажі* — речовини, перераховані в таблиці технічних вимог (див. Додаток 1) і перевезені наливом на судах, які відповідають вимогам Правил LG.

*Вантажна ємкість (вантажний танк)* — непроникна для рідини ємкість, спроектована як первинний резервуар для вантажу, що також включає всі подібні ємкості незалежно від того, мають вони ізоляцію і/або вторинні бар'єри чи ні.

*Вантажна зона* — частина судна, у якій розташовані вантажоутримуюча система, вантажне насосне і компресорне відділення, включаючи палубні простори над цими приміщеннями по всій ширині та довжині судна, але крім кофердамів, баластних і порожніх приміщень, розташованих від носової перегородки носового трюмного приміщення до носу і від кормової перегородки кормового трюмного приміщення до корми судна.

*Вантажні насоси* — насоси, які використовуються для передавання рідкого вантажу, включаючи головні насоси, підкачувальні насоси, насоси системи розпилення тощо.

---

<sup>1</sup> Далі — Правила LG.

<sup>2</sup> Далі — судна-бункерувальники ЗПГ.

<sup>3</sup> Далі — газозови LG.

<sup>4</sup> Далі — Правила МС

*Вантажні машинні приміщення* — приміщення, де розташовані вантажні компресори або насоси, установки для обробки вантажу, включаючи установки, що передають газоподібне паливо в машинне відділення чи до інших будь-яких установок-споживачів газоподібного палива.

*Вантажні службові приміщення* — приміщення площею більше 2 м<sup>2</sup> у вантажній зоні, використовувані як майстерні, комори тощо.

*Вантажоутримуюча система* — система, яка призначена для операцій з вантажем і в якій утримується вантаж, а також первинний і вторинний бар'єри, ізоляція, будь-які проміжні простори і прилягаючі конструкції, необхідні для їхнього кріплення.

*Верхня межа займистості (ВМЗ)* — концентрація вуглеводневого газу в повітрі, понад якої вміст повітря виявляється недостатнім для підтримки і поширення процесу горіння.

*Вторинний бар'єр* — не проникний щодо рідини зовнішній елемент вантажоутримуючої системи, призначений для тимчасового зберігання будь-яких можливих витоків рідкого вантажу через первинний бар'єр, що запобігає зниження температури корпусних конструкцій судна до небезпечного рівня.

*Газобезпечний простір* — простір, який не є газонебезпечним.

*Газовоз LG* — судно, призначене для перевезення наливом зріджених газів та інших вантажів, перерахованих в таблиці технічних вимог (див. Додаток 1).

*Газонебезпечний простір* (включаючи вибухонебезпечний простір):

- простір у вантажній зоні, який не обладнаний схваленим чином або обладнанням, що забезпечують постійне підтримання безпечної атмосфери;
- закритий простір поза вантажною зоною, через який проходить трубопровід, що містить вантаж в рідкому або газоподібному стані, або в межах якого такий трубопровід закінчується, якщо не встановлене схвалене обладнання для попередження будь-якого витоку пари вантажу в атмосферу цього простору;
- вантажоутримуюча система і вантажні трубопроводи;
- трюмне приміщення, де вантаж перевозиться у вантажоутримуючій системі, для якої не потрібний вторинний бар'єр;
- приміщення, відділене одинарним сталевим газонепроникним контуром від трюмного приміщення, у якому розташована вантажоутримуюча система, яка вимагає вторинного бар'єра;
- вантажне насосне і вантажне компресорне відділення;
- простір на відкритій палубі;
- напівзакрите приміщення на відкритій палубі в районі 3 м від будь-якого випускного отвору вантажної ємкості, отвору для виходу газу або пари, фланців вантажного трубопроводу, вантажних клапанів, входів і вентиляційних отворів, що ведуть у вантажне насосне або у вантажне компресорне відділення;
- відкрита палуба над вантажною зоною плюс 3 м до носу і до корми від вантажної зони і на висоту 2,4 м над верхньою палубою;
- простір у межах 2,4 м від зовнішньої поверхні вантажоутримуючої системи, де така поверхня піддана впливу зовнішнього середовища;



- закрите або напівзакрите приміщення, у яком розташовані трубопроводи, призначені для вантажу.

приміщення для вантажних шлангів;

закрите або напівзакрите приміщення, що має безпосередній вихід у будь-який газонебезпечний простір.

**Примітка:** Приміщення, яке містить устаткування для виявлення газу, зазначене в 6.3 частини VIII «Контрольно-вимірювальне обладнання і системи автоматизації», і приміщення, у якому використовується газ, що випаровується, як паливо, і яке відповідає вимогам частини VI «Системи і трубопроводи», не вважаються газонебезпечними просторами.

*Житлові приміщення* — див. 1.5.2 частини VI «Протипожежний захист» Правил МС.

*Закриття ємкості* — конструкція, призначена для захисту вантажоутримуючої системи від ушкодження, якщо вона виступає над верхньою палубою і/або служить для забезпечення безперервності та цілості палубної конструкції.

*Замкнений контур для добору проб* — система добору проб вантажу, при використанні якої витік пари вантажу в атмосферу зводиться до мінімуму шляхом повернення продукту у вантажну ємкість у процесі добору проб.

*ЗПГ (LNG)* — зріджений природний газ, що складається, в основному з метану.

*ЗНГ (LPG)* — зріджений нафтовий газ, що складається, в основному з вуглеводнів (суміші пропану і бутану в будь-якій комбінації), який може містити в невеликих кількостях інші компоненти, такі як сірководень або алкіли свинцю.

*Ізольований простір* — міжбар'єрний або інший простір, повністю або частково заповнений ізоляцією.

*Ізольовані системи* — системи вантажних трубопроводів і газовідвідні системи, які не мають постійного з'єднання одна з одною.

*Кодекс МКГ (IGC Code)* — Міжнародний кодекс побудови і обладнання суден, що перевозять зріджені гази наливом, перевиданий відповідно до резолюції ІМО MSC.370(93), з поправками, внесеними резолюціями MSC.411 (97) і MSC.441 (99)<sup>5</sup>.

*Кодекс МКХ (IBC Code)* — Міжнародний кодекс побудови і обладнання суден, що перевозять небезпечні хімічні вантажі наливом, прийнятий КБМ резолюцією ІМО MSC.4(48) з поправками.

*Конвенція СОЛАС 1974 з поправками* — Міжнародна конвенція про охорону людського життя на морі 1974 р. і Протоколи 1978 та 1988 рр. до неї, включаючи застосовні в ній кодекси<sup>6</sup>.

*Кофердам* — простір між двома суміжними сталевими перегородками або палубами.

---

<sup>5</sup> Далі — Кодекс

<sup>6</sup> Далі — Конвенція СОЛАС

*Купол ємкості* — верхня частина вантажної ємкості, яка виступає над верхньою палубою або закриттям ємкості.

*MARVS* — максимально допустимий настановний тиск підриву запобіжного клапану вантажної ємкості.

*Міжбар'єрний простір* — простір між первинним і вторинним бар'єрами, повністю або частково заповнений ізоляцією або іншим матеріалом.

*Нижня межа займистості (НМЗ)* — концентрація вуглеводневого газу в повітрі, нижче якої неможлива підтримка і поширення процесу горіння.

*Первинний бар'єр* — внутрішній елемент вантажоутримуючої системи, розрахований на зберігання вантажу, якщо ця система включає два бар'єри.

*Пост керування вантажними операціями (ПКВО)* — приміщення, використовуване для керування вантажними операціями і відповідне до вимог розд. 10 частини VI «Системи і трубопроводи».

*Пости керування* — див. 1.5.1 частини VI «Протипожежний захист» Правил МС.

*Порожнє приміщення* — закритий простір у вантажній зоні поза вантажоутримуючою системою, що не є трюмним приміщенням або баластною цистерною, паливною цистерною, вантажним насосним або компресорним приміщенням, будь-яким приміщенням, звичайно відвідуваним екіпажем.

*Споживач газу* — будь-яка установка на судні, яка як паливо використовує пару вантажу.

*Службове приміщення* — див. 1.5.3 частини VI «Протипожежний захист» Правил МС.

*Температура кипіння* — температура, °С, за якої вантаж має тиск пари, рівний атмосферному барометричному тиску.

*Тиск пари* — абсолютний рівноважний тиск насиченої пари над рідиною при певній температурі, виражений в кПа.

*Трюмне приміщення* — простір, який обмежений конструкцією корпусу і в якому розташована вантажоутримуюча система.

Якщо вторинний бар'єр є частиною конструкції корпусу, він може бути границею трюмного приміщення.

*Турельні відсіки* — приміщення і шахти, у яких утримується устаткування і механізми для захоплення від'єднаних (з туреллю) точкових систем швартування і роз'єднання з такими системами, гідравлічні експлуатаційні системи високого тиску, засоби протипожежного захисту і клапани для передачі вантажу.

*Щільність пари* — відносна вага пари порівняно з вагою повітря еквівалентного обсягу при однакових тиску і температурі.

## 2 РІВНОЦІННІ ЗАМІНИ

### 2.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

**2.1.1** Регістр може дати згоду на застосування конструкцій судна, устаткування, матеріалів, засобів і приладів або проведення заходів, інших ніж це потрібно згідно з Правилами LG, при цьому відступи від Правил LG можуть бути допущені Регістром тільки в тих випадках, коли такі відступи допускаються Кодексом.

**2.1.2** У зазначених випадках Регістру повинні бути надані дані, що дозволяють установити відповідність таких конструкцій, устаткування, матеріалів, засобів і приладів або заходів умовам, що забезпечують безпеку судна, охорону людського життя, надійне перевезення вантажів і запобігання забрудненню із суден.

## 3 ДОКУМЕНТИ

### 3.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

**3.1.1** Суднам, що задовольняють вимогам Правил LG і Кодексу, на додаток до документів, передбачених у підрозд. 1.4 Загальних положень про діяльність при технічному огляді, на підставі позитивних результатів огляду, відображених в актах оглядів, видається Міжнародне свідоцтво про придатність судна до перевезення зріджених газів наливом<sup>7</sup>.

Термін дії Свідоцтва — не більше 5 років.

**3.1.2** Свідоцтво повинне постійно знаходитися на судні і бути доступним для інспектування.

**3.1.3** У випадку, якщо на судні Регістром дозволені рівноцінні заміни, регламентовані розд. 2, у Свідоцтві повинний бути відображений зміст цих заміни.

## 4 СИМВОЛ КЛАСУ

### 4.1 СИМВОЛ КЛАСУ СУДНА

**4.1.1** Основний символ класу судна і додаткові знаки присвоюються відповідно до вимог 2.2 частини I «Класифікація» Правил класифікації та побудови суден<sup>8</sup>.

### 4.2 СЛОВЕСНА ХАРАКТЕРИСТИКА В СИМВОЛІ КЛАСУ

**4.2.1** Судна, що відповідають вимогам частини I «Класифікація» Правил класифікації та Правил LG, до основного символу класу (див. розд. 2 частини I «Класифікація» Правил класифікації) одержують словесну характеристику:

**газовоз (gas carrier).**

**4.2.2** Залежно від того, у якому ступені судно відповідає вимогам частини III «Остійність. Поділ на відсіки. Надводний борт», а також від розташування ван-

<sup>7</sup> Далі — Свідоцтво.

<sup>8</sup> Далі — частина I «Класифікація» Правил класифікації.

тажних ємкостей щодо зовнішньої обшивки судна і від ступеня забезпечення живучості судна, з урахуванням ступеня біологічної небезпеки допущених до перевезення вантажів, до словесної характеристики додаються слова:

тип **1G** (type **1G**), тип **2G** (type **2G**), тип **2PG** (type **2PG**), тип **3G** (type **3G**).

**4.2.3** Якщо газовоз LG призначений для перевезення тільки одного конкретного вантажу, у символі класу додатково вказується назва цього вантажу, наприклад, газовоз тип **2G** (етилен) (gas carrier type **2G** (ethylene)).

У цьому випадку вимоги, пропоновані до судна, повинні враховувати конкретні небезпеки, пов'язані з перевезенням цього вантажу.

**4.2.4** Якщо газовоз LG призначений для перевезення декількох конкретних вантажів, вимоги призначаються виходячи із сукупності властивостей найнебезпечніших перевезених вантажів.

**4.2.5** Судно, призначене для перевезення зріджених газів наливом разом з іншими видами вантажів, є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром.

**4.2.6** Якщо у вантажних ємкостях утримуються продукти, для перевезення яких потрібне судно типу **1G**, то ні займисті рідини з температурою спалаху 60 °C або менше, ні займисті продукти, перераховані в Додатку 1, не повинні перевозитися у вантажних ємкостях, розташованих у межах захисних зон, зазначених в 2.4.1 частини II «Конструкція газовоза».

**4.2.7** Якщо у вантажних ємкостях утримуються продукти, для перевезення яких потрібне судно типу **2G/2PG**, рідини, які займаються, зазначені в 4.2.6, не повинні перевозитися у вантажних ємкостях, розташованих у межах захисних зон, зазначених в 2.4.2 частини II «Конструкція газовоза».

**4.2.8** В кожному випадку для вантажних ємкостей, що містять продукти, відносно яких потрібне судно типу **1G** або **2G/2PG**, дане обмеження застосовується до захисних зон в межах довжини трюмних приміщень для цих вантажних ємкостей.

**4.2.9** Займисті рідини і продукти, зазначені в 4.2.6, можуть перевозитися в межах цих захисних зон, якщо продукти, для яких потрібне судно типу **1G** або **2G/2PG**, утримуються у вантажних ємкостях у кількості, використовуваний винаятково для охолодження, циркуляції або як паливо.

**4.2.10** Якщо на газовозі передбачена установка для регазифікації перевезеного вантажу для відвантаження його на берег і якщо виконуються вимоги 3.5 частини VI «Системи і трубопроводи» до таких установок, то до основного класу судна додається знак **RGU (Regasification unit)**. При цьому додатково повинні виконуватися вимоги 2.2.5.5 частини VII «Електричне обладнання» і частини V «Протипожежний захист».

**4.2.11** Якщо на газовозі передбачена установка для спалювання газу, що задовольняє вимогам 4.3 частини VI «Системи і трубопроводи», то до основного класу судна додається знак **GCU (Gas combustion unit)**.

## 5 ПРОЕКТНА ДОКУМЕНТАЦІЯ СУДНА В ПОБУДОВІ

### 5.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

**5.1.1** На додаток до технічної документації, зазначеної в підрозд. 4.2 частини I «Класифікація» Правил класифікації, Регістру повинні бути надані наступні технічні дані і документи, які підтверджують виконання Правил LG:

**.1** креслення і розрахунки міцності вантажних ємкостей із вказівкою відстані від обшивки борту і днища до ємкостей;

**.2** креслення опор та інших конструкцій для кріплення вкладних вантажних ємкостей;

**.3** креслення і схеми систем і трубопроводів для вантажу із вказівкою таких вузлів, як компенсатори, фланцеві з'єднання, запірні і регульовальні арматури;

**.4** креслення і опис установки інертних газів;

**.5** обґрунтування придатності вогнегасних речовин, приладів системи виявлення і гасіння пожежі для перевезених вантажів, а також документи, що підтверджують прийняті в проєкті розрахунковий час гасіння пожежі, інтенсивність подачі вогнегасних речовин і запас вогнегасних речовин на судні;

**.6** схеми і розрахунки системи вентиляції приміщень у вантажній зоні та інших приміщень, до яких необхідний доступ для виконання вантажних операцій.

На схемах повинні бути наведені дані про придатність матеріалів, застосованих для виготовлення крилаток вентиляторів і повітряводів;

**.7** схеми і розрахунки газовідвідної системи;

**.8** креслення і описи всіх систем і обладнання для виміру кількості і характеристик вантажу і виявлення газів;

**.9** схеми і розрахунки осушувальної та баластної систем у вантажній зоні, насосних відділеннях, кофердамах, тунелях трубопроводів, приміщеннях для вкладних вантажних ємкостей тощо;

**.10** обґрунтування придатності ізоляційних матеріалів, застосованих у вантажній зоні, а також відомості про технологію їхнього виготовлення, умовах зберігання, методах контролю якості, ступені шкідливого впливу сонячної радіації, вібраційної і температурної стійкості;

**.11** креслення швидкозапірних пристроїв вантажоутримуючої системи;

**.12** схеми систем підігрівання і охолодження вантажу і розрахунки теплопередачі;

**.13** креслення запобіжних і вакуумних запобіжних клапанів вантажних ємкостей;

**.14** схеми систем регулювання тиску і температури вантажу;

**.15** розрахунки напружень у вантажних та інших трубопроводах, що містять вантаж при температурі нижче - 110 °С;

**.16** схеми трубопроводів, які стосуються до використання вантажу як палива, із вказівкою окремих вузлів з'єднань труб, розташування і конструкції арматури;

**.17** принципіві схеми електричних приводів і систем керування установок повторного зрідження газу, охолодження зріджених газів, вантажних насосів і компресорів, вироблення інертних газів, вентиляції вибухонебезпечних приміщень і повітряних шлюзів;

**.18** принципіві схеми електричних систем вимірів і сигналізації;

**.19** принципіві схеми систем автоматичного і дистанційного відключення електричного устаткування, дистанційного керування клапанами обігріву корпусних конструкцій;

**.20** креслення розташування електричного обладнання;

**.21** креслення прокладки кабелів у вибухонебезпечних приміщеннях і просторах;

**.22** креслення заземлення електричного обладнання, кабелів, трубопроводів, установлених в газонебезпечних просторах;

**.23** обґрунтування придатності електричного обладнання;

**.24** методика робіт з механічного зняття напружень вкладних вантажних ємкостей.

**5.1.2** На розгляд Регістру повинен бути представлений перелік вантажів, призначених до перевезенню на судні, із вказівкою основних хімічних і фізичних властивостей, а також небезпечних властивостей, пов'язаних з їхнім перевезенням і зберіганням.

## **5.2 КРЕСЛІННЯ ЗАГАЛЬНОГО РОЗТАШУВАННЯ СУДНА**

**5.2.1** На кресленнях загального розташування судна або на окремих кресленнях повинне бути показане розташування:

**.1** вантажних люків (куполів ємкостей) і будь-яких інших отворів у вантажних ємкостях;

**.2** дверей, люків і будь-яких інших отворів у газонебезпечні простори або зони (див. 2.2 частини VII «Електричне обладнання»);

**.3** газовідвідних труб і місць забору і випуску повітря системи вентиляції;

**.4** дверей, ілюмінаторів, тамбурів, місць виходу вентиляційних каналів та інших отворів у приміщеннях надбудови і приміщеннях, що примикають до вантажної зони;

**.5** передбачуваний поділ вантажних ємкостей на групи з метою поділу вантажу.

# ЧАСТИНА II. КОНСТРУКЦІЯ ГАЗОВОЗА

---

## 1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

### 1.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

**1.1.1** Як основний тип газовеоза LG прийняте судно з кормовим розташуванням механічної установки.

Розміри елементів конструкції корпусу визначаються відповідно з вимогами Правил МС для наливних або суховантажних суден залежно від прийнятого конструктивного типу судна, типу вантажних ємкостей і висоти надводного борту.

**1.1.2** Трюмні приміщення повинні розташовуватися до носу від машинних приміщень категорії А.

Трюмні приміщення повинні бути відділені від суднових приміщень відповідно до вимог 2.3 частини V «Протипожежний захист».

**1.1.3** Судна, обладнані вантажоутримуючими системами із вторинним бар'єром, які призначені для перевезення вантажів при температурі нижче  $-10^{\circ}\text{C}$ , по всій довжині вантажної зони повинні мати подвійне дно, а при устаткуванні вантажоутримуючими системами, які призначені для перевезення вантажів при температурі  $-55^{\circ}\text{C}$  і нижче — також повинні мати і поздовжні перегородки, що утворюють бортові ємкості.

**1.1.4** У місцях проходу вантажних ємкостей через відкриту верхню палубу повинні бути передбачені пристрої, які забезпечують ущільнення між палубою і вантажними ємкостями.

### 1.2 РОЗТАШУВАННЯ ПРИМІЩЕНЬ І ПОСТІВ КЕРУВАННЯ

**1.2.1** Пости керування, житлові і службові приміщення не повинні розташовуватися в межах вантажної зони.

На суднах, обладнаних вантажоутримуючими системами із вторинним бар'єром, повинна бути забезпечена газонепроникність перегородок житлових і службових приміщень і постів керування, звернених до вантажної зони.

**1.2.2** Входи і отвори в пости керування, машинні, житлові і службові приміщення не повинні бути звернені до вантажної зони, носових або кормових вантажно-розвантажувальних пристроїв.

Розміщення цих входів і отворів допускається на перегородці, не зверненій до вантажної зони, носових або кормових вантажно-розвантажувальних пристроїв, і/або на бортових стінках надбудов або рубок на відстані  $L/25$ , але не менше 3 м, від кінця надбудови або рубки.

Зазначена відстань може не перевищувати 5 м.

Двері ходового містка можуть установлюватися в зазначених межах, якщо їхня конструкція забезпечує швидке закривання і надійну газонепроникність ходового містка.

**1.2.3** Люмінатори, звернені до вантажної зони, носових або кормових вантажно-розвантажувальних пристроїв, і розташовані на бортових стінках надбудови або рубки на відстані від вантажної зони менше зазначеної в 1.2.2, повинні бути глухого (що не відкривається) типу.

Зазначена вимога не поширюється на вікна ходового містка.

**1.2.4** Доступ в приміщення бака, в яких утримуються джерела запалення, може бути через одинарні двері, звернені в сторону вантажної зони, за умови, що двері розташовані за межами небезпечних зон (див. 2.2.1 частини VII «Електричне обладнання»).

**1.2.5** Люмінатори і вікна звернені до вантажної зони, носових або кормових вантажно-розвантажувальних пристроїв, і розташовані в бокових стінках надбудов і рубок в межах, зазначених в 1.2.2, за винятком вікон ходового містка, повинні бути виготовлені на клас «А-60».

Люмінатори у зовнішній обшивці корпусу під самою високою безперервною палубою і у першому ярусі надбудови або рубки повинні бути глухого (що не відкривається) типу.

**1.2.6** Усі приймальні та випускні отвори системи вентиляції та інші отвори в житлові і службові приміщення та пости керування повинні бути обладнані відповідно вимогам 7.2.3.2 частини VI «Системи і трубопроводи».

**1.2.7** Розташування постів керування і машинних приміщень турельних систем, а також розташування вантажних машинних приміщень і турельних відсіків повинне відповідати вимогам розд. 9 частини VI «Системи і трубопроводи».

**1.2.8** Розташування постів керування вантажними операціями (ПКВО) повинне відповідати вимогам розд. 10 частини VI «Системи і трубопроводи».

**1.2.9** Вимоги до конструкції і розмірів кофердамів викладені в 2.7 частини II «Корпус» Правил МС.

**1.2.10** Конструкція закриття куполів вантажних ємкостей є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром.

**1.2.11** Розміщення твердого баласту в районі вантажних ємкостей, як правило, не допускається.

В особливих випадках, коли приймання твердого баласту до району вантажних ємкостей неминуче, його розташування повинне бути таким, щоб ударні навантаження при ушкодженні днища не передавалися безпосередньо на вантажні ємкості.

**1.2.12 Носові і кормові вантажно-розвантажувальні пристрої.**

**1.2.12.1** За умови виконання вимог цього розділу і 3.2.2 частини VI «Системи і трубопроводи» вантажні трубопроводи можуть бути влаштовані таким чином, щоб зробити можливим завантаження і розвантаження з носу або корми.

**1.2.12.2** Носові і кормові вантажно-розвантажувальні трубопроводи, прокладені поруч з житловими, службовими приміщеннями або постами керування, не повинні використовуватися для передачі вантажів, для перевезення яких повинні використовуватися судна типу 1G.



Носові і кормові вантажно-розвантажувальні тубопроводи не повинні використовуватися для перекачування токсичних вантажів, якщо їхній розрахунковий тиск перевищує 2,5 МПа.

**1.2.12.3** У складі носових і кормових вантажно-розвантажувальних пристроїв використання переносних устроїв не дозволяється.

**1.2.12.4** Входи, повітрязабірники і отвори, що ведуть у житлові, службові і машинні приміщення, а також у пости керування, не повинні бути звернені до місця розміщення вузлів приєднання до берега носових або кормових вантажно-розвантажувальних пристроїв.

Вони повинні розміщатися на бортових стінках надбудови або рубки на відстані, рівній не менше 4 % довжини судна, або не менше 3 м від краю надбудови або рубки, зверненого до місця розміщення вузла приєднання до берега носових або кормових вантажно-розвантажувальних пристроїв. Немає необхідності, проте, у тому, щоб ця відстань перевищувала 5 м.

**1.2.12.5** Ілюмінатори, звернені до місця розташування пристрою приєднання до берега, а також на бортових стінках надбудови або рубки в межах зазначеної в 1.2.12.4 відстані, повинні бути глухими.

Під час використання носових або кормових вантажно-розвантажувальних пристроїв усі двері, лацпорти та інші отвори, розташовані на відповідній бортовій стороні надбудови або рубки, де розташовані вузли приєднання носових або кормових вантажно-розвантажувальних пристроїв до берега, повинні бути увесь час закриті.

**1.2.12.6** Палубні отвори і повітрязабірники, розташовані на відстані 10 м від місця розміщення вузла приєднання носових або кормових вантажно-розвантажувальних пристроїв до берега, повинні бути закриті протягом усього періоду використання цих пристроїв.

**1.2.12.7** Електрообладнання, розміщене в межах 3-х метрової зони від місця розташування вузла приєднання перерахованих вище пристроїв до берега, повинне відповідати вимогам частини VII «Електричне обладнання».

**1.2.12.8** Протипожежні пристрої, призначені для використання в районі розміщення носових або кормових вантажно-розвантажувальних зон, повинні відповідати вимогам 3.3.1.4 частини V «Протипожежний захист».

**1.2.12.9** Між постом керування вантажними операціями і місцем приєднання вантажних шлангів до берега слід передбачити засоби зв'язку.

### **1.3 ДОСТУП В ПРИМІЩЕННЯ, РОЗТАШОВАНІ У ВАНТАЖНІЙ ЗОНІ**

**1.3.1** Конструкція трюмного приміщення повинна забезпечувати можливість зовнішнього огляду ізоляції з боку трюмного приміщення.

Якщо цілість ізоляції може бути перевірена оглядом зовні перегородки, яка обмежує трюмне приміщення, при експлуатаційній температурі вантажної ємкості, огляд ізоляції із сторони трюмного приміщення не потрібний.

**1.3.2** Повинен бути забезпечений візуальний огляд принаймні з однієї сторони внутрішньої конструкції корпусу без знімання будь-якої постійної конструкції або устаткування.

Якщо такий візуальний огляд, незалежно від того, як він вимагається в 1.3.1 чи в підрозд. 8.5 та розд. 11 частини IV «Вантажні ємкості», можливий тільки для зовнішньої сторони внутрішнього корпусу судна, то внутрішнім корпусом не повинна бути обмежуюча перегородка паливної цистерни.

**1.3.3** Розташування трюмних приміщень, порожніх просторів, вантажних ємкостей та інших приміщень, класифікованих як небезпечні зони, повинне бути таким, щоб забезпечити можливість доступу і огляду кожного з таких приміщень персоналом у захисному одязі з дихальними апаратами, а також дозволити винести людей, що одержали каліцтва і/або, які перебувають у несвідомому стані.

**1.3.3.1** Доступ повинен бути забезпечений наступним чином:

**.1** в усі вантажні ємкості повинен бути забезпечений прямий доступ з відкритої палуби.

**.2** доступ, що забезпечується через горизонтальні отвори, люки або горловини. Їхні розміри, повинні бути достатніми, щоб особа з дихальним апаратом могла безперешкодно піднятися або спуститися по будь-якому трапу, а також надавати достатній простір для підймання потерпілого з днищевої частини приміщення.

Мінімальні розміри отвору у світлі повинні бути не менше 600 x 600 мм із заокругленням в кутах радіусом до 100 мм максимум.

Для зменшення напруження в районі кутів розміри отвору можуть бути збільшені до 600 × 800 мм зі збільшенням радіуса до 300 мм (див. рис. 1.3.3.1.2).

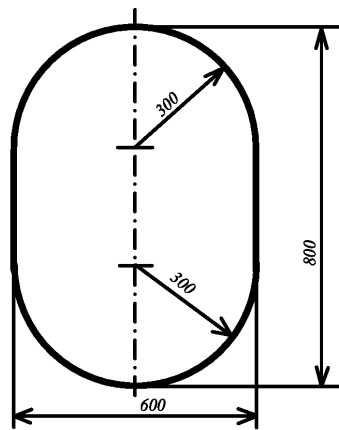


Рис. 1.3.3.1.2

**.3** доступ, що забезпечується через вертикальні отвори або лазі, які забезпечують прохід уздовж і поперек приміщень. Мінімальний розмір отворів повинен становити не менше 600 × 800 мм із кутовим радіусом 300 мм.

У випадках, коли через конструктивну міцність у рамних балках танків подвійного дна не допускається отвір висотою 800 мм, може бути прийнятий отвір висотою 600 мм і шириною 800 мм.

Для легкої евакуації потерпілого на ношах може застосуватися вертикальний отвір розміром не менше  $850 \times 620$  мм як прийнятна альтернатива для отвору розміром  $600 \times 800$  мм із кутовим радіусом 300 мм (див. рис. 1.3.3.1.3) .

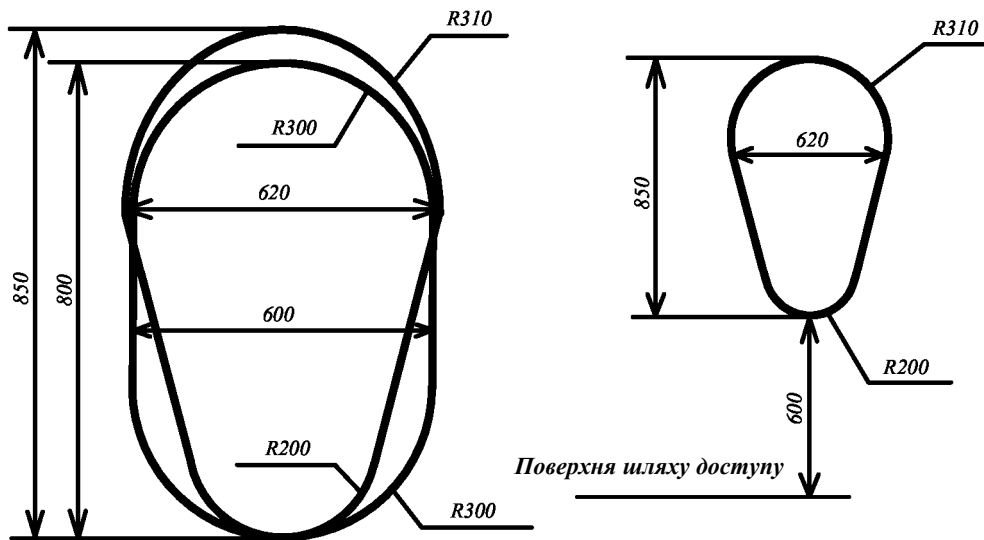


Рис. 1.3.3.1.3

Якщо вертикальний отвір розташований на висоті понад 600 мм, повинні передбачатися сходи і поруччя для рук.

При цьому необхідно продемонструвати, що потерпілого можна легко евакуювати.

.4 круглі вирізи для доступу в танки типу С повинні мати діаметр не менше 600 мм.

**1.3.3.2** Розміри, зазначені в 1.3.3.1.2 і 1.3.3.1.3, можуть бути зменшені, якщо вимоги 1.3.3 можуть бути виконані для задоволення Адміністрації.

**1.3.3.3** Якщо вантаж перевозиться в системі утримання вантажу, для якої потрібний вторинний бар'єр, вимоги 1.3.3.1.2 і 1.3.3.1.3 не застосовуються до приміщень, відділених від трюмного приміщення за допомогою однієї газонепроникної сталеві обмежуючої конструкції. Такі приміщення повинні бути обладнані тільки прямими або обхідними засобами доступу з відкритої палуби, не включаючи будь-яких замкнених безпечних зон.

**1.3.3.4** Доступ, який вимагається для перевірок, це спеціально призначені засоби доступу через конструкції, розташовані нижче і вище вантажних ємкостей, які повинні мати мінімальний поперечний переріз, відповідний до 1.3.3.1.3.

**1.3.4** Для забезпечення вимог 1.3.1 або 1.3.2 повинне застосовуватися наступне:

**1** якщо потрібно забезпечити прохід між поверхнею, що перевіряється, плоскою або вигнутою, і такими конструкціями, як палубні бімси, ребра жорсткості, шпангоути, рамні балки тощо, відстань між такою поверхнею і вільними крайками елементів конструкцій повинна становити не менше 380 мм.

Відстань між поверхнею, що перевіряється, і поверхнею, з якою з'єднані вищевказані елементи конструкцій, наприклад, палубою, перегородкою або зовнішньою обшивкою, повинна становити не менше 450 мм для вантажної ємкості із криволінійною поверхнею (наприклад для вантажної ємкості типу С) або 600 мм для вантажної ємкості із плоскою поверхнею (наприклад для вантажної ємкості типу А) (див. рис. 1.3.4.1);

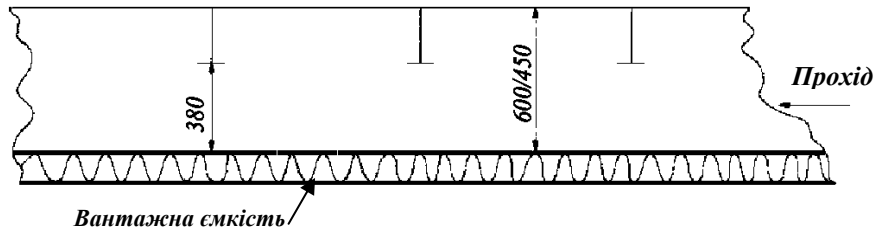


Рис. 1.3.4.1

**2** якщо не потрібно забезпечувати прохід між поверхнею, що перевіряється, і будь-якою частиною конструкцій, з метою забезпечення видимості відстань між вільною крайкою елементу конструкції і поверхнею, що перевіряється, повинна становити не менше 50 мм або половину ширини пояса цього елементу конструкції, дивлячись по тому, що більше (див. рис. 1.3.4.2);

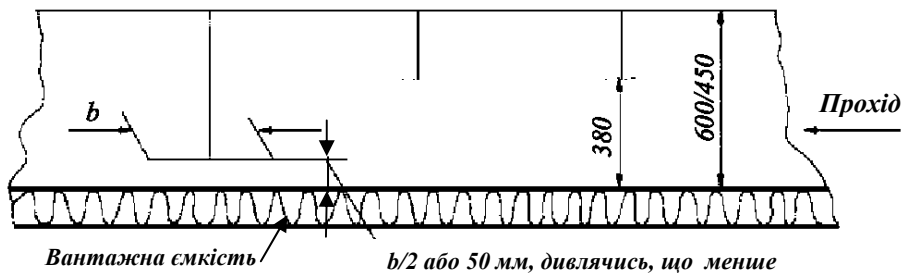


Рис. 1.3.4.2

**3** якщо для перевірки криволінійної поверхні потрібно забезпечити прохід між цією та іншою поверхнею, плоскою або вигнутою, на якій немає елементів конструкцій, відстань між обома поверхнями повинна становити не менше 380 мм (див. рис. 1.3.4.3).

Якщо не потрібно забезпечувати прохід між такою криволінійною поверхнею та іншою поверхнею, може бути допущена відстань менша 380 мм із урахуванням форми криволінійної поверхні;

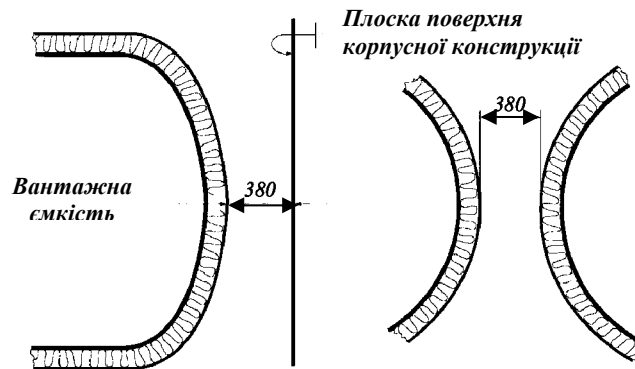


Рис. 1.3.4.3

.4 якщо для перевірки поверхні, за формою близької до плоскої, потрібно забезпечити прохід між двома за формою близькими до плоских і до паралельних поверхонь, на яких немає елементів конструкції, відстань між цими поверхнями повинна становити не менше 600 мм.

Якщо для доступу передбачені стаціонарні трапи, для входу повинний бути наданий простір шириною не менше 450 мм (див. рис. 1.3.4.4);

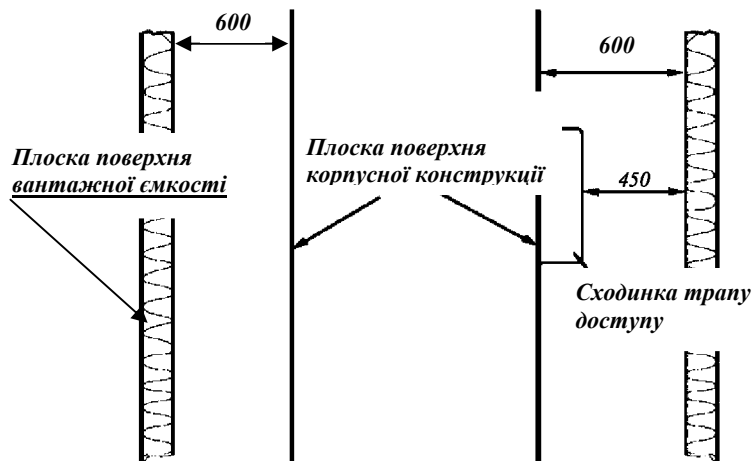


Рис. 1.3.4.4

.5 мінімальні відстані між рецесом вантажної ємкості і суміжними конструкціями подвійного дна в місці приймального колодязя повинні становити не менше зазначених на рис. 1.3.4.5 (показує, що відстань між плоскими поверхнями

реcesa і колодязя становить як мінімум 150 мм і, що зазор між крайкою настилу внутрішнього дна, вертикальною стінкою колодязя і точкою перетинання сферичної або круглої поверхні вантажної ємкості і реcesa танка становить не менше 380 мм).

Якщо приймальний колодязь не передбачений, відстань між рецесом вантажної ємкості і внутрішнім дном повинна бути не менше 50 мм;

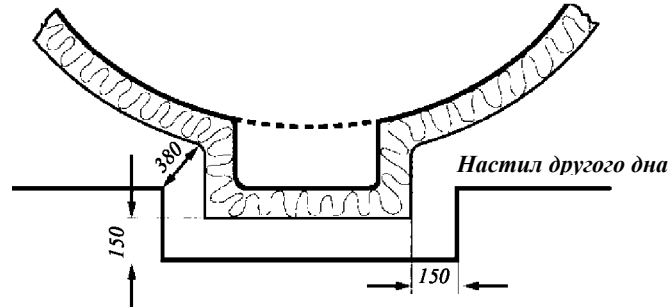


Рис. 1.3.4.5

.6 відстань між куполом вантажної ємкості і конструкціями палуби повинна становити не менше 150 мм (див. рис. 1.3.4.6);

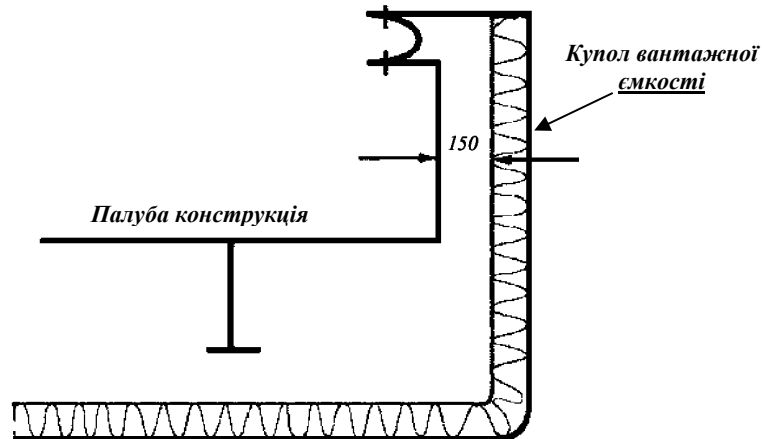


Рис. 1.3.4.6

.7 для перевірки вантажних ємкостей, опор і обмежників переміщення вантажних ємкостей (наприклад, обмежників переміщень, викликаних кільовою і бортовою хитавицею і плавучістю), ізоляції вантажних ємкостей тощо повинні бути передбачені стаціонарні або знімні риштування.

Наявність такого риштування не повинна зменшувати величину зазорів, зазначених в 1.3.4.1 — 1.3.4.4; і

**.8** якщо встановлюються стаціонарні або знімні вентиляційні канали, їхнє установлення не повинне приводити до зниження відстаней, необхідних згідно з 1.3.4.1 — 1.3.4.4.

**1.3.5** Доступ у приміщення, відділене одинарним сталевим газонепроникним контуром від трюмного приміщення, обладнаного вантажними ємкостями із вторинним бар'єром, повинний бути забезпечений тільки з відкритої верхньої палуби.

### **1.3.6 Повітряні шлюзи.**

**1.3.6.1** Для забезпечення доступу з газонебезпечного простору в газобезпечний повинний бути передбачений повітряний шлюз, утворений дверима, що закриваються самі, розташованими на відстані не менше 1,5 м але не більше 2,5 м одні від одних.

Висота комінгсів дверей повітряного шлюзу повинна бути не менше 300 мм.

В просторі повітряного шлюзу повинна бути забезпечена примусова вентиляція із безпечної зони та постійно підтримуватися надлишковий тиск відносно небезпечної зони на відкритій палубі згідно з 7.2.3.3 частини VI «Системи і трубопроводи».

**1.3.6.2** Повинна бути забезпечена звукова і світлова сигналізація для попередження з обох сторін повітряного шлюзу.

Світлова сигналізація повинна указувати, коли одні із дверей відкриті.

Звукова сигналізація повинна спрацьовувати у випадку, коли положення обох дверей повітряного шлюзу інше, ніж закриті, згідно з 10.8 частини VII «Електричне обладнання».

**1.3.6.3** Повинна бути встановлена стаціонарна система виявлення пари вантажу з пристроями звукової і світлової АПС згідно з 6.3.7 частини VIII «Контрольно-вимірювальні пристрої і системи автоматизації».

**1.3.7** Якщо не передбачений повітряний шлюз, доступ з відкритої верхньої палуби в газонебезпечні простори повинний бути розташований у газобезпечній зоні на відстані не менше 2,4 м над відкритою палубою.

**1.3.8** Тунелі трубопроводів повинні мати не менше двох незалежних виходів у протилежних кінцях тунелю, які ведуть на відкриту палубу.

За узгодженням з Регістром можуть бути допущені виходи в протилежних кінцях тунелю в носові приміщення або в порожні приміщення вантажної зони. Ці виходи повинні мати закриття схваленого Регістром типу.

**1.3.9** Розміри і конструкція тунелів трубопроводів повинні забезпечувати можливість безперешкодного огляду і ремонту трубопроводів, а також безперешкодної евакуації потерпілих у несвідомому стані.

## 2 ТИПИ КОНСТРУКТИВНОГО ЗАХИСТУ. РОЗТАШУВАННЯ ВАНТАЖНИХ ЄМКОСТЕЙ

2.1 Для газозовів LG передбачається конструктивний захист трьох ступенів.

**Тип 1G (type 1G)** — вищий ступінь конструктивного захисту під час перевезення вантажів, зазначених у таблиці технічних вимог (див. Додаток 1), що становлять найбільшу небезпеку для людини і навколишнього середовища, які вимагають максимальних запобіжних заходів для виключення витоку такого вантажу.

**Тип 2G (type 2G)** — ступінь конструктивного захисту під час перевезення менше небезпечних вантажів, зазначених у таблиці технічних вимог (див. Додаток 1), які вимагають прийняття істотних запобіжних заходів для виключення витоку такого вантажу.

**Тип 2PG (type 2PG)** — ступінь конструктивного захисту для суден 150 м і менше під час перевезення небезпечних вантажів, зазначених у таблиці технічних вимог (див. Додаток 1), які вимагають прийняття істотних запобіжних заходів для виключення витоку такого вантажу і де вантажі повинні перевозитися у вкладних вантажних ємкостях типу C, розрахованих на MARVS, що становить не менше 0,7 МПа надлишкового тиску і розрахункову температуру в вантажоутримуючій системі - 55 °C або вище.

Судно, що відповідає цим вимогам, але має довжину більшу ніж 150 м, повинне розглядатися як судно з конструктивним захистом **типу 2G (type 2G)**.

**Тип 3G (type 3G)** — ступінь конструктивного захисту під час перевезення вантажів, зазначених у таблиці технічних вимог (див. Додаток 1), які вимагають прийняття помірних попереджувальних заходів для виключення витоку таких вантажів.

2.2 Необхідний тип конструктивного захисту під час перевезення конкретних вантажів зазначений у стовпці 4 таблиці технічних вимог (див. Додаток 1).

2.3 Під час перевезення декількох вантажів з різним ступенем небезпеки вимоги до аварійної посадки і остійності газозова LG повинні відповідати вимогам, пропонованим до суден під час перевезення самого небезпечного з перевезених вантажів.

2.4 Вантажні ємкості повинні розташовуватися на наступних відстанях у напрямку до середини судна:

**2.4.1** на суднах типу **1G**:

не менше довжини ушкодження по ширині, зазначеній в 3.2.1.2 частини V «Поділ на відсіки» Правил МС, від теоретичної лінії зовнішньої обшивки, і не менше довжини ушкодження по висоті, зазначеній в 3.4.6.2 частини V «Поділ на відсіки» Правил МС, від теоретичної лінії обшивки днища в діаметральній площині, і в кожному разі не менше значення  $d$ , обумовленого в такий спосіб (див. рис. 2.4.1-1 і 2.4.1-2):

**.1.1** для  $V_c$  нижче або рівного  $1000 \text{ м}^3$ :  $d = 0,8 \text{ м}$ ;

**.1.2** для  $1000 \text{ м}^3 < V_c < 5000 \text{ м}^3$ :  $d = 0,75 + (V_c \times 0,2/4000) \text{ м}$ ;



**1.3** для  $5000 \text{ м}^3 \leq Vc < 30000 \text{ м}^3$  :  $d = 0,8 + (Vc \times 0,2/25000) \text{ м}$ ; і

**1.4** для  $Vc \geq 30000 \text{ м}^3$  :  $d = 2 \text{ м}$ ,

де:  $Vc$  відповідає 100 % розрахункового бруutto-обсягу окремої вантажної ємкості при 20 °С, включаючи куполи і виступаючі частини.

Для визначення відстаней для захисту вантажних ємкостей обсяг вантажної ємкості розглядається як сукупний обсяг усіх частин вантажної ємкості, що мають загальну(і) перегородку(и); і  $d$  виміряється в будь-якому поперечному перерізі під прямим кутом до теоретичної лінії зовнішньої обшивки.

На розміри вантажних ємкостей суден для вантажів типу **1G** можуть бути накладені обмеження відповідно до вимог частини X «Спеціальні вимоги»;

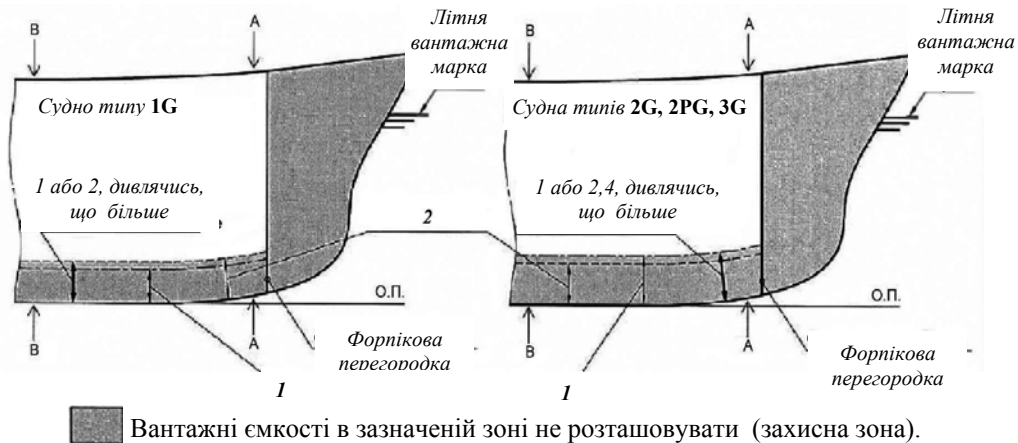


Рис. 2.4.1-1. Вид по ДП- судна типів **1G, 2G, 2PG і 3G**

Вимоги до розташування вантажних ємкостей суден типів **1G, 2G, 2PG і 3G**:

1 — довжина по вертикалі ушкодження днища, зазначена в 3.4.6.2 частини V «Поділ на відсіки» Правил МС;

2 — відстань  $d$ , зазначена в 2.4.1.1;

3 — відстань  $d$ , зазначена в 2.4.1.2;

4 — відстань  $d$ , зазначена в 2.4.1.3;

5 — поперечна довжина ушкодження борту, зазначена в 3.2.1.2 частини V «Поділ на відсіки» Правил МС.

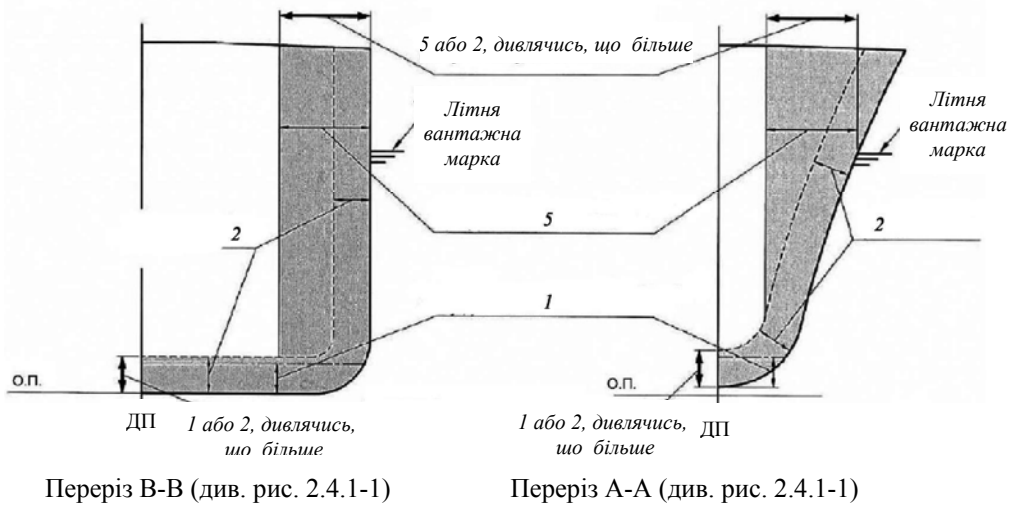
#### **2.4.2** на суднах типів **2G/2PG**:

не менше довжини ушкодження по висоті, зазначеній в 3.4.6.2 частини V «Поділ на відсіки» Правил МС, від теоретичної лінії обшивки днища в діаметральній площині, і в кожному разі не менше значення  $d$ , як зазначено в 2.4.1.1 (див. рис. 2.4.1-1 і 2.4.2);

#### **2.4.3** на суднах типу **3G**:

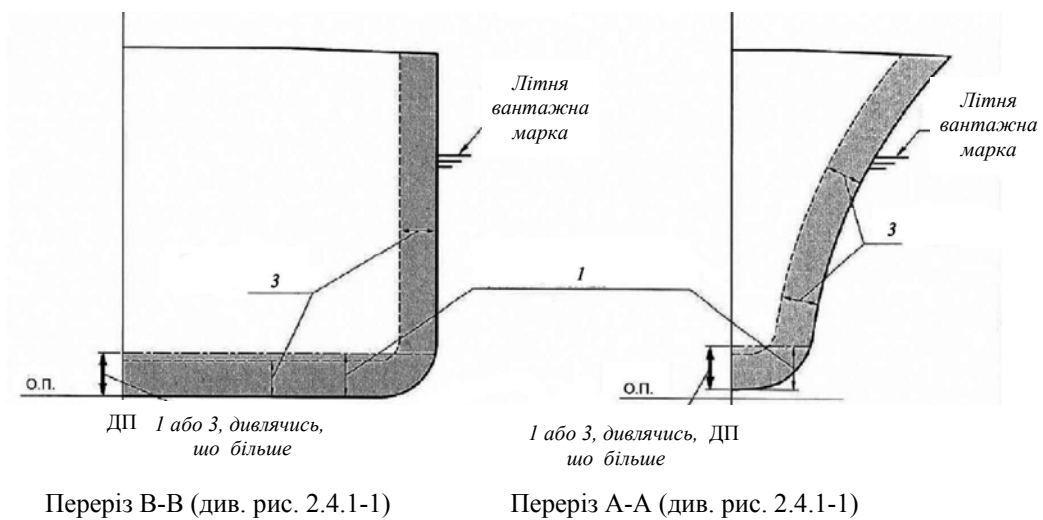
не менше довжини ушкодження по висоті, зазначеній в 3.4.6.2 частини V «Поділ на відсіки» Правил МС, від теоретичної лінії обшивки днища в діаметральній площині, і в кожному разі не менше значення  $d$ , де:

$d = 0,8$  м від теоретичної лінії зовнішньої обшивки (див. рис. 2.4.1-1 і 2.4.3).



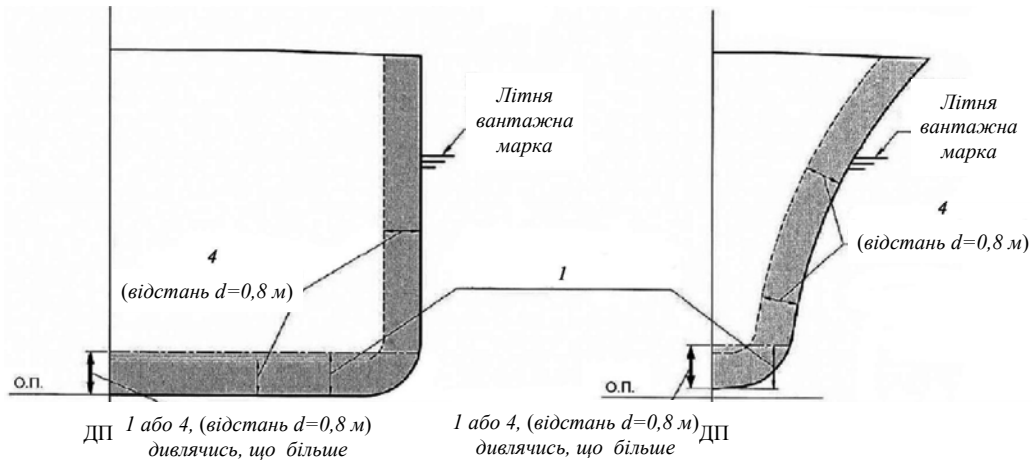
■ Вантажні ємкості в зазначеній зоні не розташовувати .

Рис. 2.4.1-2. Поперечний переріз судна типу **1G**  
Вимоги до розташування вантажних ємкостей суден типу **1G**:  
1 - 5 — див. рис. 2.4.1-1



■ Вантажні ємкості в зазначеній зоні не розташовувати .

Рис. 2.4.2. Поперечні перерізи суден типів **2G** і **2PG**  
Вимоги до розташування вантажних ємкостей суден типу **2G** і **2PG**:  
1, 3 — див. рис. 2.4.1-1.



Переріз В-В (див. рис. 2.4.1-1)

Переріз А-А (див. рис. 2.4.1-1)

Вантажні ємкості в зазначеній зоні не розташовувати.

Рис. 2.4.3. Поперечні перерізи судна типу 3G  
 Вимоги до розташування вантажних ємкостей суден типу 3G:  
 1, 4 — див. рис. 2.4.1-1.

Примітка: літня вантажна марка призначається відповідно до Правил про вантажну марку морських суден.

2.5 Для визначення розташування вантажних ємкостей вертикальна довжина ушкодження днища повинна вимірятися до настилу внутрішнього дна у випадку використання мембранних або напівмембранних ємкостей, а в інших випадках — до днища вантажних ємкостей.

Довжина ушкодження борту поперек судна повинна вимірятися до поздовжньої перегородки у випадку використання мембранних або напівмембранних ємкостей, а в інших випадках — до бічних стінок вантажних ємкостей.

Відстані, зазначені в 2.4, повинні застосовуватися, як показано на рис. 2.5-1 — 2.5-5. Ці відстані повинні вимірятися від листа до листа, від теоретичної лінії до теоретичної лінії і виключати ізоляцію.

2.6 Вантажні ємкості не повинні розташовуватися до носу від форпикової перегородки.

2.7 За винятком суден, що перевозять вантажі, які вимагають конструктивного захисту типу 1G (type 1G), стічні колодязі вантажних ємкостей можуть розташовуватися в межах вертикальної довжини ушкодження днища, проте їхнє поглиблення в подвійне дно не повинне перевищувати 25 % висоти подвійного дна або 350 мм, дивлячись по тому, що менше.

Колодязі, що задовольняють цій вимозі, не враховуються при визначенні числа затоплюваних відсіків.

2.8 Вимоги по розташуванню можуть застосовуватися окремо для кожної вантажної ємкості залежно від ступеня небезпеки перевезеного в ній вантажу.

2.9 Взаємне розташування теоретичних обводів корпусу і систем утримання для різних систем утримання вантажу показано на рис. 2.5-1 — 2.5-5.

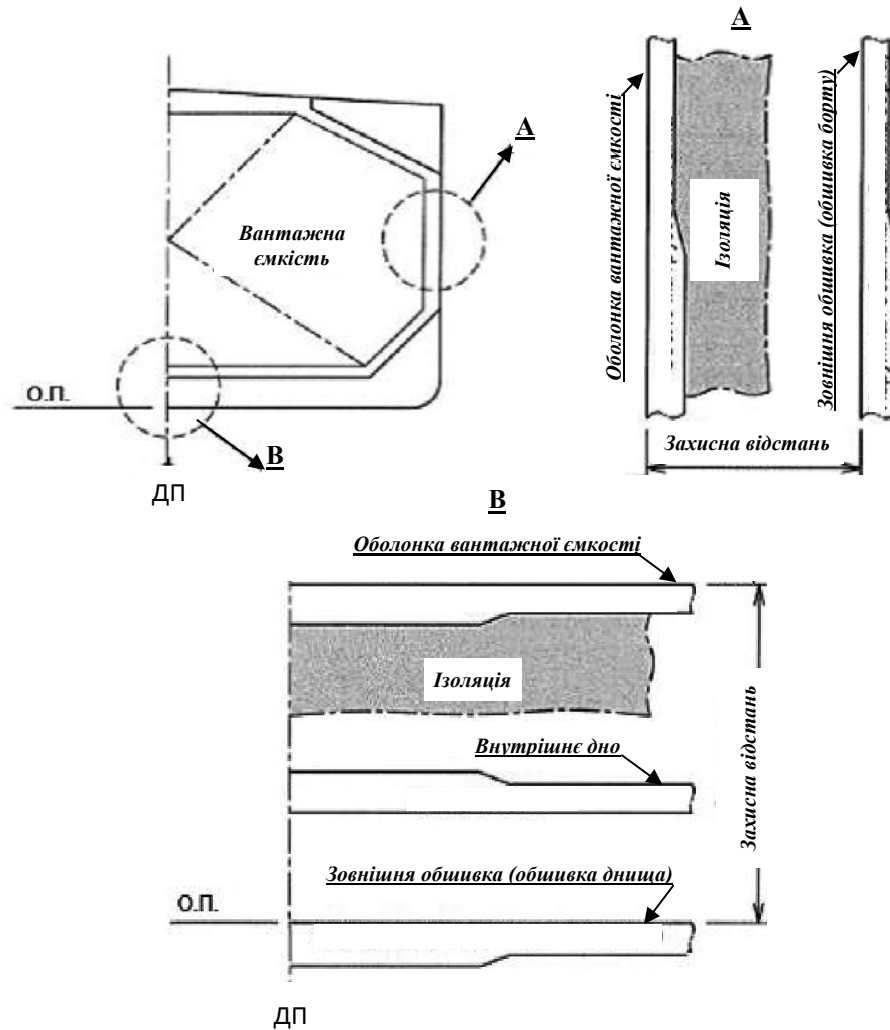


Рис. 2.5-1 Захисна відстань для автономної призматичної вантажної ємкості

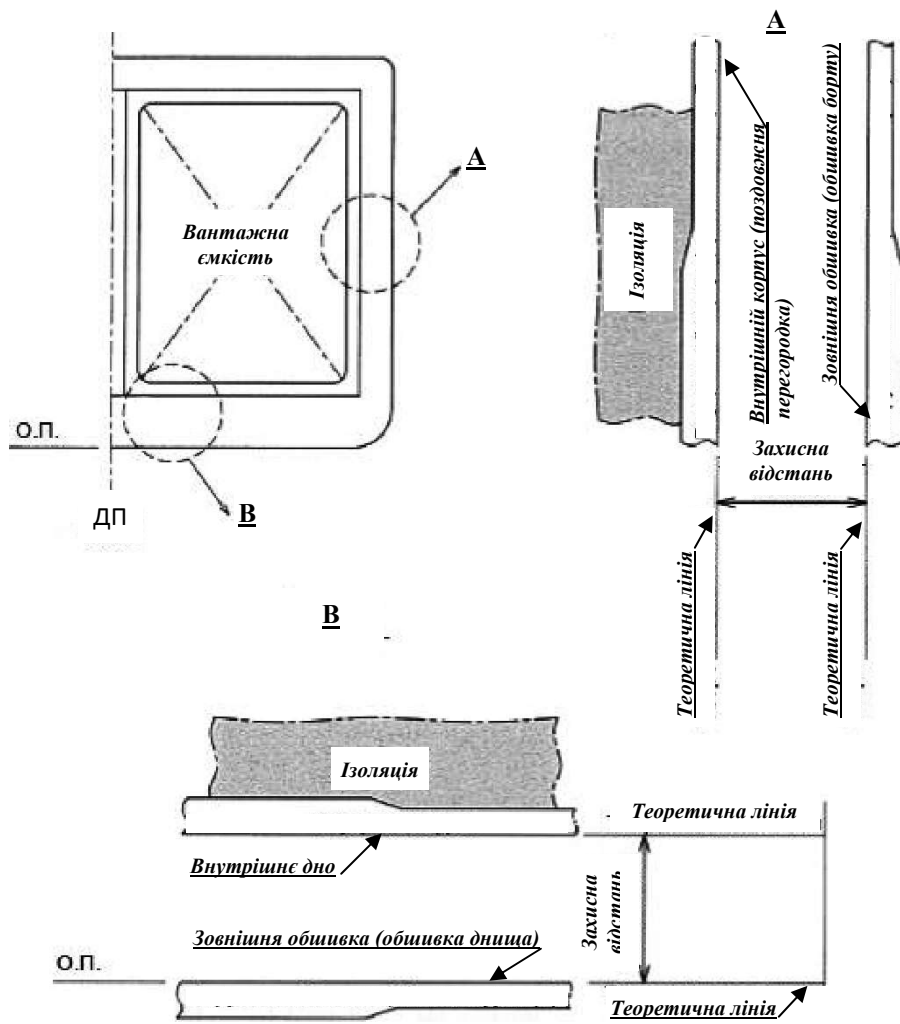


Рис. 2.5-2 Захисна відстань для напівмембранної вантажної ємкості

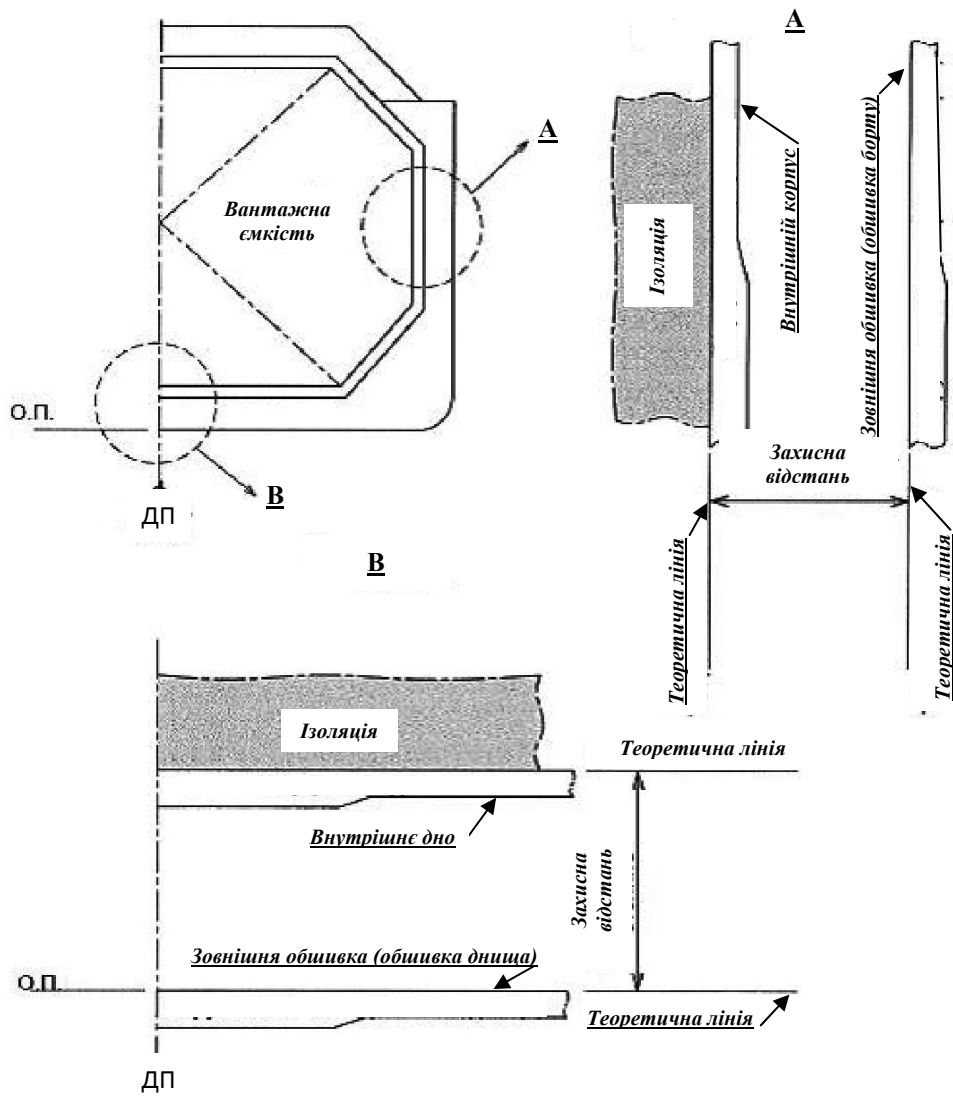


Рис. 2.5-3 Захисна відстань для мембранної вантажної ємкості

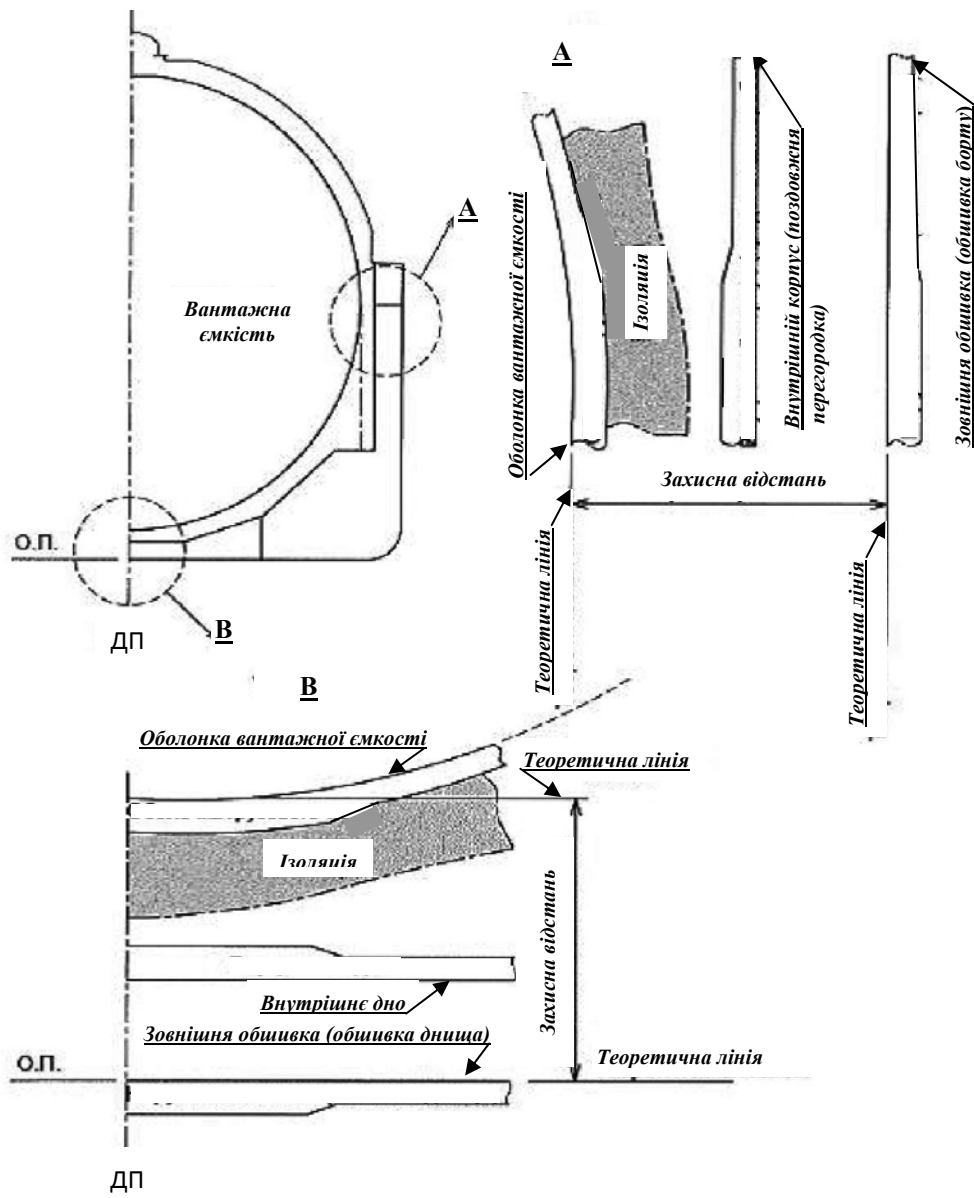


Рис. 2.5-4 Захисна відстань для сферичної вантажної ємкості

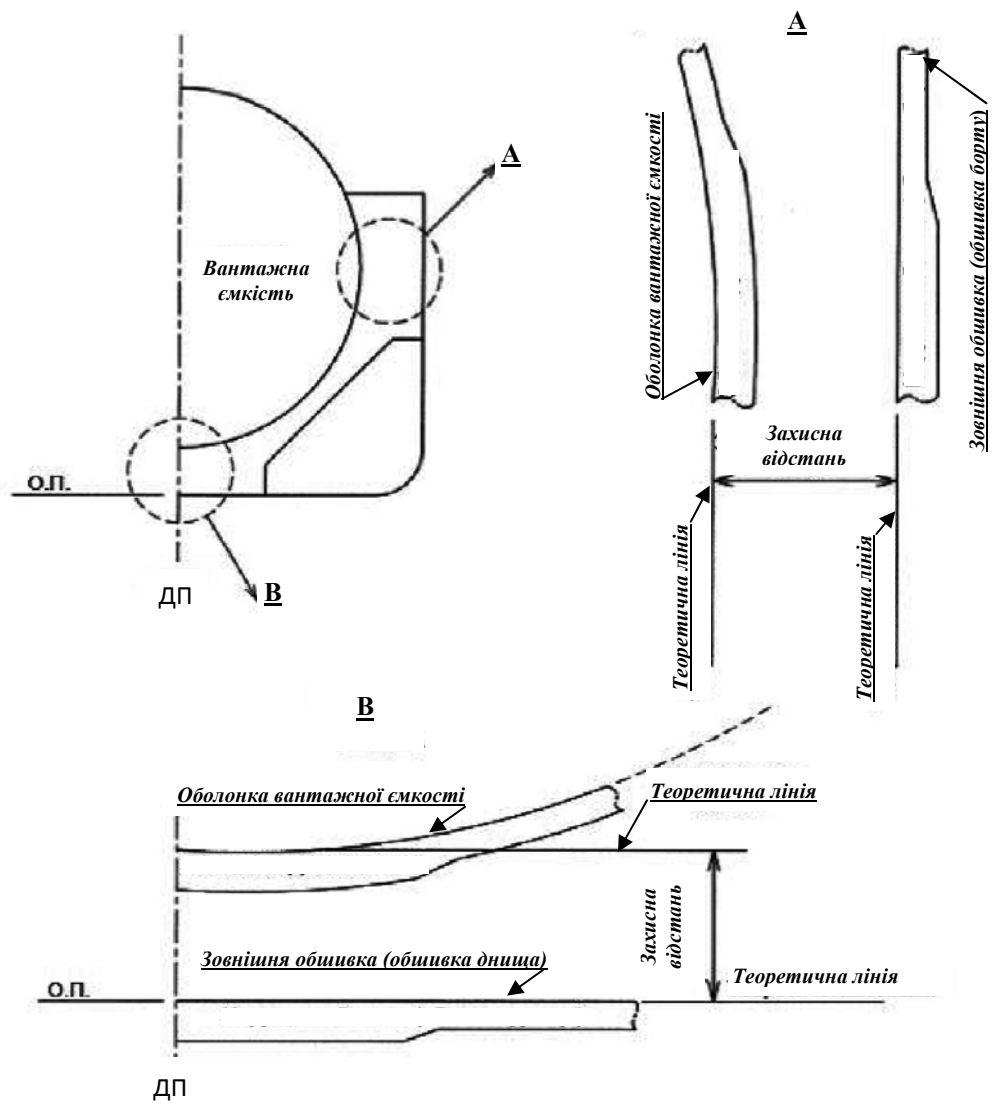


Рис. 2.5-5 Захисна відстань для напірної вантажної ємкості



## **ЧАСТИНА ІІІ. ОСТІЙНІСТЬ. ПОДІЛ НА ВІДСІКИ. НАДВОДНИЙ БОРТ**

---

### **1 ОСТІЙНІСТЬ**

**1.1** Остійність газовозів LG повинна задовольняти вимогам частини IV «Остійність» Правил МС, пропонованих до наливних суден, і повинна перевірятися для кожного виду вантажу при варіантах навантаження, наведених в 3.4 частини IV «Остійність» Правил МС.

Врахування впливу вільних поверхонь у вантажних ємкостях повинне проводитися по їхньому фактичному заповненню залежно від можливої зміни заповнення під час рейсу.

При розрахунку впливу вільних поверхонь витратних рідин для умов навантаження необхідно зробити допущення про те, що для кожного із типів рідин вільні поверхні є принаймні в одній парі поперечно розташованих танків або в одному танку, розташованому в діаметральній площині.

Танк або комбінація танків витратних рідин, які повинні прийматися в розрахунок, повинні бути такими, для яких вплив вільних поверхонь є найбільшим.

**1.2** У процесі вантажних операцій виправлена метацентрична висота повинна бути не менша 0,15 м.

Розрахунки, що підтверджують виконання цієї вимоги, повинні представлятися в складі проектної документації.

**1.3** На додаток до вимог 1.4.11 частини IV «Остійність» Правил МС Інформація про остійність повинна містити відомості про остійність газовоза LG у процесі вантажних операцій і вказівки про послідовність навантаження і вивантаження з вантажних ємкостей.

Твердий баласт, як правило, не повинен використовуватися у відсіках подвійного дна у вантажній зоні. Проте, якщо з міркувань остійності розміщення твердого баласту в таких відсіках є неминучим, його розташування визначається необхідністю в наданні доступу для огляду і гарантії того, що ударні навантаження внаслідок ушкодження днища не будуть передватися безпосередньо на конструкції вантажних ємкостей.

**1.4** Кожне судно повинне бути постачене схваленим Регістром приладом контролю остійності, що дозволяє здійснювати оцінку відповідності застосовним вимогам по остійності неушкодженого судна і аварійної остійності.

Регістр і Адміністрація можуть надати звільнення щодо забезпечення судна приладом контролю остійності на умовах 2.2.7 Кодексу.

### **2 АВАРІЙНА ОСТІЙНІСТЬ ПРИ МІСЦЕВИХ УШКОДЖЕННЯХ**

**2.1** Вимоги 3.3 частини V «Поділ на відсіки» Правил МС повинні виконуватися при місцевих ушкодженнях у будь-якому місці в межах вантажної зони.

Глибина ушкодження повинна прийматися не менше відстані  $d$ , обчисленої відповідно до 2.4 частини II «Конструкція газовозу» і обмірюватися перпендикулярно до теоретичної лінії зовнішньої обшивки.

Кількість затоплюваних відсіків повинна прийматися відповідно до 3.4.6 частини V «Поділ на відсіки» Правил МС.

### 3 ПОДІЛ НА ВІДСІКИ

**3.1** Усі судна повинні задовольняти вимогам частини V «Поділ на відсіки» Правил МС.

**3.2** Судна довжиною 75 м і менше, що мають конструктивний захист типу **2G/2PG** (type **2G/2PG**) і типу **3G** (type **3G**), за узгодженням з Регістром можуть бути звільнені від виконання окремих вимог розд. 3 частини V «Поділ на відсіки» Правил МС, якщо вжиті спеціальні заходи по забезпеченню необхідного рівня безпеки; при цьому у Свідоцтво вноситься відповідний запис.

**3.3** Головна поперечна перегородка може мати виступ (реces) за умови, що всі частини виступу лежать між вертикальними площинами, які перебувають усередині корпусу на відстані від зовнішньої обшивки, рівній  $B/5$  і обмірюваній під прямим кутом до діаметральної площини на рівні вантажної ватерлінії поділу судна на відсіки.

Будь-яка частина виступу, розташована поза зазначеними межами, повинна розглядатися як уступ.

**3.4** При проектуванні судна необхідно враховувати вимогу, щоб імовірність несиметричного затоплення була зведена до мінімуму.

Трубопроводи і клапани (клінкети), використовувані як перетоки, не повинні враховуватися в розрахунках аварійної посадки і остійності.

Виключення становлять розрахунки часу випрямлення судна.

Приміщення, з'єднані перетіканнями у вигляді тунелів великого перерізу, можуть розглядатися як єдине ціле.

**3.5** Якщо трубопроводи, шахти і тунелі перебувають у межах глибини ушкодження, зазначеної в 3.2 частини V «Поділ на відсіки» Правил МС, повинні бути передбачені пристрої, що перешкоджають поширенню води по судну.

Виключення становлять відсіки, затоплення яких ураховується в розрахунках аварійної посадки і остійності.

**3.6** Кут крену в кінцевій стадії затоплення не повинен перевищувати кута, при якому ще можлива робота аварійних джерел живлення.

### 4 НАДВОДНИЙ БОРТ

**4.1** Мінімальний надводний борт для газовозів LG призначається відповідно до Правил про вантажну марку морських суден.

Призначений надводний борт повинен бути не менше надводного борту, при якому виконуються вимоги цієї частини.

## ЧАСТИНА IV. ВАНТАЖНІ ЄМКОСТІ

### 1 ВИЗНАЧЕННЯ І ПОЯСНЕННЯ

1.1 Для оцінки напружень, зазначених в 5.3, прийняті наступні визначення.

*Вторинне напруження* — нормальне або дотичне напруження, викликане реакцією суміжних частин або реакцією самої конструкції.

Вторинне напруження є самообмежуваним.

Місцева плинність і малі пластичні деформації приводять до зменшення цього напруження.

*Крива Велера (S-N крива)* — графік залежності напруження, при якому відбувається утомне руйнування матеріалу при даному числі циклів навантаження, від числа цих циклів.

*Мембранне напруження* — складова нормального напруження, рівномірно розподілена і рівна середній величині напруження по товщині розглянутого перерізу.

*Напруження вигину* — змінне по товщині розглянутого перерізу напруження за відрахуванням мембранного напруження.

*Нормальне напруження* — складова напруження, нормальна до розглянутої площини.

*Первинне місцеве мембранне напруження* — мембранне напруження, викликане тиском або іншими механічними навантаженнями і зв'язане первинним ефектом або ефектом порушення безперервності. Це напруження викликає надмірну деформацію при передачі навантаження на інші частини конструкції.

Район цього напруження можна розглядати як місцевий, якщо виконуються наступні умови:

$$S_1 \leq 0,5 (R \times t)^{0,5} \quad \text{і} \quad S_2 \leq 2,5 (R \times t)^{0,5} \quad (1.1)$$

де:

$S_1$  — відстань у меридіальному напрямку, у межах якого еквівалентне напруження перевищує  $1,1f$ ;

$S_2$  — відстань у меридіальному напрямку до іншого району, у якому межі первинного загального мембранного напруження перевищені;

$R$  — середній радіус вантажної ємкості;

$t$  — товщина стінок вантажної ємкості в місці, де межа первинного загального мембранного напруження перевищена;

$f$  — допустиме первинне загальне мембранне напруження.

*Первинне напруження* — напруження, викликане прикладеним навантаженням і необхідне для зрівноважування зовнішніх сил і моментів.

Первинне напруження не є самообмежуваним.

*Первинне загальне мембранне напруження* — мембранне напруження, розподілене таким чином, що в результаті плинності не відбувається перерозподіл навантаження.

*Розрахункова температура матеріалу вантажної ємкості* — мінімальна температура, при якій вантаж може прийматися на борт і/або перевозитися у вантажних ємкостях.

*Розрахунковий тиск пари  $P_0$*  — максимальний манометричний тиск у верхній частині вантажної ємкості.

Для вантажних ємкостей, якщо відсутнє регулювання температури і тиск вантажу залежить тільки від навколишньої температури,  $P_0$  повинний бути не менше манометричного тиску пари вантажу при температурі 45 °С.

Для суден обмежених районів плавання або здійснюючих короткі рейси, Регістр може допустити менші значення температури з урахуванням наявності ізоляції вантажних ємкостей.

Для суден, постійно експлуатованих у районах з підвищеною температурою навколишнього середовища, Регістр може зажадати збільшення розрахункової температури.

У кожному разі  $P_0$  повинне бути не менше MARVS.

*Холодна точка* — частина поверхні корпусу або термічної ізоляції, де спостерігається локальне зниження температури стосовно мінімальної температури, що допускається, корпусу або прилягаючих корпусних конструкцій або стосовно розрахункових характеристик систем регулювання тиску/температури вантажу, необхідних згідно з розд. 4 частини VI «Системи і трубопроводи».

За умови спеціального розгляду Регістром і при обмеженнях, зазначених у розд. 2 для різних типів вантажних ємкостей, при стоянці в порту або інших районах, де динамічні навантаження знижені, може допускатися тиск пари вище  $P_0$ .

Будь-яке настановне значення тиску пристроїв для скидання тиску, визначене відповідно з цим пунктом, повинне бути відзначене в Свідоцтві (див. 3.1 частини 1 «Класифікація»).

**1.2** Напруження, що допускаються для матеріалів, не зазначених в частині IX «Матеріали і зварювання», є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром.

**1.3** Конструкція вкладних вантажних ємкостей повинна передбачати наявність пристроїв (клини, упори тощо), що перешкоджають виринанню під дією сили підтримки, яка діє на порожню ємкість при затопленні трюму до осадки в повному вантажі; при цьому напруження в елементах конструкції корпусу судна не повинне перевищувати  $R_{eh}$ .

## 2 ТИПИ ВАНТАЖНИХ ЄМКОСТЕЙ

### 2.1 ВКЛАДНІ ВАНТАЖНІ ЄМКОСТІ

**2.1.1** *Вкладні вантажні ємкості* — вантажні ємкості, стінки яких не є конструкціями корпусу судна і не беруть участь у забезпеченні його загальної і місцевої міцності.

Відповідність вкладної вантажної ємкості типу А або В залежно від її форми, розташування на судні, конструкції опор і деталей кріплення є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром.

Вкладні вантажні ємкості підрозділяються на три типи.

**2.1.1.1** *Вкладні вантажні ємкості типу А* — вантажні ємкості, міцність яких відповідає вимогам схвалених Регістром норм міцності судових конструкцій; при цьому якщо вони утворені плоскими поверхнями,  $P_0$  не повинне перевищувати 70 кПа.

**2.1.1.2** *Вкладні вантажні ємкості типу В* — вантажні ємкості, міцність яких підтверджена результатами модельних випробувань і розрахунками, виконаними за уточненими методиками для достатнього визначення рівня діючих напружень, утомної довговічності і характеристик процесу поширення тріщин.

Якщо ці ємкості утворені плоскими поверхнями,  $P_0$  не повинне перевищувати 70 кПа.

**2.1.1.3** *Вкладні вантажні ємкості типу С* — вантажні ємкості, які відповідають вимогам, пропонованим до посудин під тиском, і розраховані на перевезення вантажу під тиском, МПа, визначеним по формулі

$$P_0 = 0,2 + AC(\rho_r)^{1,5}, \quad (2.1.1.3-1)$$

де:

$$A = 0,00185(\sigma_m / \Delta\sigma_A)^2, \quad (2.1.1.3-2)$$

$\sigma_m$  — розрахункове напруження в стінці ємкості (первинному бар'єрі);

$\Delta\sigma_A$  — подвоєна амплітуда динамічних напружень у стінці ємкості при рівні імовірності  $10^{-8}$  становить 55 МПа — для ферито-мартенситної сталі і 25 МПа для алюмінієвих сплавів;

$C$  — характерний розмір у вертикальному напрямку, м, прийнятий як найбільша з наступних величин  $h$ ,  $0,75 b$  або  $0,45 l$ :

$h$  — висота вантажної ємкості, м;

$b$  — ширина вантажної ємкості, розмір у поперечному напрямку, м;

$l$  — довжина вантажної ємкості, розмір по довжині судна, м;

$\rho_r$  — відносна щільність вантажу при розрахунковій температурі ( $\rho_r = 1$  для прісної води).

Коли специфікаційний розрахунковий термін експлуатації вантажної ємкості відповідає кількості хвильових циклів, що перевищує  $10^8$ , величина  $\Delta\sigma_A$  повинна бути відкоректована таким чином, щоб відповідати еквівалентному поширенню тріщин, відповідному до терміну експлуатації.

**2.1.1.4** Якщо передбачається перевезення вантажів, не регламентованих Кодексом, і при цьому вони мають відносну щільність більшу 1,0, необхідно упевнитися в тому, що подвоєна амплітуда динамічних напружень у стінці ємкості (первинному бар'єрі)  $\Delta\sigma_m$ , створених максимальною різницею динамічного тиску  $\Delta P$ , не перевищує допустиму подвоєну амплітуду динамічних напружень у стінці ємкості  $\Delta\sigma_A$  як зазначено в 2.1.1.3, тобто:

$$\Delta\sigma_m \leq \Delta\sigma_A. \quad (2.1.1.4-1)$$

Різниця динамічного тиску  $\Delta P$ , МПа, повинна визначатися по формулі

$$\Delta P = (\gamma/1,02 \cdot 10^5)(\alpha_{\beta 1} Z_{\beta 1} - \alpha_{\beta 2} Z_{\beta 2}), \quad (2.1.1.4-2)$$

де:

$\gamma$  — максимальна щільність вантажу при розрахунковій температурі;

$\alpha_{\beta}$ ,  $Z_{\beta}$  — див. 3.2 і рис. 2.1.1.4;

$\alpha_{\beta 1}$ ,  $Z_{\beta 2}$  — значення  $\alpha_{\beta}$ ,  $Z_{\beta}$ , що визначають максимальний внутрішній тиск рідини  $(P_{qd})_{\max}$ , див. 3.2.1;

$\alpha_{\beta 2}$ ,  $Z_{\beta 1}$  — значення  $\alpha_{\beta}$ ,  $Z_{\beta}$ , що визначають мінімальний внутрішній тиск рідини  $(P_{qd})_{\min}$ , див. 3.2.1.

Для того, щоб оцінити максимальну різницю динамічного тиску  $\Delta P$  необхідно виконати розрахунки повного діапазону еліпсу пришвидшень відповідно до схеми, наведеної на рис. 2.1.1.4.

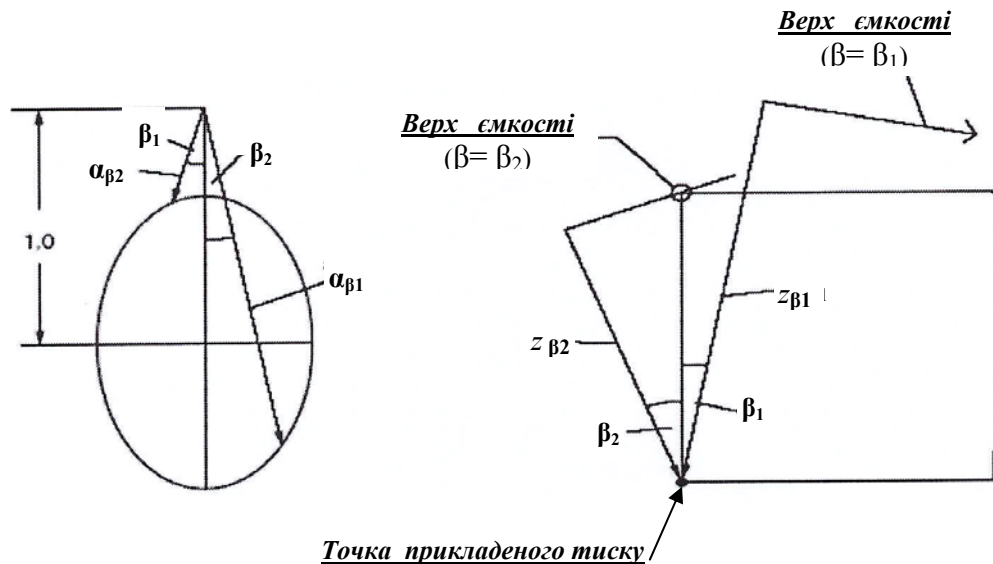


Рис. 2.1.1.4 Схема для визначення різниці динамічного тиску.

## 2.2 ВБУДОВАНІ ВАНТАЖНІ ЄМКОСТІ

**2.2.1** *Вбудовані вантажні ємкості* — вантажні ємкості, які є невід'ємною частиною корпусу судна і беруть участь у забезпеченні його загальної і/або місцевої міцності.

**2.2.2** Розрахунковий тиск пари  $P_0$ , як правило, не повинний перевищувати 25 кПа, проте може бути збільшений до 70 кПа за умови відповідного збільшення розмірів в'язей корпусних конструкцій.

**2.2.3** Вбудовані вантажні ємкості можуть бути використані для перевезення зріджених газів з температурою кипіння не нижче - 10 °С.

Більше низька температура є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром, проте у таких випадках повинен бути передбачений повний вторинний бар'єр.

**2.2.4** У вбудованих вантажних ємкостях не повинні перевозитися продукти, для яких згідно Додатку 1 потрібне перевезення на суднах типу **1G**.

**2.2.5** Напруження, які допускаються для вбудованих вантажних ємкостей, звичайно повинні прийматися такими, які потрібні згідно з Правилами LG для конструкцій корпусу.

## 2.3 МЕМБРАННІ ВАНТАЖНІ ЄМКОСТІ

**2.3.1** *Мембранні ємкості* — вантажні ємкості, утворені тонкою оболонкою (мембраною), яка підтримується через ізоляцію суміжними конструкціями корпусу.

Конструкція мембрани повинна забезпечувати відсутність ушкоджень при будь-яких деформаціях, у тому числі термічних.

**2.3.2** Розрахунковий тиск пари  $P_0$ , як правило, не повинний перевищувати 25 кПа, проте може бути збільшений до 70 кПа за умови відповідного збільшення розмірів в'язей корпусу і врахування міцності підтримуючої ізоляції.

**2.3.3** При проектуванні мембранних ємкостей за спеціальним узгодженням з Регістром допускається застосування конструкцій з використанням неметалевих мембран або мембран, вбудованих в ізоляцію або з'єднаних з нею.

Товщина таких мембран, як правило, не повинна перевищувати 10 мм.

## 2.4 НАПІВМЕМБРАННІ ВАНТАЖНІ ЄМКОСТІ

**2.4.1** *Напівмембранні ємкості* — вантажні ємкості, утворені тонкою оболонкою (мембраною), яка частково підтримується через ізоляцію суміжними конструкціями корпусу;

при цьому компенсація виникаючих деформацій, у тому числі термічних, здійснюється за рахунок скруглених частин мембрани.

**2.4.2** Розрахунковий тиск пари  $P_0$ , як правило, не повинний перевищувати 25 кПа, проте може бути збільшений до 70 кПа за умови відповідного збільшення розмірів в'язей корпусу і врахування міцності підтримуючої ізоляції.

### 3 РОЗРАХУНКОВІ НАВАНТАЖЕННЯ

#### 3.1 МІЦНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ ВАНТАЖНИХ ЄМКОСТЕЙ, ОПОР І ДЕТАЛЕЙ КРІПЛЕННЯ

**3.1.1** Міцність елементів конструкцій вантажних ємкостей, їхніх опор і деталей кріплення при дії будь-яких можливих в експлуатації навантажень і їхніх реальних комбінацій повинна бути підтверджена розрахунками; при цьому додатково повинні бути розглянуті:

навантаження, що виникають у процесі випробувань (див. розд. 2);

можливість збільшення розрахункового тиску пари  $P_0$  при стоянці в порту (див. розд. 1);

перерозподіл навантажень при статичному крені  $30^\circ$ ;

потенційно несприятливий вплив вібрації на систему утримання вантажу;

статичні складові навантажень, обумовлених взаємодією системи утримання вантажу і конструкціями корпусу судна, а також навантаження від пов'язаних з вантажною ємкістю конструкцій і устаткування;

навантаження або умови, пов'язані з виготовленням і установленням, наприклад, які виникають при підйманні конструкцій;

навантаження, відповідні до випробувань систем утримання вантажу, згаданих у розд. 11;

будь-які інші не зазначені особливо навантаження, які можуть вплинути на систему утримання вантажу.

**3.1.1.1** Визначення розрахункових навантажень включає:

категорії навантажень (постійного характеру, експлуатаційні, викликані зовнішнім впливом і аварійні) і опис навантажень;

ступінь, у якому ці навантаження повинні прийматися в розрахунки, залежно від типу вантажної ємкості; докладні відомості про це наведені в нижченаведених пунктах; і

вантажні ємкості разом з підтримуючими їхніми конструкціями та іншими пристроями, які повинні розраховуватися з урахуванням відповідних комбінацій описаних нижче навантажень.

**3.1.2** Повинні прийматися до розгляду навантаження постійного характеру:

обумовлені силою ваги:

вага вантажної ємкості, термічної ізоляції, навантаження, обумовлені вежами та іншими приєднаними конструкціями;

навантаження сили ваги конструкцій і устаткування, що діють на вантажну ємкість ззовні.

**3.1.3** Розрахункові навантаження на опори повинні визначатися згідно з вимогами розд. 7.

#### 3.2 РОЗРАХУНКОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ ВІД ВНУТРІШНЬОГО ТИСКУ

**3.2.1** Розрахункове навантаження від внутрішнього тиску у вантажній ємкості  $P_{eq}$ , кПа (м вод. ст.), повинне визначатися по формулі



$$P_{eq} = 10[P_0 + (\alpha_\beta \cdot z_\beta \cdot \gamma / 1,02 \cdot 10^4)]_{\max}, \quad (3.2-1)$$

де:

$\alpha_\beta$  - перевантаження щодо пришвидшення вільного падіння в напрямку  $\beta$  (див. рис. 3.2.1-1). У розрахунках слід приймати напрямки  $\beta$ , у яких перевантаження максимальне;

$\alpha_y$  — поперечна складова пришвидшення;

$\alpha_x$  — вертикальна складова пришвидшення;

$z_\beta$  — висота рідини над розглянутою точкою, м, при повністю заповненій вантажній ємкості (див. рис. 3.2.1-2);

$\gamma$  — максимальна щільність вантажу при розрахунковій температурі, т/м<sup>3</sup>.

Добуток  $(\alpha_\beta \cdot z_\beta \cdot \gamma)_{\max}$  ураховує вплив тиску рідини.

Купола ємкостей, розглянуті як частина їхнього загального обсягу, повинні враховуватися при визначенні  $z_\beta$ , за винятком випадків, коли загальний обсяг куполів  $V_d$  не перевищує величини

$$V_d = V_t = [(100 - FL) / FL], \quad (3.2-2)$$

де:

$V_t$  — обсяг ємкості без купола;

$FL$  — межа заповнення ємкості (див. 3.4 частини VI «Системи і трубопроводи»).

Можуть бути застосовані рівноцінні процедури розрахунків.

**3.2.2** Внутрішній тиск рідини — тиск, який створюється результируючим пришвидшенням в центрі ваги вантажу внаслідок руху судна, зазначеного в 3.7.

Величина внутрішнього тиску рідини  $P_{eq}$ , МПа, обумовлена спільною дією сили тяжіння і динамічними пришвидшеннями, повинна вивчатися по формулі

$$P_{eq} = \alpha_\beta \cdot z_\beta \cdot \gamma / 1,02 \cdot 10^5. \quad (3.2.2)$$

Формула (3.2.2) застосовується лише до повністю заповнених вантажних ємкостей.

### 3.3 РОЗРАХУНКОВІ НАВАНТАЖЕННЯ ВІД ЗОВНІШНЬОГО ТИСКУ

**3.3.1** Розрахункове навантаження від зовнішнього тиску повинне визначатися як різниця між одночасно діючими мінімально можливим в експлуатації внутрішнім тиском (максимальний вакуум) і максимальним зовнішнім тиском.

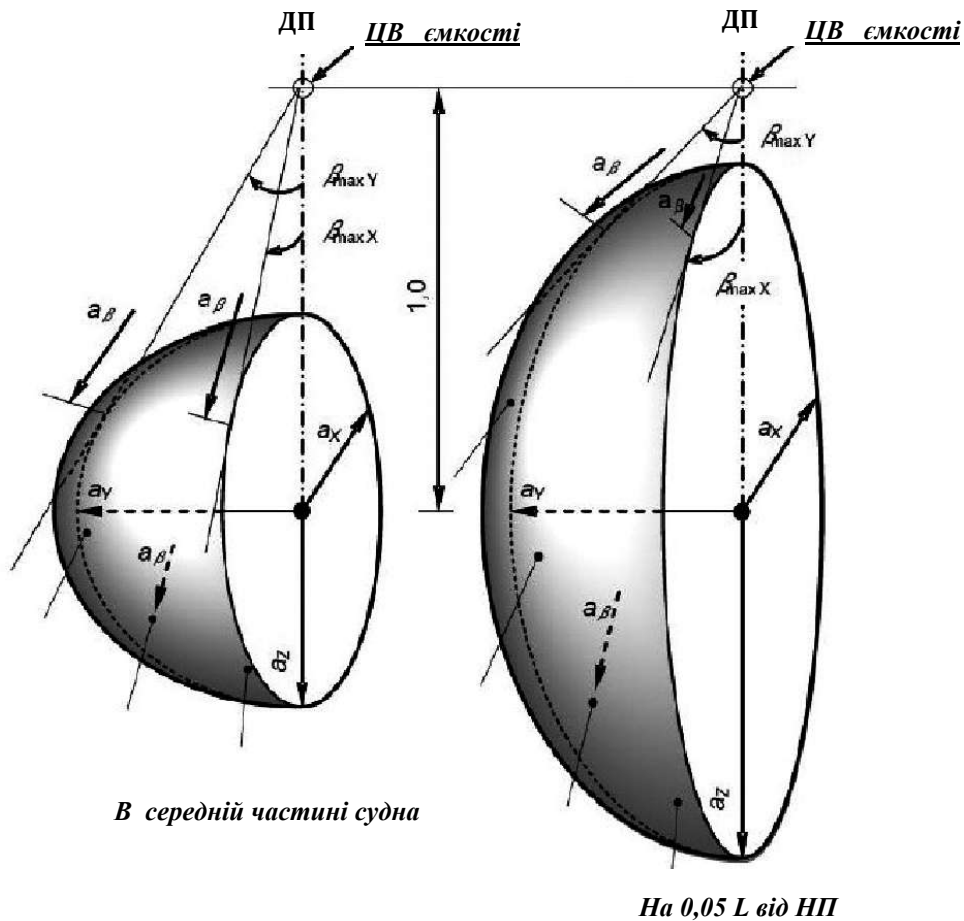
### 3.4 РОЗРАХУНКОВІ ДИНАМІЧНІ НАВАНТАЖЕННЯ

**3.4.1** Розрахункові динамічні навантаження, що діють на елементи вантажних ємкостей, повинні визначатися на підставі розгляду довготривалого розподілу всіх видів переміщень судна на нерегулярному хвилюванні; при цьому за розрахункову величину ухвалюються  $10^{-8}$  хвильових циклів.

Повинні враховуватися динамічні складові навантажень, обумовлених взаємодією між системами утримання вантажу і конструкціями корпусу судна, включаючи навантаження від пов'язаних із системою конструкцій і устаткування.

Застосування спрощених спектрів динамічних навантажень, а також можливість їхнього зниження за рахунок зменшення швидкості судна і зміни курсового кута на хвилюванні є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром.

Для практичної оцінки швидкості поширення тріщин допускається застосування розподілу навантаження за період 15 діб відповідно до рис. 3.4.



$a_\beta$  - результуюче пришвидшення (статичне і динамічне) у довільному напрямку;  
 $a_y$  — поперечна складова пришвидшення;  
 $a_x$  — поздовжня складова пришвидшення;  
 $a_z$  — вертикальна складова пришвидшення.

Рис. 3.2.1-1 Еліпсоїд пришвидшень

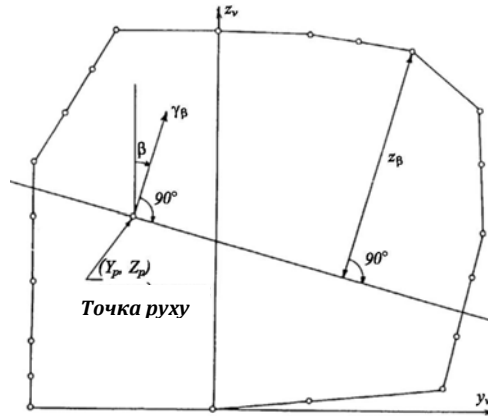


Рис. 3.2.1-2 Визначення внутрішнього гідростатичного напору

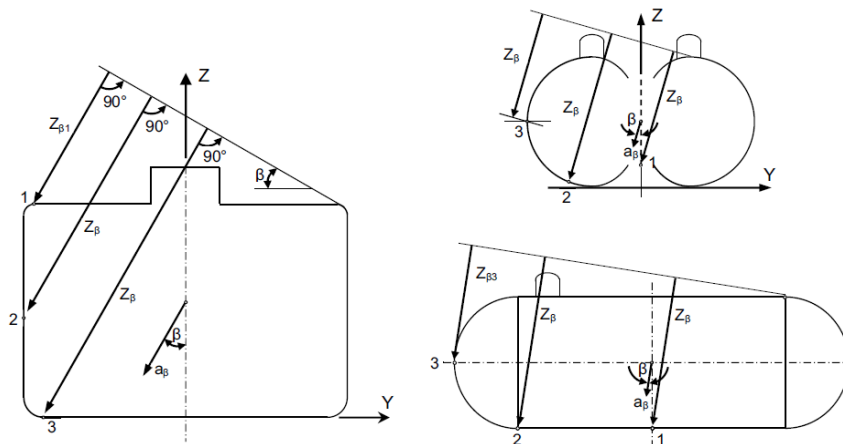


Рис. 3.2.1-3 Визначення висоти рідини для точок 1, 2 і 3

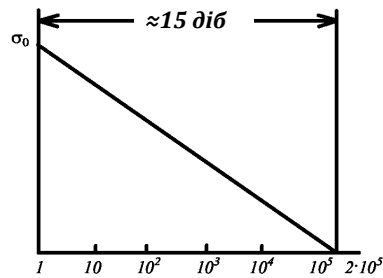


Рис. 3.4 Спрощений розподіл навантаження

де:  $\sigma_0$  — найбільше імовірне максимальне напруження протягом терміну служби судна. Графік циклічного навантаження — логарифмічний. Величина  $2 \cdot 10^5$  наведена як приклад оцінки.

3.4.2 Розрахункове динамічне навантаження на стінки вантажної ємкості при частковому її заповненні є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром.

### 3.5 ПРИШВИДШЕННЯ, ЩО ДІЮТЬ НА ВАНТАЖНІ ЄМКОСТІ

3.5.1 Пришвидшення, що діють на вантажні ємкості, визначаються в їхніх центрах ваги і включають:

*вертикальне пришвидшення* — пришвидшення при вертикальній кільовій і бортовій хитавиці, спрямоване перпендикулярно до основної площини судна;

*поперечне пришвидшення* — пришвидшення при поперечно-горизонтальній хитавиці, рисканні і бортовій хитавиці, а також гравітаційна складова бортової хитавиці;

*поздовжнє пришвидшення* — пришвидшення при поздовжній і кільовій хитавиці, а також гравітаційна складова кільової хитавиці.

Якщо достовірні дані про інерційні сили, що діють на вантажні ємкості при переміщеннях судна на хвилюванні, відсутні, при визначенні складових пришвидшення можуть бути застосовані наступні формули:

для вертикального пришвидшення

$$a_z = \pm a_0 \sqrt{1 + (5,3 - \frac{45}{L_0})^2 (\frac{x}{L_0} + 0,05)^2 (\frac{0,6}{C_b})^2 + (\frac{0,6yK^{1,5}}{B})^2}; \quad (3.5-1)$$

для поперечного пришвидшення

$$a_y = \pm a_0 \sqrt{0,6 + 2,5 (\frac{x}{L_0} + 0,05)^2 + K(1 + 0,6K\frac{z}{B})^2}; \quad (3.5-2)$$

для поздовжнього пришвидшення

$$a_x = \pm a_0 \sqrt{0,6 + A^2 - 0,25A} \quad (3.5-3)$$

$$\text{при } A = (0,7 - \frac{L_0}{1200} + \frac{5z}{L_0}) (\frac{0,6}{C_b}), \quad (3.5-4)$$

де:

$L_0$  — довжина судна, м (див. частина II «Корпус» Правил МС);

$C_b$  — коефіцієнт загальної повноти;

$y$  — відстань у поперечному напрямку від діаметральної площини до центру ваги вантажної ємкості з вантажем, м;

$B$  — найбільша ширина судна, м;

$x$  — відстань в поздовжньому напрямку від міделя до центру ваги вантажної ємкості, м (позитивне значення — до носу від міделя);

$z$  — відстань по вертикалі від фактичної ватерлінії судна до центру ваги вантажної ємкості з вантажем, м (позитивне значення — вище ватерлінії, негативне — нижче ватерлінії);

$$a_0 = 0,2 \frac{V}{\sqrt{L_0}} + \frac{34 - \frac{600}{L_0}}{L_0}; \quad (3.5-4)$$

$V$  — експлуатаційна швидкість, вуз.;

$K$  — 1,0, як правило. Для конкретних умов завантаження судна і обводів корпусу  $K$  може визначатися по формулі

$$K = 13G_m/B, (K \geq 1; G_m — \text{метацентрична висота, м});$$

$\alpha_x, \alpha_y, \alpha_z$  — максимальні безрозмірні (тобто віднесені до пришвидшення вільного падіння) пришвидшення у відповідних напрямках (у розрахунках уважаються діючими окремо);

$\alpha_x$  — включає складову від впливу статичної ваги в поздовжньому напрямку при кільовій хитавиці;

$\alpha_y$  — включає складову від впливу статичної ваги в поперечному напрямку при бо-ртовій хитавиці;

$\alpha_z$  — не включає складову від впливу статичної ваги.

Методи прогнозування пришвидшень, викликаних рухом судна, повинні бути погоджені з Регістром.

### 3.6 ТЕРМІЧНІ НАВАНТАЖЕННЯ

**3.6.1** Необхідність урахування і розрахункові значення термічних навантажень є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром.

У розрахунках міцності вантажних ємкостей при специфікаційній температурі перевезеного вантажу нижче  $-55$  °С повинні враховуватися короткочасні термічні навантаження, що виникають у період охолодження.

### 3.7 НАВАНТАЖЕННЯ, ОБУМОВЛЕНІ ЗОВНІШНІМ ВПЛИВОМ

**3.7.1** Навантаження, обумовлені зовнішнім впливом, визначаються як навантаження, що діють на систему утримання вантажу, які викликані впливом зовнішнього середовища і які іншим чином не визначені як навантаження постійного характеру, експлуатаційні або аварійні.

**3.7.2** Необхідно враховувати навантаження від снігу і зледеніння, якщо вони можуть виникнути в процесі експлуатації судна.

**3.7.3** Необхідно враховувати навантаження, що виникають при експлуатації судна в льодових умовах, якщо застосовне.

### 3.8 АВАРІЙНІ НАВАНТАЖЕННЯ

**3.8.1** Аварійні навантаження визначаються як навантаження, прикладені до системи утримання вантажу та її опорних пристроїв в аномальних і нештатних умовах.

**3.8.2** Навантаження внаслідок зіткнення.

Навантаження внаслідок зіткнення повинні визначатися для повністю завантаженої системи утримання вантажу з інерційними силами, що відповідають  $0,5g$  у напрямку до носу і  $0,25g$  в напрямку до корми, де  $g$  — пришвидшення вільного падіння.

**3.8.3** Навантаження внаслідок затоплення судна.

Для вкладних вантажних ємкостей у розрахунках стопорів, що запобігають їхньому виринанню, і підтримуючих їх конструкцій корпусу, повинні приймати-

ся до розгляду навантаження, що викликані силами плавучості, які створюються порожньою вантажною ємкістю в трюмному приміщенні, затопленому до рівня літньої вантажної ватерлінії.

### **3.9 ФУНКЦІОНАЛЬНІ ВИМОГИ**

**3.9.1** Розрахунковий термін експлуатації системи утримання вантажу повинен становити не менше розрахункового терміну служби судна.

**3.9.2** Системи утримання вантажу повинні проектувати для умов Північної Атлантики і відповідних довготривалих спектральних характеристик стану моря для необмеженого району плавання.

Стосовно до систем утримання вантажу, використовуваних винятково на судах обмеженого району плавання, Регістр може допустити менше жорсткі умови навколишнього середовища, які відповідають передбачуваній експлуатації.

Для систем утримання вантажу, експлуатованих у більше жорстких умовах, ніж умови Північної Атлантики, може знадобитися відповідність більше жорстким умовам.

**3.9.3** Системи утримання вантажу повинні розраховуватися з належними коефіцієнтами запасу, отриманими за методикою, погодженою з Регістром:

**.1** для того щоб витримувати в неушкодженому стані умови, очікувані в ході розрахункового терміну експлуатації системи і умови завантаження, що їм відповідають, які включають повне гомогенне і часткове завантаження, часткове заповнення у встановлених межах і навантаження, відповідні до переходу в баласті;

**.2** з належним урахуванням невизначеностей, що ставляться до величини навантажень, моделюванню конструкцій, втоми, корозії, впливу температури, неоднорідності матеріалів, старінню і допускам конструкцій.

**3.9.4** Конструктивна міцність системи утримання вантажу повинна пройти оцінку з позицій видів відмови, що включають, не обмежуючись цим, пластичне деформування, втрату стійкості і втома.

Конкретні умови розрахунків, що підлягають розгляду при проектуванні кожної із систем утримання вантажу, наведені в розд. 5.

Існують три основні категорії умов розрахунків:

**.1** умови розрахунків по граничному стану:

конструкція системи утримання вантажу і її складові повинні витримувати дію навантажень, які можуть мати місце в ході їхнього виготовлення, випробувань і запланованої експлуатації, без порушення цілості конструкцій.

При розрахунках повинні ухвалюватися до розгляду відповідні комбінації наступних навантажень:

внутрішнього тиску;

зовнішнього тиску;

динамічних навантажень, викликаних рухом судна;

термічних навантажень;

навантажень від хлюпання рідкого вантажу;  
навантажень, обумовлених деформуванням корпусу судна;  
ваги вантажної ємкості і вантажу з відповідними реакціями на опорах;  
ваги ізоляції;  
навантажень у районах веж та інших приєднаних конструкцій; і  
випробних навантажень;

**.2** умови розрахунків за критерієм втоми:

конструкція системи утримання вантажу і її структурні компоненти не повинні руйнуватися внаслідок кумулятивної дії циклічних навантажень;

**.3** система утримання вантажу повинна відповідати наступним критеріям стосовно:

до зіткнення — система утримання вантажу повинна бути розміщена захищеним чином відповідно з розд. 2 частини II «Конструкція газовеоза» і витримувати навантаження, обумовлені зіткненням, зазначені в 3.8, без деформування опор або конструкцій вантажних ємкостей біля опор, яке могло б означати ризик для конструкції вантажної ємкості;

до пожежі — системи утримання вантажу повинні витримувати без руйнування ріст внутрішнього тиску, як зазначено в 3.3 частини VI «Системи і трубопроводи» відповідно зі сценаріями пожежі, передбаченими цим пунктом;

до затоплення відсіку, що приводить до виникнення сил плавучості вантажної ємкості, — пристрої, призначені для протидії силам плавучості, повинні витримувати дію спрямованих до гори сил, зазначених в 3.8.3, при цьому не повинні виникати ризик розвитку пластичних деформацій корпусу.

**3.9.5** Повинні бути вжиті заходи до забезпечення того, щоб необхідні розміри елементів конструкцій відповідали положенням про міцність конструкцій і підтримувалися протягом розрахункового терміну експлуатації.

Ці заходи можуть включати, не обмежуючись цим, належний вибір матеріалів, захисні покриття, додаток на корозію, катодний захист та інертизацію.

Додаток на корозію не потрібно застосовувати до значень товщини, отриманих у результаті аналізу конструкції.

Проте у випадках, коли не проводиться контроль над середовищем, такий, як створення інертної атмосфери навколо вантажної ємкості, або якщо вантаж є корозійноактивним, Регістр може зажадати відповідних додатків корозію.

**3.9.6** План перевірок/оглядів системи утримання вантажу повинен бути схвалений Регістром.

У плані перевірок/оглядів повинні вказуватися райони, для яких необхідні перевірки в ході оглядів протягом розрахункового терміну експлуатації системи утримання вантажу, і, зокрема, усі необхідні дії по оглядах і технічному обслуговуванню, які передбачалися при виборі розрахункових параметрів системи утримання вантажу.

Системи утримання вантажу повинні бути спроектовані, виготовлені і обладнані таким чином, щоб забезпечити належні засоби доступу до районів, що вимагають перевірки, як зазначено в плані перевірок/оглядів.

Системи утримання вантажу, включаючи все стосовне до них внутрішнє устаткування, повинні бути спроектовані і виготовлені так, щоб забезпечити безпеку в ході експлуатації, перевірок і технічного обслуговування (див. також підрозд. 7.2 частини VI «Системи і трубопроводи»).

### **3.10 ПРИНЦИПИ БЕЗПЕКИ УТРИМАННЯ ВАНТАЖУ**

**3.10.1** Системи утримання повинні бути обладнані повним вторинним бар'єром, непроникним для рідини і здатним безпечним чином утримувати всі потенційні витoki через основний бар'єр, а також, у взаємодії з термічною системою ізоляції, запобігати зниженню температури корпусних конструкцій нижче безпечного рівня.

**3.10.2** Розміри і конфігурація або устрій вторинного бар'єру можуть бути скорочені, якщо надані докази того, що при цьому забезпечений еквівалентний рівень безпеки відповідно з вимогами 3.10.3 — 3.10.5, наскільки це застосовне.

**3.10.3** Системи утримання вантажу, для яких імовірність розвитку ушкоджень конструкцій до критичного стану є вкрай низькою, але для яких не може виключатися можливість витоків через основний бар'єр, повинні бути обладнані частковим вторинним бар'єром і системою захисту від невеликих витоків, здатною безпечним чином обробляти витoki і видаляти їх.

Пристрій повинний відповідати наступним вимогам:

розвиток ушкоджень, які можуть бути надійним чином виявлені до досягнення критичного стану (наприклад, виявленням газу або при огляді), повинний відбуватися протягом досить тривалого часу для того, щоб було можливим почати дії по їхньому усуненню; і

розвиток ушкоджень, які не можуть бути безпечним чином виявлені до досягнення критичного стану, повинний мати передбачуваний термін розвитку, значно більше тривалий, ніж передбачуваний термін експлуатації вантажної ємкості.

**3.10.4** Якщо для систем утримання вантажу імовірність ушкоджень конструкцій і витоків через основний бар'єр є вкрай низька і цією імовірністю можна знехтувати, наприклад, для вкладних вантажних ємкостей типу C, для таких систем установлення вторинного бар'єру не потрібно.

**3.10.5** Установлення вторинного бар'єру не потрібно, якщо температура вантажу при атмосферному тиску становить  $-10^{\circ}\text{C}$  або вище.



## 4 РОЗРАХУНКИ МІЦНОСТІ

### 4.1 СИСТЕМИ УТРИМАННЯ ВАНТЖУ

**4.1.1** Розрахунки товщини стінок вантажних ємкостей і розмірів елементів суміжних конструкцій повинні виконуватися по методиках, схвалених Регістром.

Системи утримання вантажу повинні бути розраховані на дію навантажень, які передані зв'язаними з ними конструкціями і устаткуванням.

Такими конструкціями і устаткуванням є насосні башти, куполи вантажних ємкостей, вантажні насоси і трубопроводи, зачисні насоси і трубопроводи, трубопроводи для азоту, люки для доступу, трапи, місця входу трубопроводів, пристрої виміру рівня рідини, незалежні пристрої виміру рівня для сигналізації, насадки системи водорозпилення і системи контрольно-вимірювальної апаратури (такі, як пристрої виміру тиску, температури і деформацій).

**4.1.2** При проектуванні конструкцій повинна забезпечуватися здатність вантажних ємкостей витримувати дію всіх відповідних навантажень із належним запасом міцності.

При цьому повинні прийматися у розрахунки можливість пластичного деформування, втрати стійкості, втоми і втрати непроникності стосовно рідини і газу.

**4.1.3** Забезпечення цілості конструкцій систем утримання вантажу повинне бути продемонстроване шляхом дотримання положень розд. 5, залежно від випадку, для відповідного типу системи утримання вантажу.

**4.1.4** Забезпечення цілості конструкцій систем утримання вантажу нових типів, суттєво відмінних від розглянутих у розд. 4 і 5, повинне бути продемонстроване шляхом дотримання положень 4.9 з метою гарантії того, що зберігається загальний рівень безпеки, передбачений 4.1.

### 4.2 РОЗМІРИ ЕЛЕМЕНТІВ КОРПУСНИХ КОНСТРУКЦІЙ

**4.2.1** Розміри елементів корпусних конструкцій, що обмежують вбудовані вантажні ємкості, повинні визначатися з урахуванням вимог 2.13 частини П «Корпус» Правил МС.

Вибір розмірів зазначених конструкцій повинен бути підтверджений розрахунками міцності, виконаним за методикою, схваленою Регістром.

**4.2.2** Розрахунки конструкцій повинні ґрунтуватися на загальноприйнятих принципах статички, динаміки і міцності матеріалів.

Для розрахунків результатів дії навантажень можуть використовуватися спрощені методи або спрощений аналіз за умови, що такі методи і аналіз дають досить обережні оцінки.

У комбінації з теоретичними розрахунками або замість них можуть використовуватися випробування на моделях.

У випадках, коли теоретичні методи не забезпечують надійності, можуть знадобитися випробування на моделях або повномасштабні випробування.

При визначенні реакції на динамічні навантаження повинен ухвалюватися в розрахунки ефект динамічного впливу, коли він може вплинути на цілість конструкції.

### **4.3 РОЗРАХУНКИ МІЦНОСТІ КОНСТРУКЦІЙ МЕМБРАННИХ ЄМКОСТЕЙ**

**4.3.1** У розрахунках міцності конструкції мембранних ємкостей повинний враховуватися вплив усіх можливих в експлуатації статичних і динамічних навантажень.

Одночасно з розрахунками міцності Регістру повинні бути надані для відомості результати модельних випробувань конструкції, що підтверджують доцільність прийнятих в розрахунках допущень і достатню точність і вірогідність їхніх результатів.

Умови проведення випробувань повинні відповідати найбільше несприятливим умовам експлуатації ємкості.

**4.3.2** Випробування матеріалів повинні підтвердити, що старіння матеріалів не перешкоджає виконанню функцій, для яких вони призначені.

**4.3.3** При відсутності достовірних даних про зовнішні навантаження на однотипних суднах види і значення випробних навантажень повинні визначатися з розгляду всіх можливих в експлуатації комбінацій реальних навантажень; при цьому повинне бути підтверджене, що при впливі надлишкового тиску в міжбар'єрному просторі, вакууму у вантажній ємкості, динамічних ударів при наявності вільних поверхонь або вібрації цілість мембрани не буде порушена.

**4.3.4** Розрахунки міцності корпусу повинні виконуватися з урахуванням внутрішнього тиску, зазначеного в 3.2; при цьому повинен бути розглянутий випадок спільної деформації мембрани, ізоляції, що примикає до неї, з елементами корпусу судна.

**4.3.5** Товщина обшивки внутрішнього борту і настил другого дна повинні відповідати вимогам частини II «Корпус» Правил МС з урахуванням внутрішнього тиску (див. 3.2 цієї частини).

**4.3.6,** Напруження, що допускаються для розрахунків мембрани, її опор і ізоляції є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром.

### **4.4 РОЗРАХУНКИ МІЦНОСТІ НАПІВМЕМБРАННИХ ЄМКОСТЕЙ**

**4.4.1** Методика розрахунків міцності напівмембранних ємкостей є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром.

Для напівмембранних вантажних ємкостей, де необхідно, повинні бути використані вимоги цього розділу, застосовні для вбудованих вантажних ємкостей.

**4.4.2** Якщо напівмембранні вантажні ємкості відповідають у всіх відносинах вимогам, застосовним до вкладних вантажних ємкостей типу В, за винятком способу підтримки, Регістр після спеціального розгляду може допустити використання часткового вторинного бар'єру.

#### 4.5 РОЗРАХУНКИ МІЦНОСТІ ВКЛАДНИХ ВАНТАЖНИХ ЄМКОСТЕЙ ТИПУ А

**4.5.1** Розрахунки міцності вкладних вантажних ємкостей типу А повинні виконуватися відповідно до вимог частини II «Корпус» Правил МС з урахуванням внутрішнього тиску (див. 3.2 цієї частини) і додатку на корозію, зазначеного у розд. 6.

**4.5.2** Для конструкцій в районі опор розрахункові напруження повинні визначатися з урахуванням навантажень, зазначених у розд. 3, наскільки це застосовне, і деформації корпусу судна.

#### 4.6 РОЗРАХУНКИ МІЦНОСТІ ВКЛАДНИХ ВАНТАЖНИХ ЄМКОСТЕЙ ТИПУ В

**4.6.1** Розрахунки міцності вкладних вантажних ємкостей типу В повинні виконуватися з урахуванням впливу всіх можливих в експлуатації статичних і динамічних навантажень та їхніх комбінацій для виконання вимоги обмеження пластичної деформації, стійкості, утомної довговічності і критичного розміру тріщин; при цьому повинні бути виконані:

статистична оцінка хвильових навантажень (див. 3.4);

розрахунки міцності методом кінцевих елементів або еквівалентним методом за методикою, схваленою Регістром;

розрахунки швидкості поширення тріщин;

розрахунки міцності при впливі навантаження, переданого на конструкції вантажної ємкості від її опор і деталей кріплення із застосуванням тривимірної схеми ідеалізації.

Якщо дані для однотипних суден відсутні, повинен бути проведений повний розрахунок пришвидшень і хитавиці судна на нерегулярному хвилюванні, а також реакції судна і вантажних ємкостей на навантаження, що виникають під дією сил інерції.

**4.6.2** Розрахунки стійкості повинні ураховувати максимальні допуски на виготовлення конструкції.

**4.6.3** При визначенні коефіцієнтів концентрації напружень і утомної довговічності вузлів конструктивних елементів Регістр може зажадати проведення модельних випробувань.

**4.6.4** Розрахунковою умовою утомної довговічності є розрахунки відносно кумулятивної дії циклічних навантажень.

Кумулятивний ефект втоми, що спричинили навантаження, повинен відповідати умові

$$\sum \frac{n_i}{N_i} + \frac{n_{Loading}}{N_{Loading}} \leq C_w \quad (4.6.4)$$

де:

$n_i$  — кількість циклів напружень на кожному з рівнів напружень протягом терміну експлуатації вантажної ємкості;

$N_i$  — кількість циклів до руйнування для відповідного рівня напружень відповідно до кривої Велера ( $S - N$ );

$n_{Loading}$  — кількість циклів навантаження і розвантаження в ході терміну експлуатації вантажної ємкості, яке повинне становити не менше 1000 (звичайно відповідає 20 рокам експлуатації). Цикли навантаження і розвантаження включають повний цикл дії тиску і термічний цикл;

$N_{Loading}$  — кількість циклів до руйнування для навантажень, що викликають утому, обумовлених навантаженням і розвантаженням;

$C_w$  — максимально допустиме відношення для кумулятивного навантаження, що викликає руйнування.

Розрахунок утомної довговічності повинен бути заснований на розрахунковому терміні експлуатації вантажної ємкості, проте за умови не менше  $10^{-8}$  циклів хвильового навантаження.

**4.6.4.1** Якщо потрібно, система зберігання вантажу повинна зазнати розрахунки на утомну довговічність, при цьому повинні враховуватися всі навантаження, що викликають утому, та їхні відповідні комбінації для запланованого терміну експлуатації системи зберігання вантажу.

Увага повинна приділятися різним рівням заповнення.

**4.6.4.2** Криві Велера ( $S - N$  крива) повинні ґрунтуватися на ймовірності збереження працездатності 97,6 %, що відповідає кривим відповідних експериментальних даних до остаточного руйнування, що відповідають умові «середнє-мінус два-стандартних-відхилення».

Використання  $S - N$  кривих, отриманих іншим способом, вимагає корекції допустимих значень  $C_w$ , зазначених в 4.6.4.7.1 — 4.6.4.7.3.

**4.6.4.3** Аналіз повинен ґрунтуватися на характерних значеннях навантажень, як зазначено нижче:

навантаження постійного характеру — розрахункові значення;

експлуатаційні навантаження — номінальні значення або задана історія навантаження;

навантаження, обумовлені зовнішнім впливом — очікувана історія навантаження, але не менше  $10^{-8}$  циклів.

Якщо для оцінки утомної довговічності використовуються спрощені спектри динамічного навантаження, вони повинні бути предметом спеціального розгляду Регістром.

**4.6.4.4** Якщо розміри вторинного бар'єру скорочені, як це передбачене в 3.10.3, повинен бути виконаний аналіз росту утомних тріщин методами механіки руйнування з метою визначення:

шляхів поширення тріщин у конструкції;

швидкості росту тріщин;

часу, необхідного для того, щоб зростаюча тріщина стала причиною початку витоку з вантажної ємкості;

розмірів і форми тріщин, що поширюються на всю товщину; і

часу, за який виявлені тріщини досягають критичного стану.

Механіка руйнування ґрунтується в загальному випадку на даних про ріст тріщин у формі даних випробувань «середнє-плюс-два-стандартних-відхилення».

**4.6.4.5** При проведенні аналізу поширення тріщин повинне бути зроблене допущення про саму велику початкову тріщину, що не виявляється застосовним методом перевірки, з урахуванням допустимих випробувань із використанням неруйнівних методів і критерію візуальної перевірки, як застосовно.

**4.6.4.6** Для аналізу поширення тріщин за умови, зазначеної в 4.6.4.7.1, може використовуватися спрощений поділ навантажень і послідовний період часу протягом 15 діб.

Такі поділи можуть бути отримані, як зазначено на рис. 3.4.

Поділ навантажень і більше тривалі періоди часу, як, наприклад, зазначені в 4.6.4.7.2 і 4.6.4.7.3, повинні бути схвалені Регістром.

**4.6.4.7** Повинна бути забезпечена відповідність 4.6.4.7.1 — 4.6.4.7.3, залежно від випадку.

**4.6.4.7.1** Для руйнувань, які можуть бути надійним чином виявлені через виявлення течі,  $C_w$  повинне бути менше або рівне 0,5.

Прогнозований час розвитку руйнування, що залишається від моменту виявлення витoku до досягнення критичного стану, повинний становити не менше 15 діб, якщо до суден, зайнятих в певних рейсах, не пред'явлено інших вимог.

**4.6.4.7.2** Для руйнувань, які не можуть бути виявлені через течу, але які можуть бути надійним чином виявлені під час оглядів,  $C_w$  повинне бути менше або рівне 0,5.

Прогнозований час, що залишається розвитку руйнування від моменту виникнення самої великої початкової тріщини, що не виявляється під час огляду, до досягнення критичного стану, повинний становити не менше потроєного проміжку часу між оглядами.

**4.6.4.7.3** В окремих районах вантажної ємкості, де неможливо ефективним чином забезпечити виявлення дефекту або розвиток тріщини, повинні застосовуватися, як мінімум, більше жорсткі критерії прийнятності утоми:

$C_w$  повинне бути менше або рівне 0,1.

Прогнозований час, що залишається розвитку руйнування від моменту виникнення передбачуваного початкового дефекту до досягнення критичного стану, повинний становити не менше потроєного терміну експлуатації вантажної ємкості.

**4.6.5** Розрахунки щодо аварійного стану.

**4.6.5.1** Розрахунковий аварійний стан є розрахунковим станом при дії аварійних навантажень із винятково низькою ймовірністю виникнення.

**4.6.5.2** Аналіз повинен ґрунтуватися на наступних характерних значеннях навантажень:

навантаження постійного характеру — розрахункові значення;

експлуатаційні навантаження — номінальні значення;

навантаження, обумовлені зовнішнім впливом — номінальні значення;

аварійні навантаження — номінальні значення або розрахункові значення.

**4.6.5.3** Немає необхідності, щоб навантаження, згадані в 3.1 і 3.8, приймалися в комбінації між собою або з навантаженнями, обумовленими хвилюванням.

#### **4.7 РОЗРАХУНКИ МІЦНОСТІ ВКЛАДНИХ ВАНТАЖНИХ ЄМКОСТЕЙ ТИПУ С**

**4.7.1** Розрахунки міцності вкладних вантажних ємкостей типу С повинні виконуватися з урахуванням наступних вимог.

**4.7.1.1** Товщина стінок вкладних вантажних ємкостей типу С повинна визначатися з урахуванням форми їхніх частин по методиках, схвалених Регістром.

**4.7.1.2** Конструкція і способи підкріплення отворів у ємкостях типу С у кожному випадку є предметом спеціального розгляду Регістром.

**4.7.2** Якщо передбачається неруйнівний контроль, розрахунковий коефіцієнт міцності зварного з'єднання повинен прийматися рівним 0,95.

За узгодженням з Регістром він може бути збільшений до 1,0 залежно від властивостей матеріалу, типу з'єднання, способу зварювання і типу навантаження.

Для технологічних посудин під тиском по спеціальному узгодженню з Регістром може бути допущений скорочений обсяг неруйнівного контролю, при цьому коефіцієнт міцності зварного з'єднання повинен прийматися не більше 0,85.

**4.7.3** Якщо вкладні вантажні ємкості типу С у процесі експлуатації можуть зазнати впливу навантаження, що викликає напруження стиску в стінках ємкості, вибір товщини стінок і форми ємкості є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром.

Розрахунки міцності цих ємкостей повинні виконуватися за методикою, схваленою Регістром, з урахуванням технологічних допусків на виготовлення.

**4.7.4** Розрахунковий зовнішній тиск  $P_e$ , кПа, повинний визначатися по формулі

$$P_e = P_1 + P_2 + P_3 + P_4, \quad (4.7.4)$$

де:

$P_1$ — настановний тиск підриву запобіжних клапанів; для вантажних ємкостей без запобіжних клапанів є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром, проте не менше 2 кПа;

$P_2$ — настановний тиск підриву запобіжних клапанів для відсіків корпусу, у яких розташовані вантажні ємкості або їхні частини; в інших випадках  $P_2 = 0$ ;

$P_3$  — будь-які стискальні зусилля (вплив ваги і усадки ізоляції, ваги обшивки, включаючи додаток на корозію тощо), яким може бути піддана вантажна ємкість. Вони включають також вагу куполів, частин, які здіймаються, і трубопроводів, вплив вантажу при частково заповненій ємкості, навантаження від деформації корпусу та інерційні зусилля. Крім того, повинний бути врахований місцевий вплив зовнішнього і/або внутрішнього тиску;

$P_4$ — умовне зовнішнє навантаження внаслідок нахату води на ємкості або їхні частини, що перебувають на відкритій палубі; в інших випадках  $P_4 = 0$ .

**4.7.5** Повинні бути виконані розрахунки напружень у районі опор ємкостей (у стінці ємкості і в корпусних конструкціях) при дії навантажень, зазначених у розд. 3.

Додатково Регістр може зажадати результати оцінки утомної міцності конструкції, а також розрахунки з урахуванням вторинних і термічних напружень.

**4.7.6** Товщина стінок вкладних вантажних ємкостей типу С повинна бути не менше отриманої розрахунками з урахуванням додатка на корозію і у кожному разі не менше:

5 мм — для вуглецево-марганцевих і нікелевих сталей;

3 мм — для аустенітних сталей;

7 мм — для алюмінієвих сплавів.

#### **4.8 ВБУДОВАНІ ВАНТАЖНІ ЄМКОСТІ І ОПОРНІ КОНСТРУКЦІЇ ВАНТАЖНИХ ЄМКОСТЕЙ**

**4.8.1** Вбудовані вантажні ємкості і опорні конструкції вантажних ємкостей повинні бути розраховані на дію аварійних навантажень, зазначених в 3.7 і 3.8, залежно від випадку.

**4.8.2** При дії аварійних навантажень, зазначених в 3.8, напруження повинні відповідати критеріям, які зазначені в 2.2.4, відповідно до модифікованих з урахуванням більше низької імовірності їхнього виникнення.

#### **4.9 СИСТЕМИ УТРИМАННЯ ВАНТАЖУ**

**4.9.1** Системи утримання вантажу, які не можуть бути спроектовані з використанням розд. 5, повинні проектуватися з використанням цього підрозділу.

Розрахунки системи утримання вантажу відповідно з цим підрозділом повинні ґрунтуватися на принципах проектування по граничному стану; такий підхід до проектування конструкцій може застосовуватися як до традиційних проектних розв'язок, так і до нових проектів.

Даний більше загальний підхід забезпечує рівень безпеки, аналогічний рівню, який досягається для відомих систем утримання відповідно до розд. 5.

При розрахунках по граничному стану кожний з елементів конструкції повинен пройти оцінку з позиції можливих відмов, що ставляться до умов проектування, зазначених в 3.9.4.

**4.9.2** Кожному з видів відмови можуть відповідати одне або більше граничних станів.

Граничним навантаженням для елемента конструкції буде мінімальне граничне навантаження, отримане в результаті розгляду всіх відповідних граничних станів.

Граничні стани поділяються на наступні три категорії:

крайні граничні стани (ULS), що відповідають максимальній несівній здатності або, у деяких випадках, максимальним характерним напруженням або деформаціям у неушкодженому стані;

граничні стани по утомі (FLS), відповідні до руйнування під дією змінного в часі (циклічного) навантаження;

аварійні граничні стани (ALS), що стосуються здатності конструкції протистояти аварійним ситуаціям.

**4.9.3** Процедури і відповідні розрахункові параметри для проектування по граничному стану повинні відповідати Стандартам використання методологій граничного стану при розрахунках систем утримання вантажу незвичайної конфігурації, як зазначено в Додатку 4.



## 5 НАПРУЖЕННЯ, ЩО ДОПУСКАЮТЬСЯ

### 5.1 ВБУДОВАНІ І МЕМБРАННІ ВАНТАЖНІ ЄМКОСТІ

**5.1.1** При виборі розмірів елементів конструкцій, що утворюють вбудовані і мембранні вантажні ємкості, повинні бути виконані вимоги 4.2 і 4.3.

**5.1.2** Несівна здатність конструкцій може бути визначена шляхом випробувань або за допомогою аналізу з урахуванням як пружних, так і пластичних властивостей матеріалу за допомогою спрощеного лінійного аналізу в пружній області, або дотримуючись положень правил.

**5.1.3** У розрахунках повинні розглядатися пластичне деформування і втрата стійкості.

**5.1.4** Аналіз повинен ґрунтуватися на характеристичних значеннях навантажень, як зазначено нижче (див. 4.18.1.2 Кодексу):

навантаження постійного характеру — розрахункові значення;

експлуатаційні навантаження — номінальні значення;

навантаження, обумовлені зовнішнім впливом — для хвильових навантажень: найбільше імовірне максимальне навантаження з  $10^{-8}$  циклів навантаження хвильовими навантаженнями.

### 5.2 ВКЛАДНІ ВАНТАЖНІ ЄМКОСТІ ТИПУ А

**5.2.1** Для вкладних вантажних ємкостей типу А, що мають плоскі поверхні, розрахункові напруження для в'язей (рамних шпангоутів, стійок, стрингерів, поздовжніх рамних балок) не повинні перевищувати меншу з наступних величин:  $R_m/2,66$  або  $R_{eH}/1,33$  для нікелевих, вуглецево-марганцевих, аустенітних сталей і алюмінієвих сплавів.

Якщо виконуються уточнені розрахунки міцності з урахуванням деформації при вигині, крутінні і осьовому зсуві, а також сили взаємодії між корпусом і вантажною ємкістю при деформаціях подвійного дна і днища вантажної ємкості, по спеціальному узгодженню з Регістром можуть бути дозволені більші значення напружень, що допускаються.

Розміри обмежуючих вантажні ємкості конструкцій повинні відповідати вимогам Регістру до диптанків з урахуванням внутрішнього тиску, як зазначено в 3.3, і додатку на корозію, необхідних 3.9.5.

**5.2.2** Повинен бути проведений аналіз конструкції вантажної ємкості на предмет можливої втрати стійкості.

**5.2.3** Вантажні ємкості та їхні опори повинні бути спроектовані з урахуванням дії аварійних навантажень і розрахункових умов, зазначених в 3.7 і в 3.8 і в 3.9.4, залежно від випадку.

**5.2.4** При дії аварійних навантажень, зазначених в 3.8, напруження повинні відповідати критеріям, зазначеним в 5.2.1, відповідно до модифікованих, з урахуванням більше низкої імовірності їхнього виникнення.

### 5.3 ВКЛАДНІ ВАНТАЖНІ ЄМКОСТІ ТИПУ В

5.3.1 Для вкладних вантажних ємкостей типу В, які мають форму тіл обертання, напруження, що допускаються, не повинні перевищувати

$$\sigma_M \leq f; \quad (5.3-1)$$

$$\sigma_L \leq 1,5f; \quad (5.3-2)$$

$$\sigma_B \leq 1,5F; \quad (5.3-3)$$

$$\sigma_L + \sigma_B \leq 1,5F; \quad (5.3-4)$$

$$\sigma_M + \sigma_B \leq 1,5F; \quad (5.3-5)$$

$$\sigma_m + \sigma_b + \sigma_g \leq 3F; \quad (5.3-6)$$

$$\sigma_L + \sigma_b + \sigma_g \leq 3F; \quad (5.3-7)$$

де:

$\sigma_M$  — еквівалентні первинні загальні мембранні напруження;

$\sigma_L$  — еквівалентні первинні місцеві мембранні напруження;

$\sigma_B$  — еквівалентні первинні напруження при вигині;

$\sigma_g$  — еквівалентні вторинні напруження. Вторинні напруження — це нормальні напруження або напруження зрушення, що розвиваються внаслідок обмежень на деформування, надаваних суміжними конструкціями, або, які розвиваються внаслідок самообмеження конструкції. Основною ознакою вторинних напружень є їхнє самообмеження.

Місцева плинність або незначні зміни форми можуть задовольнити умовам, що приводять до появи цих напружень;

$f$  — менша із величин  $R_m/A$  і  $R_{eH}/B$ ;

$F$  — менша з величин  $R_m/C$  і  $R_{eH}/D$ ;

$R_{eH}$  — специфікаційна мінімальна границя плинності при кімнатній температурі.

Якщо крива залежності деформацій від напружень не показує чітко вираженої границі плинності, приймається напруження, відповідне до подовження зразка на 0,2 %;

$R_m$  — специфікаційна мінімальна границя міцності при кімнатній температурі.

Для зварних з'єднань конструкцій з алюмінієвих сплавів слід використовувати відповідні значення  $R_{eH}$  або  $R_m$  у стані після відпалювання.

Зазначені характеристики повинні відповідати мінімальним специфікаційним механічним властивостям матеріалів, включаючи наплавлений метал зварних швів.

За умови спеціального розгляду, Регістром можуть бути враховані більше високі значення границі плинності і границі міцності при низькій температурі.

Температура, при якій визначалися властивості матеріалів, повинна бути зазначена у Свідоцтві.

Крім того, у Свідоцтві повинні бути наведені коефіцієнти напружень А, В, С і D, які повинні мати мінімальні значення, зазначені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3.1

Коефіцієнт напружень	Сталі		Алюмінієві сплави
	Вуглецево-марганцеві і нікелеві	Аустенітні	
A	3	3,5	4
B	2	1,6	1,5
C	3	3	3
D	1,5	1,5	1,5

Еквівалентне напруження  $\sigma_c$  (по Мізесу, Губеру) повинне бути визначене по формулі

$$\sigma_c = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_x \sigma_y - \sigma_x \sigma_z - \sigma_y \sigma_z + 3(\tau_{xy}^2 + \tau_{xz}^2 + \tau_{yz}^2)}, \quad (5.3-8)$$

де:

- $\sigma_x$  — сумарні нормальні напруження по осі  $x$ ;
- $\sigma_y$  — сумарні нормальні напруження по осі  $y$ ;
- $\sigma_z$  — сумарні нормальні напруження по осі  $z$ ;
- $\tau_{xy}$  — сумарні дотичні напруження в площині  $x$ -  $y$ ;
- $\tau_{xz}$  — сумарні дотичні напруження в площині  $x$ - $z$ ;
- $\tau_{yz}$  — сумарні дотичні напруження в площині  $y$ - $z$ .

Вищенаведені величини повинні бути розраховані по формулах (5.3-9) — (5.3-14).

Якщо статичні і динамічні напруження визначаються окремо і не виправдане застосування інших методів, сумарні напруження визначаються по наступних формулах:

$$\sigma_x = \sigma_{x,st} \pm \sqrt{\Sigma(\sigma_{x,dyn})^2}; \quad (5.3-9)$$

$$\sigma_y = \sigma_{y,st} \pm \sqrt{\Sigma(\sigma_{y,dyn})^2}; \quad (5.3-10)$$

$$\sigma_z = \sigma_{z,st} \pm \sqrt{\Sigma(\sigma_{z,dyn})^2}; \quad (5.3-11)$$

$$\tau_{xy} = \tau_{xy,st} \pm \sqrt{\Sigma(\tau_{xy,dyn})^2}; \quad (5.3-12)$$

$$\tau_{xz} = \tau_{xz,st} \pm \sqrt{\Sigma(\tau_{xz,dyn})^2}; \quad (5.3-13)$$

$$\tau_{yz} = \tau_{yz,st} \pm \sqrt{\Sigma(\tau_{yz,dyn})^2}; \quad (5.3-14)$$

де:

$\sigma_{x,st}$ ,  $\sigma_{y,st}$ ,  $\sigma_{z,st}$ ,  $\tau_{xy,st}$ ,  $\tau_{xz,st}$ ,  $\tau_{yz,st}$  — статичні напруження;

$\sigma_{x,dyn}$ ,  $\sigma_{y,dyn}$ ,  $\sigma_{z,dyn}$ ,  $\tau_{xy,dyn}$ ,  $\tau_{xz,dyn}$ ,  $\tau_{yz,dyn}$  — динамічні напруження, які визначаються окремо від складових пришвидження і складових напруження корпусу, обумовленого прогином і скручуванням.

### 5.4 ВКЛАДНІ ВАНТАЖНІ ЄМКОСТІ ТИПУ В, ВИКОНАНІ З ВИКОРИСТАННЯМ ПЛОСКИХ ПОВЕРХОНЬ

**5.4.1** Для вкладних вантажних ємкостей типу В, виконаних переважно з використанням плоских поверхонь, еквівалентні мембранні напруження, що допускаються, застосовувані для аналізу методом кінцевих елементів, не повинні перевищувати:

для нікелевих і вуглецево-марганцевих сталей — найменшого із значень  $R_m/2$  або  $R_e/1,2$ ;

для аустенітних сталей — найменшого із значень  $R_m/2,5$  або  $R_e/1,2$ ; і

для алюмінієвих сплавів — найменшого із значень  $R_m/2,5$  або  $R_e/1,2$ .

Зазначені вище значення можуть бути змінені з урахуванням місцевого характеру напружень, методів аналізу напружень і розрахункових умов за узгодженням з Регістром.

Товщина листів оболонки і розміри ребер жорсткості не повинні бути менші тих, що потрібні для вкладних вантажних ємкостей типу А.

**5.4.2** Оцінка утомної довговічності і поширення тріщин повинна бути виконана відповідно з 4.6.4.

Критерії приймання повинні відповідати 4.6.4.7.1 — 4.6.4.7.3, залежно від можливості виявлення дефекту.

**5.4.3** При аналізі утомної довговічності повинні враховуватися технологічні допуски.

**5.4.4** Вантажні ємкості та їхні опори повинні бути розраховані на дію аварійних навантажень і розрахункових умов, зазначених в 3.9.4.3 і 3.8, залежно від випадку.

**5.4.5** При дії аварійних навантажень, зазначених в 3.8, напруження повинні відповідати критеріям приймання, зазначеним в 5.3, відповідно до модифікованих з урахуванням більше низької імовірності їхнього виникнення.

**5.4.6** Будь-яке маркування посудини під тиском повинне бути виконане таким способом, який не створює недопустимого росту місцевих напружень.

### 5.5 ВКЛАДНІ ВАНТАЖНІ ЄМКОСТІ ТИПУ С

**5.5.1** Для вкладних вантажних ємкостей типу С напруження в розрахунках міцності (див. 4.7), що допускається, повинне прийматися як менша з величин  $R_m/A$  і  $R_{eH}/B$ , де  $R_m$  і  $R_{eH}$  (див. 5.3.1).

Величини А і В повинні прийматися не менше зазначених у табл. 5.5.1 і повинні бути наведені у Свідоцтві.

**Таблиця 5.5.1**

Коефіцієнт напружень	Сталі		Алюмінієві сплави
	Вуглецево-марганцеві і нікелеві	Аустенітні	
А	3	3,5	4
В	1,5	1,5	1,5

Напруження, що допускаються, не повинні перевищувати:

$$\sigma_m \leq f; \quad (5.5-1)$$

$$\sigma_L \leq 1,5f; \quad (5.5-2)$$

$$\sigma_b \leq 1,5f; \quad (5.5-3)$$

$$\sigma_L + \sigma_b \leq 1,5f; \quad (5.5-4)$$

$$\sigma_m + \sigma_b \leq 1,5f; \quad (5.5-5)$$

$$\sigma_m + \sigma_b + \sigma_g \leq 3,0f; \quad (5.5-6)$$

$$\sigma_L + \sigma_b + \sigma_a \leq 3,0f, \quad (5.5-7)$$

де:

$\sigma_m$ — еквівалентні первинні напруження;

$\sigma_L$ — еквівалентні первинні локальні мембранні напруження;

$\sigma_b$ — еквівалентні первинні напруження при вигині;

$\sigma_g$ — еквівалентні вторинні напруження;

$f$ — менша із величин  $R_m/A$  і  $R_{eH}/B$ .

**5.5.2** Основою для проектування вкладних вантажних ємкостей типу С є використання критеріїв для посудин під тиском, доповнених критеріями механіки руйнувань і поширення тріщин.

Мінімальний розрахунковий тиск, обумовлений в 2.1.3, призначений для забезпечення того, щоб динамічні напруження залишалися досить низькими, для того щоб будь-який первісний дефект поверхні за час експлуатації вантажної ємкості не поширювався більше, ніж на половину товщини.

Для вкладних вантажних ємкостей типу С, якщо температура вантажу при атмосферному тиску нижче  $-55\text{ }^\circ\text{C}$ , Регістр може зажадати додаткову перевірку з метою забезпечення їх відповідності 5.5.1 при дії статичних і динамічних напружень.

**5.5.3** Вантажна ємкість і її опорні конструкції повинні бути розраховані на дію аварійних навантажень і для відповідності проектних умов, зазначених в 3.9.4.3 і 3.8, залежно від випадку.

**5.5.3.1** Допустимі напруження в кільцях жорсткості.

Для горизонтальних циліндричних ємкостей, виготовлених із вуглецево-марганцевої сталі, які опираються на сідлоподібні опори, еквівалентні напруження в кільцях жорсткості, розраховані методом кінцевих елементів, не повинні перевищувати наступних значень:

$$\sigma_e \leq \sigma_{all}, \quad (5.5.3.1-1)$$

де:

$$\sigma_{all} = \min(0,57R_m; 0,85 R_{eH}); \quad (5.5.3.1-2)$$

$$\sigma_e = [(\sigma_n + \sigma_b)^2 + 3 \tau^2]^{0,5}; \quad (5.5.3.1-3)$$

$\sigma_e$  — еквівалентне напруження по Мізесу, Н/мм<sup>2</sup>;  
 $\sigma_n$  — нормальне напруження, Н/мм<sup>2</sup>, уздовж окружності кільця жорсткості;  
 $\sigma_b$  — вигинаюче напруження, Н/мм<sup>2</sup>, уздовж окружності кільця жорсткості;  
 $\tau$  — дотичне напруження, Н/мм<sup>2</sup>, в кільці жорсткості;  
 $R_m$  і  $R_{eH}$  — див. 5.3.

Значення еквівалентного напруження  $\sigma_e$  повинні визначатися по всій довжині кільця жорсткості для достатньої кількості розрахункових випадків, за процедурою, погодженою з Регістром.

#### 5.5.3.2 Допущення при розрахунку кільця жорсткості.

Кільце жорсткості повинне розглядатися як кільцева балка, сформована стінкою, фланцем, накладним листом, якщо є, і прилягаючою обшивкою.

Ефективна ширина прилягаючої обшивки повинна визначатися наступним чином:

##### 1 для циліндричної оболонки:

ефективна ширина, мм, не більше  $0,78(rt)^{0,5}$  з кожної сторони стінки. Накладний лист, якщо є, може бути включений в межах цієї відстані, де  $r$  — середній радіус циліндричної оболонки, мм;  $t$  — товщина циліндричної оболонки, мм;

##### 2 для поздовжніх перегородок (у випадку застосування суміжних вантажних ємкостей):

ефективна ширина повинна визначатися таким же чином, як для циліндричної оболонки.

Як орієнтовне значення може прийматися відстань, рівна  $20t_b$  з кожної сторони стінки, де  $t_b$  — товщина перегородки, мм.

До кільця жорсткості, уздовж дотичної до контуру з кожної сторони кільця, необхідно прикладати навантаження від дотичних напружень, які виникають від сили, що перерізує, діючої у вантажній ємкості, і визначених по закону пар дотичних напружень.

#### 5.5.3.3 Для розрахунку сил реакції опор необхідно враховувати наступне:

Пружність матеріалу опори (середній шар може бути виготовлений із деревини або аналогічного матеріалу);

зміни в контактній поверхні вантажної ємкості і опор, відповідні сили реакції через термічне стискання вантажної ємкості, пружних деформацій вантажної ємкості і матеріалу опор.

Підсумковий розподіл сил реакції в опорах не повинний показувати розтягувальних зусиль.

#### 5.5.3.4 Кільця жорсткості повинні піддаватися випробуванням на втрату стійкості.

5.5.4 При дії аварійних навантажень, зазначених в 3.8, напруження повинні задовольняти критеріям, зазначеним в 5.5.1, відповідно до модифікованих, з урахуванням більше низької імовірності їхнього виникнення.

5.5.5 Необхідне маркування посудини під тиском повинне бути виконане способом, який не викликає неприйняттого росту місцевих напружень.

## 5.6 МЕМБРАННІ СИСТЕМИ УТРИМАННЯ ВАНТАЖУ

**5.6.1** Основою для проектування мембранних систем утримання вантажу є принцип, що допускає компенсацію термічних або інших деформацій без створення надмірного ризику втрати непроникності мембрани.

Для демонстрації того, що система виконає призначену їй функцію при вищезгаданих експлуатаційних умовах, повинен використовуватися системний підхід, заснований на аналізі та випробуваннях.

Циркуляція інертного газу через простір первинної ізоляції та простір вторинної ізоляції, відповідно до 6.3.6 частини VI «Системи і трубопроводи», повинна бути достатньою для ефективного використання засобів виявлення газу.

**5.6.2** Повинна бути здійснена оцінка потенційних подій, які можуть привести до втрати непроникності мембран для рідини в ході терміну їхньої служби і містити у собі наступне, не обмежуючись цим:

**.1** події, пов'язані із граничною міцністю:

відмова мембран внаслідок розтягання;

компресійне руйнування термічної ізоляції;

термічне старіння;

порушення з'єднання термічної ізоляції з конструкціями корпусу;

порушення з'єднання мембран із системою термічної ізоляції;

порушення цілісності внутрішніх конструкцій та їхніх опорних конструкцій;

відмова підтримуючих конструкцій корпусу;

**.2** події, пов'язані з утомою:

утома мембран, включаючи стики і сполучні елементи з конструкціями;

корпусу;

тріщино-утворення термічної ізоляції утомного характеру;

утома внутрішніх конструкцій і підтримуючих їхніх конструкцій;

тріщино-утворення внутрішніх бортів, що веде до надходження баластної

води;

**.3** події аварійного характеру:

аварійне ушкодження механічного характеру (таке, як падіння предметів усередині вантажної ємкості в процесі експлуатації);

аварійне створення надлишкового тиску в просторах термічної ізоляції;

аварійне розрідження у вантажній ємкості;

аварійне надходження води через внутрішні борти.

Не допускаються конструкції, у яких одиночна внутрішня подія могла б викликати одночасний або каскадний вихід з ладу обох мембран.

**5.6.3** В процесі реалізації проекту повинні бути встановлені необхідні фізичні властивості (механічні, термічні, хімічні тощо) матеріалів, використовуваних у складі системи утримання вантажу, відповідно до 5.6.

**5.6.4** Повинна бути розглянута можлива втрата конструкціями вантажної ємкості цілості внаслідок кожної з таких причин, як надлишковий тиск у міжбортному просторі, можливий вакуум у вантажній ємкості, хлюпання вантажу, вплив вібрації корпусу або будь-якої комбінації зазначених причин.

**5.6.5** Повинен бути виконаний розрахунок конструкцій і/або повинні бути проведені випробування з метою визначення граничної міцності і виконання оцінки утомної довговічності системи утримання вантажу і пов'язаних з нею конструкцій, наприклад, конструкцій, як вони визначені в 4.1.1.

Розрахунки конструкцій повинні містити дані, необхідні для оцінки кожного з видів ушкоджень, які були визначені як критичні для системи утримання вантажу.

**5.6.5.1** Розрахунок конструкцій корпусу повинен урахувувати внутрішній тиск, як зазначено в 1.1.

Особлива увага повинна приділятися деформаціям корпусу і їхній сумісності з мембраною і пов'язаною з нею термічною ізоляцією.

**5.6.5.2** Розрахунок, згаданий в 5.6.5.1, повинен бути заснований на конкретних складових руху, пришвидчення і реакції судна і систем утримання вантажу.

**5.6.6** Для конструкцій усередині вантажної ємкості, тобто насосних колон, а також для частин мембрани і сполучних елементів насосної колони, для яких розвиток ушкоджень не може бути надійним чином виявлений за допомогою безперервного спостереження, повинен бути виконаний аналіз їхньої утомної довговічності.

**5.6.6.1** Розрахунки втоми повинні бути виконані відповідно до 4.6.4 з урахуванням відповідних вимог, залежно від наступного:

значимості компонентів конструкції стосовно забезпечення цілілості конструкції;

доступності для огляду.

**5.6.6.2** Для елементів конструкцій, для яких може бути продемонстроване проведення випробувань і/або аналізу, що тріщина не приведе до одночасної або каскадної відмови обох мембран, величина  $C_w$  повинна бути менша або рівна 0,5.

**5.6.6.3** Елементи конструкцій, що є предметом періодичних оглядів, для яких залишена непоміченою утомна тріщина може розвинути так, щоб викликати одночасну або каскадну відмову обох мембран, повинні задовольняти вимогам до утомних руйнувань і механіці руйнування, викладених в 4.6.4.7.3.

**5.6.6.4** Елементи конструкції, недоступні для огляду при оглядах, і для яких утомна тріщина може розвинути без попередніх ознак і викликати одночасну або каскадну відмову обох мембран, повинні задовольняти вимогам до утомних руйнувань і механіки руйнування, викладених в 4.6.4.7.3.

**5.6.7** Система утримання і підтримуючі конструкції корпусу повинні бути розраховані на дію аварійних навантажень, зазначених в 3.8.

Немає необхідності, щоб ці навантаження сполучалися між собою або з навантаженнями, викликаними впливом навколишнього середовища.

**5.6.7.1** На підставі аналізу видів ризику повинні бути визначені додаткові сценарії аварійних ситуацій.

Особлива увага повинна приділятися пристроям кріплення усередині вантажних ємкостей.



## 6 ДОДАТОК НА КОРОЗІЮ

**6.1** Якщо в процесі експлуатації у вантажних ємкостях передбачене перевезення хімічно активних речовин або не передбачений контроль навколишнього середовища, що оточує вантажну ємкість, Регістр може зажадати введення додатку на корозію для товщин стінок вантажної ємкості, отриманих розрахунками.

**6.2** Не потрібне введення додатку на корозію для стінок вантажних ємкостей, якщо їхня зовнішня поверхня захищена інертним газом або ізоляція має стійкість до впливу пари вантажу.

Якщо стінки вантажних ємкостей виготовлені з корозійно-стійких матеріалів, уведення додатку на корозію є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром.

Застосування фарбування або інших тонких покриттів не розглядається як корозійний захит стінок вантажних ємкостей.

## 7 ОПОРИ ВАНТАЖНИХ ЄМКОСТЕЙ

**7.1** Вантажні ємкості повинні кріпитися до корпусу судна таким чином, щоб запобігти можливість їхнього зсуву під дією динамічних або статичних навантажень.

Повинна забезпечуватися можливість стискання і розширення конструкцій, що утворюють вантажну ємкість, під дією зміни температури без виникнення надмірних напружень в елементах її конструкції та конструкціях корпусу.

Вантажні ємкості з опорами повинні розраховуватися з урахуванням статичного крену 30°.

Опори повинні розраховуватися для найбільше імовірного максимального результуючого пришвидшення (див. рис. 3.2-1).

**7.2** Конструкція кріплення вантажних ємкостей до корпусу повинна передбачати наявність спеціальних упорів, які здатні сприйняти горизонтальні зусилля, що виникають при зіткненні судна, рівні 0,5 і 0,25 ваги вантажної ємкості з вантажем до носу і в корму відповідно; при цьому повинне бути виключене виникнення будь-яких ушкоджень елементів конструкції вантажних ємкостей.

**7.3** У розрахунках міцності елементів конструкції вантажних ємкостей і їхніх опор повинний передбачатися незалежний вплив навантажень, зазначених в 7.1 і 7.2, а також відсутність накладення цих навантажень на зусилля, що виникають при деформаціях корпусу судна на хвилюванні.

**7.3.1** Вантажні ємкості з опорами повинні бути розраховані на дію аварійних навантажень, зазначених в 3.8.

Немає необхідності комбінувати ці навантаження між собою або з навантаженнями, обумовленими зовнішнім впливом.

**7.4** Повинні бути передбачені конструктивні заходи для запобігання можливості зсуву вантажних ємкостей (вкладних ємкостей і, якщо необхідно, мембранних і напівмембранних ємкостей) щодо корпусу судна при дії сил інерції, обумовлених бортовий хитавицею.

## 8 ВТОРИННИЙ БАР'ЄР

**8.1** Якщо температура перевезеного вантажу при атмосферному тиску нижче  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , повинен бути передбачений вторинний бар'єр (див. 8.2), який може служити як тимчасова ємкість для рідкого вантажу при його витоку з вантажної ємкості.

Конструкція корпусу судна може служити вторинним бар'єром, якщо температура вантажу при атмосферному тиску не нижче  $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; при цьому матеріал корпусу повинен задовольняти вимогам 10.2 і елементи конструкції корпусу, що утворюють вторинний бар'єр, не повинні ушкоджуватися при дії навантажень, викликаних термічними деформаціями.

**8.2** Необхідність вторинного бар'єру для кожного типу вантажної ємкості визначається по табл. 8.2.

Якщо конструкція вантажних ємкостей не відповідає типам, наведеним у розд. 2, вимога до наявності вторинного бар'єру є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром.

**Таблиця 8.2**

Тип ємкості	Температура вантажу при атмосферному тиску		
	$-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ та вище	нижче $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$	нижче $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$
1	2	3	4
Основний тип вантажної ємкості	вторинний бар'єр не потрібний	Конструкція корпусу судна може виконувати функції вторинного бар'єру	Окремий вторинний бар'єр, якщо вимагається
Вбудована вантажна ємкість		Тип ємкості, який зазвичай не допускається <sup>1</sup>	
Мембранна вантажна ємкість		Повний вторинний бар'єр	
Напівмембранна вантажна ємкість		Повний вторинний бар'єр <sup>2</sup>	
Вкладна вантажна ємкість:			
Тип А		Повний вторинний бар'єр	
Тип В		Частковий вторинний бар'єр	
Тип С		Вторинний бар'єр не вимагається	
Вантажна ємкість з внутрішньою ізоляцією:			
Тип 1		Повний вторинний бар'єр	
Тип 2		Повний вторинний бар'єр є частиною конструкції	

<sup>1</sup> Повний вторинний бар'єр зазвичай вимагається, якщо передбачається перевезення вантажів за температури нижче  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  при атмосферному тиску (див. визначення «вбудовані вантажні ємкості» в розд. 2).

<sup>2</sup> Для напівмембранних вантажних ємкостей, які відповідають вимогам, що висуваються до вкладних вантажних ємкостей типу В, Регістр може допустити частковий вторинний бар'єр.

**8.3** З урахуванням спектра навантажень, зазначеного в 3.4, вторинний бар'єр повинен утримувати рідкий вантаж при його витoku з вантажної ємкості протягом не менше 15 діб, якщо до тривалості рейсу не пред'являються інші вимоги.

При витoku вантажу через первинний бар'єр конструкція вторинного бар'єру не повинна допускати зниження температури корпусних конструкцій до небезпечного рівня, а руйнування первинного бар'єру не повинне приводити до виходу з ладу вторинного бар'єру, і навпаки.

Конструкція вторинного бар'єру повинна бути такою, щоб ушкодження опори або елемента з'єднання з конструкціями корпусу не викликало втрати непроникності стосовно рідини як основного, так і вторинного бар'єрів.

Функції вторинного бар'єру повинні забезпечуватися до статичного крену 30°.

**8.4** Часткові вторинні бар'єри, дозволені 3.10.3, повинні використовуватися разом з системою захисту від незначних витоків і відповідати всім вимогам 8.5.

Система захисту від незначних витоків повинна включати засоби виявлення витоків через основний бар'єр, заходи спрямування будь-якого рідкого вантажу вниз, у частковий додатковий бар'єр, наприклад, у вигляді екрану з розпилених часток, а також засоби видалення рідини, наприклад, природне випаровування.

Якщо згідно з табл. 8.2 потрібний частковий вторинний бар'єр, його довжина повинна визначатися виходячи з можливого обсягу витoku, відповідного до довжини тріщини в стінці вантажної ємкості.

Довжина тріщини визначається на основі розгляду спектра навантажень, зазначеного в 3.4, з урахуванням швидкості випаровування рідкого вантажу, швидкості витoku, подачі насосів та інших факторів.

Виявлення витoku рідкого вантажу може здійснюватися за допомогою установки датчиків, як зазначено в 1.2 частини VIII «Контрольно-вимірювальні пристрої і системи автоматизації», або шляхом відповідного використання систем виміру тиску, температури або виявлення газу, або за допомогою будь-якої комбінації зазначених способів.

Подвійне дно в районі вантажних ємкостей у кожному разі повинне бути захищене від потрапляння на нього рідкого вантажу.

У місцях, де вторинний бар'єр відсутній, повинні бути вжиті заходи (наприклад, установка бризковідбивачів) для відводу витоків рідкого вантажу до низу, у простір між первинним і вторинним бар'єрами, щоб зберегти температуру корпусних конструкцій на безпечному рівні.

**8.5** Конструкція вторинного бар'єру повинна забезпечувати можливість періодичного контролю його непроникності в процесі експлуатації судна.

Обсяг і методи випробувань в кожному випадку є предметом спеціального розгляду Регістром.

Методи випробувань повинні бути схвалені Регістром і повинні, де це застосовне для процедури випробувань:

**.1** включати відомості про розміри дефектів, які можуть бути допущені без ризику порушення непроникності додаткового бар'єру для рідин, і про їхнє розташування в межах додаткового бар'єру;

**.2** забезпечувати точність і діапазон значень, використовуваних запропонованим методом для виявлення дефектів, зазначених в 8.5.1;

**.3** використовувати для встановлення критеріїв прийнятності масштабні коефіцієнти у випадку, якщо випробування повномасштабної моделі не проводилися; і

**.4** урахувати вплив термічних і циклічних механічних навантажень на ефективність запропонованих випробувань.

## **9 ІЗОЛЯЦІЯ**

### **9.1 ІЗОЛЯЦІЯ ВАНТАЖНИХ ЄМКОСТЕЙ**

**9.1.1** У конструкції вантажних ємкостей, призначених для перевезення вантажу при температурі нижче  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , повинна бути передбачена ізоляція, що забезпечує підтримку температури елементів корпусних конструкцій вище мінімально допустимої розрахункової температури, зазначеної в розд. 10 цієї частини та в частині IX «Матеріали і зварювання», при розрахунковій температурі вантажних ємкостей і температурі навколишнього середовища  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  для морської води і  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  для повітря.

Для суден обмежених районів плавання за узгодженням з Регістром може бути допущена більше висока розрахункова температура навколишнього середовища.

**9.1.2** Якщо експлуатація судна передбачається в широтних зонах з більше низькими температурами, Регістр може зажадати зниження розрахункових температур навколишнього середовища.

Відповідний запис про це повинний бути зроблена у Свідоцтві.

**9.1.3** Ізоляція повинна забезпечувати захист корпусу від температур нижче допустимих (див. 10.1) і обмеження потоку тепла у вантажну ємкість до рівнів, які можуть підтримуватися використовуваною системою регулювання тиску і температури, описаної в розд. 4 частини VI «Системи і трубопроводи» (див. також розд. 4 цієї частини).

### **9.2 РОЗРАХУНКИ ІЗОЛЯЦІЇ**

**9.2.1** Розрахунки ізоляції при установленні вторинного бар'єру повинні виконуватися відповідно до 9.1 для перевірки того, що температура корпусної конструкції не падає нижче мінімально допустимої розрахункової температури для певної марки сталі (див. розд. 10 цієї частини і частину IX «Матеріали і зварювання»).

**9.2.1.1** Вторинний бар'єр повинен витримувати температуру вантажу при атмосферному тиску.

**9.2.2** Зазначені розрахунки повинні виконуватися для випадку тихої води і відсутності вітру.

**9.2.3** Застосування пристроїв для обігріву конструкцій корпусу не є підставою для зміни розрахункових характеристик, за винятком випадків, зазначених в 9.3.

**9.2.4** При дослідженні питань теплопередачі в розрахунках ізоляції при наявності вторинного бар'єру повинен враховуватися охолодний ефект випару при витоку вантажу.

**9.2.5** При виборі матеріалу для елементів набору, що з'єднують конструкції, які утворюють вторинний бар'єр, з корпусом судна, розрахункова температура визначається як середнє арифметичне температур вантажу і навколишнього середовища.

**9.2.6** При визначенні характеристик ізоляції необхідна увага повинна приділятися кількості допустимого випару з урахуванням суднової установки повторного зрідження, головної (их) пропульсивної (их) механічних установок або іншої системи регулювання температури.

**9.2.7** При визначенні товщини ізоляції повинна враховуватися наявність системи регулювання температури вантажу, установки повторного зрідження і головної енергетичної установки, що використовує вантаж, як паливо.

### **9.3 МАТЕРІАЛИ ІЗОЛЯЦІЇ**

**9.3.1** Матеріали ізоляції повинні витримувати навантаження, яких вони можуть зазнати від суміжних конструкцій.

**9.3.2** Залежно від розташування на судні до матеріалів ізоляції можуть бути пред'явлені вимоги негорючості і швидкості поширення полум'я.

**9.3.2.1** Ізоляція повинна бути захищена від механічних ушкоджень і влучення водяної пари.

Якщо термічна ізоляція розташована на відкритій палубі або над нею, а також в районі проходу верхніх частин вантажних ємкостей через палубу, вона повинна мати відповідні характеристики вогнестійкості відповідно до визнаних стандартів або мати покриття з матеріалу з характеристиками повільного поширення полум'я, що представляє собою діючий схвалений захист від проникнення пари.

**9.3.2.2** Термічна ізоляція, що не відповідає визнаним стандартам у частині вогнестійкості, може використовуватися в трюмних приміщеннях, що не мають постійного захисту за допомогою інертного газу, за умови, що її поверхня облицьована матеріалом з характеристиками повільного поширення полум'я, що представляє собою діючий схвалений захист від проникнення пари.

**9.3.3** Випробування теплопровідності термічної ізоляції повинні проводитися на зразках, підданих старінню необхідним чином.

**9.3.4** Якщо для первинного або вторинного бар'єрів використовуються неметалічні матеріали, включаючи композитні матеріали, або якщо такі матеріали включаються до їхнього складу, вони повинні пройти випробування відповідно до вимог, зазначених у розд. 10 частини XIII «Матеріали» Правил МС, на пере-

вірку наступних властивостей, залежно того, що застосовне, з метою впевнитися, що вони є прийнятними для використання, що передбачається:

- сумісності з вантажами;
- старіння;
- механічних властивостей;
- термічних розширення і стиску;
- стирання;
- когезійної міцності;
- опірності вібрації;
- вогнестійкості та опору поширенню полум'я; і
- стійкості стосовно утомних руйнувань і поширенню тріщин.

Термічна ізоляція та інші матеріали, використовувані в системах утримання вантажу, повинні, залежно від випадку, для забезпечення відповідності передбаченої експлуатації, володіти наступними властивостями:

- сумісністю з вантажами;
- розчинністю у вантажі;
- поглинанням вантажу;
- усадкою;
- старінням;
- наявністю закритих гнізд;
- щільністю;
- механічними характеристиками — у межах, у яких вони піддані впливу вантажу та інших пов'язаних з ним ефектів, термічному розширенню і стиску;
- стиранню;
- зчепленню;
- теплопровідністю;
- стійкістю до вібрації;
- вогнестійкістю і опором поширенню полум'я; і
- стійкістю стосовно утомних руйнувань і поширенню тріщин.

Вищевказані властивості, де застосовно, повинні бути підтверджені випробуваннями в діапазоні між очікуваною максимальною температурою в ході експлуатації і температурою на 5 °С нижче мінімальної розрахункової температури, але не нижче - 196 °С.

**9.3.4.1** Якщо для первинного і вторинного бар'єрів використовуються неметалічні матеріали, включаючи композитні матеріали, способи їхнього з'єднання повинні також пройти випробування, як зазначено вище.

**9.3.4.2** Для використання в первинному і вторинному бар'єрах може бути розглянута можливість застосування матеріалів, що не є вогнестійкими і стійкими до поширення полум'я, за умови, що вони будуть захищені відповідною системою, такою як система атмосфери інертного газу, або обладнані затримуючим поширення полум'я бар'єром.

**9.3.5** Технологія виготовлення, умови зберігання, складання, методи контролю якості і визначення ступеню шкідливого впливу сонячної радіації для матеріалів ізоляції є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром.

**9.3.6** Провідні вказівки по використанню неметалічних матеріалів при виготовленні первинних і вторинних бар'єрів наведені в Додатку 3.

**9.3.7** Якщо використовується порошкова ізоляція або ізоляція у вигляді гранул, повинні бути вжиті заходи до зниження злежування в ході експлуатації і підтримці необхідної теплопровідності, а також до запобігання небажаного збільшення тиску на систему утримання вантажу.

**9.3.8** Ізоляція повинна зберігати свої властивості і не виявляти надмірного тиску на елементи вантажоутримуючої системи.

#### **9.4 ПРИСТРОЇ ДЛЯ ОБІГРІВУ КОНСТРУКЦІЙ КОРПУСУ**

**9.4.1** У випадках, зазначених в 9.1 і 9.2, передбачається наявність на судні схвалених Регістром пристроїв для обігріву елементів поперечного набору корпусу з метою попередження падіння їхньої температури нижче мінімально допустимої.

**9.4.1.1** Якщо експлуатація судна передбачається при більше низьких температурах навколишнього середовища, допускається використання зазначених пристроїв обігріву для елементів поздовжнього набору корпусу за умови, що їхній матеріал без обігріву зберігає необхідні механічні характеристики при температурі морської води 0 °С і повітря 5 °С.

**9.4.2** Пристрої для обігріву конструкцій корпусу повинні відповідати наступним вимогам:

кількість тепла, яке підводиться, повинне бути достатнім для підтримки температури корпусних конструкцій вище мінімально допустимих температур, зазначених в 9.1 і 9.2;

система обігріву повинна бути спроектована таким чином, щоб при виході з ладу будь-якої її частини неушкоджена частина могла постачати не менше 100 % розрахункової кількості тепла;

система обігріву повинна розглядатися як відповідальне допоміжне устаткування;

усі електричні компоненти принаймні однієї із систем, передбачених відповідно з 10.5 (для будь-якої поперечної конструкції корпусу), повинні одержувати живлення від аварійного джерела електроенергії, як зазначено в 6.1.4 частини VII «Електричне обладнання»;

конструкція системи обігріву є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром.

## 10 МАТЕРІАЛИ

**10.1** Матеріали елементів конструкції корпусу повинні задовольняти вимогам частини XIII «Матеріали» Правил МС.

Для визначення категорій листового матеріалу і секцій, що утворюють корпус судна, для всіх типів вантажних ємкостей повинні виконуватися розрахунки температур, якщо температура вантажу нижче  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Для цих розрахунків повинні бути зроблені наступні допущення:

**.1** за температуру основного бар'єру всіх вантажних ємкостей приймається температура вантажу;

**.2** на додаток до 10.1.1, якщо потрібний повний або частковий вторинний бар'єр, повинне бути зроблене допущення про те, що його температура повинна бути такою ж, як температура вантажу при атмосферному тиску тільки для однієї будь-якої вантажної ємкості;

**.3** рух повітря не відбувається і стан моря є штильним, тобто не робиться виправлення на конвекцію через зовнішні умови;

**.4** повинне бути зроблене допущення про погіршення властивостей термічної ізоляції протягом терміну експлуатації судна через дію таких факторів, як термічне і механічне старіння, ущільнення, рух судна і вібрація вантажних ємкостей, як визначено в 9.3.3 і 9.3.7;

**.5** обігрів корпусу може прийматися відповідно з 10.5, за умови, що пристрої обігріву відповідають 9.4.2.

Використовувані для розрахунків значення температур зовнішнього середовища, згадані в цьому пункті, повинні вказуватися в Свідоцтві, необхідному згідно з 3.1 частини I «Класифікація».

Якщо розрахункова температура корпусних конструкцій, до яких відносяться обшивка і настил палуби судна, а також усі з'єднані з ними балки набору, нижче  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , матеріал для їхнього виготовлення повинен визначатися по табл. 2.1-5 частини IX «Матеріали і зварювання»; при цьому температура води і повітря приймається рівною, відповідно,  $0$  і  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Матеріали всіх інших конструкцій корпусу, для яких отримана розрахункова температура у проектних умовах нижче  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  внаслідок впливу температури вантажу і які не утворюють вторинного бар'єру, також повинні відповідати вимогам, зазначеним у табл. 2.1-5 частини IX «Матеріали і зварювання».

Сюди відносяться конструкції корпусу, що підтримують вантажні ємкості, настил внутрішнього дна, обшивка поздовжніх перегородок, обшивка поперечних перегородок, флори, діафрагми, стрингери та усі з'єднані з ними ребра жорсткості.

Розрахункова температура повного або часткового вторинного бар'єру приймається рівною температурі вантажу при атмосферному тиску.

Для вантажних ємкостей без вторинного бар'єру за розрахункову температуру первинного бар'єру приймається температура вантажу.

**10.2** Матеріал корпусних конструкцій, що утворюють вторинний бар'єр, визначається по табл. 2.1-2 частини IX «Матеріали і зварювання».



Якщо вторинний бар'єр не є частиною конструкції корпусу судна, матеріал повинен визначатися по табл. 2.1-2 і 2.1-3 частини IX «Матеріали і зварювання».

Якщо вторинний бар'єр утворюється ділянкою настилу палуби або зовнішньою обшивкою борту, вимоги табл. 2.1-2 частини IX «Матеріали і зварювання» поширюються на суміжні листи настилу палуби і обшивки борту, наскільки це практично здійсненне.

Ізоляційні матеріали, що утворюють вторинний бар'єр, повинні задовольняти вимогам розд. 9 цієї частини.

**10.3** Матеріали для виготовлення вантажних ємкостей повинні задовольняти вимогам табл. 2.1-1 — 2.1-3 частини IX «Матеріали і зварювання».

**10.4** Матеріали корпусних конструкцій, що не утворюють вторинний бар'єр, і не зазначених в 10.1 — 10.3, якщо вони можуть зазнати впливу зниженої температури вантажу, повинні визначатися по табл. 2.1-5 частини IX «Матеріали і зварювання».

Зазначена вимога ставиться також до обшивки другого дна, поздовжніх і поперечних перегородок, стрингерів і всіх балок набору.

**10.5** З метою забезпечення того, щоб температура матеріалу не опускалася нижче мінімальної, дозволеної для категорії матеріалу, як зазначено в табл. 2.1-5 частини IX «Матеріали і зварювання», можуть використовуватися засоби обігріву конструкцій корпусу.

У розрахунках, необхідних в 10.1, такий обігрів може бути врахований відповідно до нижче наведених вказівок:

**.1** для будь-якої поперечної конструкції корпусу;

**.2** для поздовжніх конструкцій корпусу, зазначених в 10.1, для яких як номінальні зазначені більше низькі температури навколишнього середовища, за умови, що матеріал залишається придатним для зовнішніх температурних умов: +5 °C для повітря і 0 °C для морської води без урахування обігріву при розрахунках; і

**.3** як альтернатива, зазначеному в 10.5.2, для поздовжньої перегородки між вантажними ємкостями обігрів може бути врахований за умови, що матеріал залишається придатним для мінімальної розрахункової температури -30 °C або температури на 30 °C нижче зазначеної в 10.1 з урахуванням обігріву, дивлячись по тому, що нижче. У цьому випадку загальна поздовжня міцність судна повинна відповідати правилу П-1/3-1 Конвенції СОЛАС для обох випадків, тобто коли така(і) перегородка(и) розглядається(ються) ефективною(ми) і коли така(і) перегородка(и) не розглядається(ються) ефективною(ми).

**10.6** Матеріали — як неметалеві, так і металеві, що не згадуються в табл. 2.1-1 — 2.1-3 частини IX «Матеріали і зварювання», але використовувані для основного і вторинного бар'єрів, — можуть бути схвалені Регістром, з урахуванням розрахункових навантажень, яким вони можуть бути піддані, їхніх властивостей і передбачуваного використання.

## 11 ВИГОТОВЛЕННЯ І ВИПРОБУВАННЯ

### 11.1 ЗВАРНІ ШВИ

**11.1.1** Усі зварні з'єднання обшивки вкладних вантажних ємкостей повинні бути виконані стиковими швами з повним проваром.

З'єднання купола з обшивкою, шви приварювання штуцерів, патрубків, горловин тощо, за винятком невеликих патрубків на куполі ємкості, повинні виконуватися з повним проваром.

**11.1.2** Усі вкладні вантажні ємкості типу А повинні зазнати гідростатичного або гідропневматичного випробування.

Ці випробування повинні виконуватися таким чином, щоб напруження, наскільки це практично здійсненне, наближалися до розрахункових, а тиск в верхній частині вантажної ємкості щонайменше відповідав MARVS.

Якщо виконується гідропневматичне випробування, умови повинні моделювати, наскільки це практично здійсненне, розрахункові навантаження на вантажну ємкість і її опорні конструкції, включаючи динамічні складові, уникаючи при цьому рівнів напружень, здатних викликати залишкові деформації.

**11.1.3** Зварні з'єднання деталей вкладних вантажних ємкостей типу С, а також первинних непроникних для рідини бар'єрів вкладних вантажних ємкостей типу В, сформованих головним чином криволінійними поверхнями, повинні відповідати наступним вимогам.

**11.1.3.1** Усі зварні з'єднання стінок ємкостей повинні бути виконані стиковими швами з повним проваром з «Х-Х» - або «U»- подібним обробленням кромки.

Інша форма кромки може бути допущена за спеціальним узгодженням з Регістром за умови позитивних результатів випробувань, проведених при схваленні процесів зварювання.

Усі зварні шви в конструкції вантажної ємкості (з'єднання частин, приварювання патрубків, штуцерів, горловин) повинні виконуватися з повним проваром.

Зварювання без повного провару може бути допущене за спеціальним узгодженням з Регістром для патрубків невеликого діаметра.

Підготовка кромки деталей під зварювання повинна виконуватися по схвалених Регістром стандартах.

**11.1.3.2** Де застосовне, усі технологічні процеси складання і випробувань, за винятком зазначеного в розд. 11, повинні виконуватися відповідно до застосовних положень частини IX «Матеріали і зварювання».

**11.1.4** При проектуванні з'єднання шляхом склеювання (або з'єднання будь-яким іншим способом, ніж зварювання) повинні прийматися в розрахунках характеристики міцності процесу складання.

## 11.2 ВИПРОБУВАННЯ

**11.2.1** Усі вантажні ємкості і технологічні посудини під тиском повинні бути піддані гідростатичним або гідропневматичним випробуванням тиском, як це застосовно до різних типів вантажних ємкостей.

**11.2.2** Вантажні ємкості всіх типів повинні зазнати випробування на непроникність, яке допускається проводити разом з випробуванням під тиском, зазначеним в 11.2.10 і 11.2.11.

**11.2.3** Випробування зварних з'єднань, включаючи неруйнівний контроль, для всіх типів вантажних ємкостей, крім вкладних вантажних ємкостей типу С, повинні виконуватися відповідно до положень 3.7 частини IX «Матеріали і зварювання».

**11.2.4** Функціонування конструкції мембранних ємкостей і вантажних ємкостей із внутрішньою ізоляцією повинне забезпечуватися погодженими з Регістром нормами проектування, виготовлення і випробування, установленими на підставі результатів випробувань прототипу.

**11.2.5** До напівмембранних ємкостей повинні застосовуватися вимоги цього розділу, пропоновані до вкладних вантажних ємкостей і мембранних ємкостей, наскільки це можливо і доцільно.

**11.2.6** Вбудовані вантажні ємкості повинні зазнати гідростатичного або гідропневматичного випробування.

Випробування повинне проводитися таким чином, щоб виникаючі напруження наближалися, наскільки це можливо, до проектних напружень і тиск у верхній частині ємкості принаймні відповідав MARVS.

**11.2.7** На судах з мембранними і напівмембранними ємкостями усі простори, у яких звичайно утримується рідкий вантаж і які є суміжними з конструкціями корпусу, що підтримують мембрану, повинні зазнати гідростатичного або гідропневматичного випробування.

Конструкції корпусу судна, що підтримують мембрану, повинні зазнати випробування на непроникність.

Тунелі трубопроводів та інші відсіки, у яких звичайно не утримуються рідини, не вимагають гідростатичного випробування.

**11.2.8** На судах, обладнаних вантажними ємкостями із внутрішньою ізоляцією, де конструкцією, що підтримує ізоляцію, є внутрішній корпус, уся його конструкція повинна бути випробувана на непроникність (див. Додаток 1 до частини II «Корпус» Правил МС) з урахуванням MARVS.

Якщо підтримуючою ізоляцією конструкцією є вкладні ємкості, вони повинні бути випробувані згідно з 11.2.10 і 11.2.11.

Для вантажних ємкостей із внутрішньою ізоляцією методика і програма випробувань непроникності є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром.

Випробування непроникності повинні проводитися до установлення ізоляції.

**11.2.8.1** Випробування в ході проектних робіт, необхідні згідно з 5.6, повинні включати випробування ряду аналітичних і фізичних моделей як основного, так і вторинного бар'єрів, включаючи кути і з'єднання, для перевірки того, що вони витримують очікувані комбіновані деформації внаслідок дії статичних, динамічних і термічних навантажень. Ці дії завершуються виготовленням моделі прототипу повної системи утримання вантажу в масштабі.

Умови випробувань, що передбачаються в аналітичних і фізичних моделях, повинні являти собою самі жорсткі умови експлуатації, у яких система утримання вантажу може виявитися протягом терміну своєї служби.

Запропоновані критерії приймання для періодичних випробувань вторинних бар'єрів, необхідних згідно з 8.3, можуть ґрунтуватися на результатах випробувань, виконаних на моделі прототипу в масштабі.

**11.2.8.2** Утомна довговічність матеріалів мембрани і типових зварних або паяних з'єднань повинна визначатися за допомогою випробувань.

Гранична міцність і утомна довговічність пристроїв кріплення термічної ізоляції до конструкцій корпусу повинні визначатися за допомогою аналізу або випробувань.

**11.2.9** Вкладні вантажні ємкості типу С перед випробуванням під тиском повинні бути піддані неруйнівному контролю (див. 11.2.10).

**11.2.9.1** Неруйнівним контролем зовнішнім оглядом і виміром установлюється відповідність відхилень розмірів і форми готової конструкції ємкості попередньо погоджених з Регістром нормативам, а також перевіряється виконання схвалених стандартів на якість складання конструкції.

**11.2.9.2** Обсяг неруйнівного контролю є в кожному випадку предметом спеціального узгодження з Регістром, проте повинен бути не менше:

неруйнівного контролю в повному обсязі згідно з 4.7.2;

неруйнівного контролю радіографічним методом 100 % стикових зварених з'єднань;

неруйнівного контролю магнітопорошковим або капілярним методами поверхневих тріщин для 100 % швів приварювання горловин, патрубків, штуцерів тощо;

10 % інших зварених швів.

**11.2.9.3** По спеціальному узгодженню з Регістром допускається часткова заміна неруйнівного контролю радіографічним методом (RT) неруйнівним контролем ультразвуковим методом (UT).

**11.2.10** Регістр може додатково зажадати:

проведення неруйнівного контролю ультразвуковим методом (UT) для всіх швів приварки горловин, патрубків, штуцерів тощо;

скороченого обсягу неруйнівного контролю (див. 4.7.2):

проведення неруйнівного контролю радіографічним методом (RT) стикових швів у місцях їхнього перетинання і на 10 % загальної довжини, при цьому ділянки для контролю вибираються рівномірно;

проведення неруйнівного контролю магнітопорошковим (МТ) або капілярним (РТ) методами поверхневих тріщин для 100 % швів приварювання горловин, патрубків, штуцерів тощо;

проведення неруйнівного контролю ультразвуковим методом (УТ) .

**11.2.11** Кожна вкладна вантажна ємкість повинна бути випробувана тиском з урахуванням наступного.

**11.2.11.1** Випробування вкладних вантажних ємкостей типу А повинне проводитися таким чином, щоб напруження в елементах конструкцій наближалися, наскільки можливо, до розрахункових і тиск у верхній частині ємкості був не нижче MARVS.

У кожному разі умови випробувань повинні бути максимально наближені до реальних, зокрема, навантаження на ємкості та їхні опори по можливості повинні відповідати експлуатаційним.

**11.2.11.2** Випробування вкладних вантажних ємкостей типу В повинне проводитися відповідно до 11.2.11.1, при цьому максимальні напруження в первинній мембрані або максимальне напруження при вигині основних в'язей не повинні перевищувати 90 % границі плинності матеріалу при температурі випробування.

Якщо розрахункові напруження при випробуванні перевищують 75 % границі плинності матеріалу, повинні бути проведені випробування прототипу конструкції із застосуванням тензометрії або подібного методу.

**11.2.11.3** Кожна вкладна вантажна ємкість типу С повинна бути випробувана тиском не менше  $1,5p_o$ , обмірюваним у верхній частині ємкості; при цьому первинне мембранне напруження в будь-якій точці її конструкції не повинне перевищувати 90 % границі плинності матеріалу.

Якщо розрахункові напруження при випробуванні перевищують 75 % границі плинності матеріалу, повинні бути проведені випробування прототипу конструкції із застосуванням тензометрії або подібного методу.

**11.2.11.4** Температура води, використовуваної при випробуванні, повинна бути не менше ніж на 30 °С вище критичної температури окрихчення матеріалу.

**11.2.11.5** Час випробування під тиском устанавлюється з розрахунку 2 год. на кожні 25 мм товщини стінки ємкості, проте не менше 2 год.

**11.2.11.6** Заміна гідравлічних випробувань вантажних ємкостей іншими видами випробувань є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром.

**11.2.11.7** Якщо в розрахунках міцності вантажних ємкостей застосовані підвищені, порівняно з зазначеними в розд. 5, напруження, що допускаються, методика випробувань вантажних ємкостей є предметом спеціального розгляду Регістром.

**11.2.11.8** У кожному разі випробне навантаження повинна бути не менше  $1,5p_o$ .

**11.2.12** Вимоги до огляду вторинних бар'єрів є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром.

**11.2.13** При відсутності достатнього досвіду експлуатації подібних по розмірах суден на судні з вкладними вантажними ємкостями типу В принаймні одна ємкість і її опори повинні бути обладнані засобами, що дозволяють визначити рівень діючих напружень.

Установлення таких приладів рекомендується на елементах конструкції вкладних вантажних ємкостей типу С.

**11.2.14** При первісному охолодженні, заповненні і вивантаженні вантажних ємкостей повинні бути перевірені всі експлуатаційні характеристики вантажної системи для порівняння їх з розрахунковими параметрами.

Документи, що підтверджують їхню відповідність розрахунковим параметрам, повинні бути представлені Регістру.

**11.2.15** Системи обігріву, установлені згідно з 9.4, повинні бути випробувані для перевірки необхідної теплопродуктивності і поширення тепла.

**11.2.16** Під час або відразу після першого рейсу у вантажі повинен бути зроблений огляд корпусу судна з метою визначення «холодних точок».

Перевірка цілості поверхонь термічної ізоляції, які не можуть бути перевірені візуально, повинна виконуватися відповідно до визнаних стандартів.

**11.2.17** Спосіб маркування вкладних вантажних ємкостей типу С не повинен приводити до виникнення місцевих концентраторів напружень.

**11.2.18** Ізоляція вантажних ємкостей із внутрішньою ізоляцією повинна бути піддана додатковому огляду з метою контролю стану її поверхні після третього рейсу у вантажі, але не пізніше ніж через перші шість місяців експлуатації судна після побудови або після капітального ремонту вантажних ємкостей із внутрішньою ізоляцією.

## 12 ЗНЯТТЯ НАПРУЖЕНЬ У КОНСТРУКЦІЯХ ВКЛАДНИХ ВАНТАЖНИХ ЄМКОСТЕЙ ТИПУ С

**12.1** Якщо розрахункова температура вкладних вантажних ємкостей типу С, виготовлених з вуглевої або вуглево-марганцевої сталі, нижче  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , вони повинні бути термічно оброблені після зварювання.

Температура термічної обробки і час витримки є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром.

Термічна обробка при іншій розрахунковій температурі або інших матеріалах є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром.

**12.2** Якщо внаслідок більших розмірів конструкції проведення термічної обробки неможливо, за узгодженням з Регістром допускається механічне зняття напружень за допомогою витримки під тиском з урахуванням наступного.

**12.2.1** Складні зварні конструкції (відстійники, куполи з патрубками і суміжними листами зовнішньої обшивки) повинні бути термічно оброблені до приварювання до основної конструкції.

**12.2.2** По можливості, процес механічного зняття напружень слід поєднувати з гідростатичними випробуваннями, застереженими в 11.11.3, при більше високому тиску, ніж випробний.

Обпресування повинне проводитися водою при температурі згідно з 11.11.4.

**12.2.3** Зняття напружень слід робити після фіксації вантажної ємкості на її штатному фундаменті або опорних конструкціях.

Якщо зняття напружень не може бути виконане безпосередньо на борті судна, його слід здійснити іншим способом, який забезпечить ті ж рівні напружень і такий же їхній розподіл, що й у випадку установавання вантажної ємкості на судні.

Час випробування призначається згідно з 11.2.11.5.

**12.2.4** При знятті напружень як верхня межа розрахункових напружень слід прийняти:

для загальних еквівалентних первинних мембранних напружень —  $0,9 R_e^1$ ;

для еквівалентних напружень, одержуваних у результаті підсумовування первинних згинальних напружень з мембранними напруженнями —  $1,35 R_e$ .

**12.2.5** Повинні бути передбачені виміри для підтвердження зазначених в 12.2.4 граничних значень напружень принаймні для першої із серії ідентичних ємкостей.

Схема розташування тензодатчиків повинна бути включена в технологічні документи для зняття механічних напружень, які повинні бути представлені на розгляд Регістру.

---

<sup>1</sup>  $R_e$  — нижня мінімальна специфікаційна границя плинності матеріалу  $R_{eH}$  або  $R_{p0,2}$  якщо відсутній майданчик плинності.

**12.2.6** Після зняття напружень повторне навантаження до розрахункового тиску повинне показати, що напруження в конструкціях змінюються пропорційно зміні навантаження.

**12.2.7** Зони підвищених напружень, у місцях установлення патрубків або отворів повинні бути перевірені на тріщино-утворення магнітопорошковим (МТ) або капілярним (РТ) методом після зняття напружень.

Особливу увагу слід приділити пластинам, товщина яких перевищує 30 мм.

**12.2.8** Сталі, у яких відношення границі плинності до межі міцності на розтягання перевищує 0,8, як правило, не зазнають процесу механічного зняття напружень.

Проте, якщо границя плинності сталі збільшується способами, що надають їй високу пластичність, за результатами особливого розгляду можуть бути допущені і більше високі значення зазначеного відношення.

**12.2.9** Механічне зняття напружень не може замінити термообробку для елементів ємкості, виготовлених холодним згинанням, якщо обсяг холодного згинання перевищує межу, за якою потрібна термообробка.

**12.2.10** Товщина обшивки і куполів ємкостей та їхніх оголовоків не повинна перевищувати 40 мм.

Більші товщини можуть бути допущені для елементів, що пройшли термообробку.

**12.2.11** Повинний бути передбачений контроль щодо місцевої втрати стійкості, особливо коли для ємкостей та їхніх куполів застосовуються тороїдально-сферичні оголовки.



# ЧАСТИНА V. ПРОТИПОЖЕЖНИЙ ЗАХИСТ

---

## 1 ОБЛАСТЬ ПОШИРЕННЯ

**1.1** Вимоги цієї частини поширюються на конструктивні елементи протипожежного захисту, системи пожежогасіння, а також на протипожежне обладнання і забезпечення для газозовів LG.

На газозови LG поширюються також усі застосовні вимоги частини VI «Протипожежний захист» Правил МС.

**1.2** Протипожежні вимоги, що ставляться до елементів корпусу, механізмів, електричного обладнання, систем і трубопроводів, викладені у відповідних частинах Правил LG.

**1.3** Для цілей боротьби з пожежею будь-які ділянки відкритих палуб над кофердамами, приміщеннями для баласту і порожніми просторами до корми від кормової перегородки посліднього кормового трюмного приміщення і до носу від носової перегородки першого носового трюмного приміщення повинні бути включені у вантажну зону і на них поширюються всі вимоги протипожежного захисту, передбачені для вантажної зони.

## 2 КОНСТРУКТИВНИЙ ПРОТИПОЖЕЖНИЙ ЗАХИСТ

### 2.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

**2.1.1** Повинні бути виконані застосовні вимоги 2.4 частини VI «Протипожежний захист» Правил МС, за винятком 2.4.12.

**2.1.2** У приміщеннях, де можуть перебувати займісті пари, не повинні встановлюватися будь-які джерела запалення.

Якщо електрообладнання встановлюється в таких приміщеннях, то повинне бути документальне підтвердження того, що воно є безпечним для використання в небезпечному середовищі, впливу якого воно може зазнати.

**2.1.3** Трюмні приміщення повинні бути відділені від суміжних з ними машинних приміщень категорії А, житлових і службових приміщень, постів керування, ланцюгових ящиків, комор запасів, цистерн питної води і води для побутових потреб кофердамами або паливними цистернами.

**2.1.4** На суднах, обладнаних вантажоутримуючою системою<sup>1</sup>, для якої не потрібний повний або частковий вторинний бар'єр, відмежування трюмних приміщень від приміщень, зазначених в 2.1.3, або від приміщень, розташованих або нижче трюмних приміщень, чи в сторону борту, може здійснюватися за допомогою кофердамів, паливних цистерн або однієї суцільнозвареної газонепроникної перегородки, яка утворює перекриття типу А-60.

При відсутності в суміжних приміщеннях горючого середовища, джерела запалення або небезпеки пожежі допускається відокремлювати ці приміщення

---

<sup>1</sup> Вантажоутримуюча система, вторинний бар'єр — див. 1.2 частини I «Класифікація».

газонепроникними перегородками типу А-0 (типи протипожежних конструкцій визначаються згідно з Кодексом процедур вогневих випробувань<sup>2</sup>).

**2.1.5** На суднах, обладнаних вантажоутримуючою системою, для якої потрібний повний або частковий вторинний бар'єр, відмежування трюмних приміщень від приміщень, зазначених в 2.1.3, або від приміщень, які утримують джерела запалення або небезпеку пожежі, розташованих або нижче трюмних приміщень, чи в сторону борту, може здійснюватися за допомогою кофердамів або паливних цистерн.

При відсутності в суміжних приміщеннях горючого середовища, джерел запалення або небезпеки пожежі допускається відокремлювати ці приміщення газонепроникними перегородками типу А-0.

**2.1.6** Відмежування турельних відсіків від приміщень, зазначених в 2.1.3, або від приміщень, які утримують джерела запалення або небезпеку пожежі, розташованих або нижче, чи в сторону борту турельного відсіку, повинне здійснюватися за допомогою кофердамів або перекриття типу А-60.

При відсутності в суміжних приміщеннях горючого середовища, джерела запалення або небезпеки пожежі допускається газонепроникне перекриття типу А-0.

Крім того, Регістр може вимагати надання аналізу ризику розповсюдження пожежі із турельного відсіку в суміжні приміщення, який повинен пройти оцінювання за допомогою аналізу ризику<sup>3</sup> і, за необхідності, повинні бути прийняті подальші заходи попереджувального характеру, такі як установлення кофердамів по периферії турельного відсіку.

## 2.2 ЗАГАЛЬНІ ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ

**2.2.1** Повинні бути організовані проходи для безпечної евакуації з району розташування регазифікаційних установок, колектора, що всмоктує, і маніфольду видачі газу.

Захист від вогню і теплового випромінювання повинний бути передбачений в міру необхідності.

Повинні бути передбачені щонайменше два незалежні один від одного шляхи евакуації з районів, які звичайно відвідуються персоналом, один з яких повинен бути доступний після будь-якої випадкової події.

**2.2.2** Оповісники пожежі, у тому числі оповісники полум'я, у необхідній кількості повинні бути установлені таким чином, щоб контролювати район установки регазифікації і вантажного маніфольду.

---

<sup>2</sup> Кодекс процедур вогневих випробувань (Кодекс ПБВ 2010) – Міжнародний кодекс по застосуванню процедур вогневих випробувань 2010 р. (2010 FTP Code), прийнятий резолюцією MSC.307(88) з поправками.

<sup>3</sup> Вимоги щодо оцінювання ризиків наведені в 1.1.11 Кодексу МКГ (IGC CODE), з врахуванням Рекомендації МАКТ №146 або стандартів ISO 31000:2009 і ISO 31010:2010.

## 3 ПРОТИПОЖЕЖНЕ ОБЛАДНАННЯ І СИСТЕМИ

### 3.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

**3.1.1** Розташовані у вантажній зоні закриті приміщення, стосовні до вантажних машинних приміщень, а також приміщення приводів вантажного обладнання, повинні бути обладнані стаціонарною системою гасіння пожежі, що відповідає положенням Кодексу СПБ<sup>4</sup>, з урахуванням концентрації/інтенсивності подачі газового середовища, необхідного для гасіння пожеж.

**3.1.2** Розташовані у вантажній зоні закриті приміщення, стосовні до вантажних машинних приміщень і турельних відсіків на судах, призначених для перевезення обмеженої кількості вантажів, повинні бути обладнані системою гасіння пожежі, відповідною до виду перевезеного вантажу.

**3.1.3** Турельні відсіки повинні бути захищені усередині системою водорозпилення з інтенсивністю подачі не менше 10 л/м<sup>2</sup>/хв. для найбільших горизонтальних поверхонь.

Якщо тиск в потоці газу через турель перевищує 4 МПа, інтенсивність подачі повинна бути збільшена до 20 л/м<sup>2</sup>/хв.

Система повинна бути розрахована на захист усіх внутрішніх поверхонь.

**3.1.4** Пристрої автоматичної подачі звукового сигналу, що попереджає про пуск системи пожежогасіння в зазначені вище приміщення, повинні бути безпечні в середовищі займистих сумішей пари вантажу і повітря.

#### **3.1.5 Системи пожежної сигналізації.**

**3.1.5.1** Системи пожежної сигналізації повинні відповідати застосовним вимогам, залежно від випадку, розд. 4 частини VI «Протипожежний захист» Правил МС.

**3.1.5.2** Повинна бути передбачена система пожежної сигналізації виявлення пожежі на відкритих палубах вантажної зони і/або в приміщеннях вантажних механізмів відповідно до вимог 5.3.2 частини VI «Системи і трубопроводи».

### 3.2 ВОДОПОЖЕЖНА СИСТЕМА

**3.2.1** Водопожежна система повинна задовольняти вимогам 3.2 частини VI «Протипожежний захист» Правил МС, що ставляться до вантажних суден, з урахуванням наступного:

**.1** у випадку, коли головні пожежні насоси використовуються для подачі води в систему водорозпилення, (див. 3.3.5), обмеження 3.2.1.5.2 і 3.2.5.1 частини VI «Протипожежний захист» Правил МС не застосовуються.

Подача насосів повинна забезпечувати захист районів, зазначених в 3.3.1 при одночасній подачі двох струменів води з пожежних рукавів з 19-міліметровими насадками при тиску не менше 0,5 МПа;

---

<sup>4</sup> Кодекс СПБ – Міжнародний кодекс по системах протипожежної безпеки (FSS Code), прийнятий резолюцією MSC.98(73) з поправками.

.2 розміщення обладнання системи повинне бути таким, щоб щонайменше два струмені води могли дістати до будь-якої частини палуби у вантажній зоні, а також до тих частин вантажоутримуючої системи і закриттів танків, які розташовані над палубою;

.3 кількість і розташування пожежних кранів повинне забезпечувати виконання вимог 3.2.6.2 і 5.1.5 частини V I «Протипожежний захист» Правил МС при довжині рукавів, зазначеній в 5.1.4 частини VI «Протипожежний захист» Правил МС;

.4 при мінімальному тиску в системі 0,5 МПа тиск біля кранів повинний бути не менше зазначеного в табл. 3.2.1.1 частини VI «Протипожежний захист» Правил МС;

.5 у будь-якому передбаченому перерізі трубопроводу системи і на магістральному трубопроводі/трубопроводах водопожежної системи повинні бути встановлені запірні клапани, розташовані в захищеному місці.

Клапани повинні бути встановлені перед виходом трубопроводу у вантажну зону, а також через інтервали, що забезпечують відсікання будь-якої ушкодженої ділянки пожежної магістралі, таким чином, щоб вимоги 3.2.1.2 і 3.2.1.3 могли бути виконані при відстані від найближчого крану, що не перевищує довжину двох пожежних рукавів;

.6 подача води у водопожежну систему, що обслуговує вантажну зону, повинна здійснюватися через кільцеву магістраль, забезпечувану головними пожежними насосами, або через одиночну магістраль, забезпечувану пожежними насосами, розташованими до носу і до корми від вантажної зони, причому один з них повинен мати незалежний привод;

.7 труби, клапани, фасонні частини трубопроводів і система в зборі після монтажу повинні бути випробувані на непроникність і працездатність.

### 3.3 СИСТЕМА ВОДОРОЗПИЛЕННЯ

**3.3.1** На суднах, які перевозять займисті і/або токсичні продукти, повинна бути встановлена система водорозпилення, призначена для захисту:

.1 незахищених куполів вантажних ємкостей, будь-яких відкритих частин вантажних ємкостей і будь-яких частин закриттів вантажних ємкостей, які можуть зазнати теплового впливу в результаті пожежі, яка відбувається на близько розташованому обладнанні, що містить вантаж, такому, як відкриті насоси, що підкачують, нагрівачі, установки регазифікації і повторного зрідження (далі — установки для обробки газу), розташовані на відкритих палубах;

.2 посудин для зберігання займистих або токсичних продуктів, перевезених на відкритій палубі;

.3 установок для обробки газу, розташованих на палубі;

.4 з'єднань вантажно-розвантажувальних пристроїв рідкого вантажу і його пари, включаючи зовнішній фланець і район розташування клапанів керування, площа якого повинна бути щонайменше рівна площі піддона для збору витоків;

**.5** усіх розташованих зовні клапанів системи аварійного відключення (ESD), установлених на трубопроводах рідкого вантажу і його пари, включаючи головний розподільний клапан для подачі газу споживачам;

**.6** відкритих поверхонь, звернених до вантажної зони, таких як перегородки надбудов і рубок, де звичайно присутні люди; вантажних машинних приміщень, комор, що містять предмети з високою пожежонебезпекою, і постів керування вантажними операціями.

Відкриті горизонтальні конструкції, що обмежують ці приміщення, не вимагають захисту, за винятком випадку, коли зверху або знизу від них перебувають знімні з'єднання вантажних трубопроводів.

Границі конструкцій бака, при відсутності персоналу і предметів або устаткування, що мають високу пожежонебезпеку, не вимагають захисту системою водорозпилення;

**.7** розташованих зовні рятувальних шлюпок, плотів і місць збору, звернених до вантажної зони, незалежно від відстані до неї, за винятком розташованих зовні місць збору і шляхів між місцями збору і місцями установлення рятувальних плотів, розташованих таким чином, щоб бути готовими до негайного спускання по обох бортах; і

**.8** будь-яких не повністю обмежених вантажних машинних приміщень і не повністю обмежених приміщень електроприводів вантажного устаткування.

Судна, призначені для експлуатації, відповідно до зазначеного в 1.1.10 Кодексу, повинні бути предметом спеціального розгляду (див. 3.3.5).

**3.3.2** Система повинна бути здатною забезпечити гасіння всіх районів, згаданих в 3.3.1, при рівномірному розподілі води і подачі її з інтенсивністю не менше 10 л/м<sup>2</sup>/хв. для горизонтальних поверхонь і 4 л/м<sup>2</sup>/хв. для вертикальних поверхонь.

Для вертикальних поверхонь відстань між розпилювачами, що захищають нижні ділянки, може бути визначена з урахуванням очікуваного стоку з верхніх ділянок.

Для конструкцій, що не мають чітко виражених горизонтальних або вертикальних поверхонь, продуктивність системи водорозпилення повинна бути не нижче добутку площі їхньої проекції на горизонтальну площину на 10 л/м<sup>2</sup>/хв.

**3.3.3** На магістралі(ях) системи водорозпилення для відсікання несправних секцій повинні установлюватися запірні клапани через інтервали, що не перевищують 40 м.

Альтернативно, система може бути розділена на дві або більше секції, які можуть бути незалежні одна від одної за умови, що їхні засоби керування розташовані в одному місці, що є легкодоступним і розташованим поза вантажною зоною.

**3.3.4** Секція, що захищає кожний з районів, включених в 3.3.1.1 і 3.3.1.2, повинна обслуговувати щонайменше всю групу розташованих у поперечному напрямку танків у цьому районі.

Кожна(і) установка(и) для обробки газу, включена(і) в 3.3.1.3, може обслуговуватися незалежною секцією.

**3.3.5** Додатково до об'єктів, зазначених в 3.3.1.4 — 3.3.1.8, подача насосів системи повинна забезпечувати одночасно захист найбільшого із зазначеного нижче:

**.1** будь-яких двох повних груп розташованих у поперечному напрямку танків, включаючи будь-які установки для обробки газу в цьому районі; або

**.2** для суден, призначених для експлуатації, відповідно до зазначеного в 1.1.10 Кодексу, протипожежний захист яких згідно з 3.3.1 є предметом спеціального розгляду, — від будь-якої додаткової небезпеки пожежі, а також групи, танків, що також примикає, розташованих у поперечному напрямку.

Як альтернатива для цієї мети можуть бути використані головні пожежні насоси при умові, що їхня загальна подача збільшена на величину, необхідну для застосування системи водорозпилення.

У кожному разі між головною магістраллю водопожежної системи і магістраллю системи водорозпилення повинне бути передбачене з'єднання через запірний клапан, що розташовується поза вантажною зоною.

**3.3.6** Обмежуючі перегородки надбудов і рубок, у яких звичайно перебуває персонал, а також рятувальні шлюпки, плоти і місця збору, звернені до вантажної зони, повинні мати можливість захисту із застосуванням одного з головних пожежних насосів або аварійного пожежного насосу у випадку, якщо пожежа в одному з відсіків може вивести з ладу обидва пожежні насоси.

**3.3.7** Водяні насоси, звичайно використовувані для інших цілей, можуть бути застосовані для подачі води в магістраль системи водорозпилення.

**3.3.8** Усі труби, клапани, розпилювачі та інша арматура систем водорозпилення повинні бути корозійностійкими до морської води.

Трубопроводи, фасонні елементи трубопроводів і стосовні до них компоненти у вантажній зоні (за винятком ущільнень) повинні витримувати температуру 925 °С.

**3.3.9** Для запобігання засмічення труб і розпилювачів у складі системи повинні бути передбачені шляхові фільтри.

Крім того, повинні бути передбачені засоби для промивання системи у зворотному напрямку прісною водою, щоб запобігти блокуванню труб, розпилювачів та фільтрів.

**3.3.10** В легкодоступних приміщеннях за межами вантажної зони, розташованих поблизу житлових приміщень, і які можуть використовуватися у випадку пожежі в районі, що захищається, повинні бути передбачені засоби дистанційного пуску насосів, що подають воду в систему водорозпилення, і дистанційного керування клапанами системи, що перебувають звичайно в закритому стані.

**3.3.11** Труби, клапани, фасонні частини трубопроводів і система в зборі після монтажу повинні бути випробувані на непроникність і працездатність.

**3.3.12** Для суден, які мають на борту систему регазифікації, система водорозпилення повинна відповідати додатковим вимогам:

.1 пожежна магістраль повинна бути спроектована і обладнана запірними клапанами, так, щоб при одиничній відмові в системі ні в якому випадку не порушувалася подача води до системи водорозпилення;

.2 стаціонарна система водорозпилення з подачею згідно з 3.3.2 повинна бути розташована так, щоб захистити:

установки регазифікації;

станцію виміру відвантаження;

усмоктувальний колектор;

маніфольд видачі;

внутрішні поверхні відділення турелі;

установки одорації;

резервуари для зберігання будь-яких горючих рідин або газів, якщо вони установлені на верхній палубі;

.3 устрій і продуктивність системи розпилення води повинні бути такими, щоб при виході з ладу одного насоса насоси, що залишилися, забезпечували подачу води в систему водорозпилення;

.4 якщо пожежні насоси і насоси водорозпилення сполучаються, то їхня загальна подача повинна бути достатньою для одночасної відповідної подачі води до найбільшої секції системи водорозпилення і до двох пожежних рукавів;

.5 включення системи розпилення води повинне бути можливе як з місцевого посту, так і з дистанційного посту керування, з якого відслідковується стан системи;

.6 установки регазифікації повинні також захищатися системою порошкового пожежогасіння, що відповідає вимогам 3.4.

### 3.4 СИСТЕМА ПОРОШКОВОГО ГАСІННЯ

**3.4.1** Судна, на яких передбачається перевезення займистих продуктів, повинні бути обладнані стаціонарною порошковою системою пожежогасіння, схваленою на основі циркуляру ІМО MSC./Circ.1315 «Посібник зі схвалення стаціонарних хімічних порошкових систем гасіння пожежі для захисту суден, що перевозять зріджені гази наливом», і призначеної для боротьби з пожежею на палубі у вантажній зоні, включаючи будь-які пристрої навантаження і вивантаження рідкого і газоподібного вантажу, розташовані на палубі, у носовому і кормовому районах обробки вантажу.

**3.4.2** Система повинна забезпечувати подачу порошку до будь-якої зовнішньої частини трубопроводів рідкого вантажу або його пари, до з'єднань для навантаження і вивантаження, а також до установок для обробки газу.

Подача повинна здійснюватися не менше ніж по двох ручних рукавних лініях або по комбінованих лініях, що включають лафетний ствол і ручні рукави.

**3.4.3** Порошкова система пожежогасіння повинна складатися не менше ніж із двох незалежних установок.

Кожний з об'єктів, зазначених в 3.4.2, повинен бути доступний для гасіння не менше ніж двома такими установками, що включають власні органи керуван-

ня, стаціонарні трубопроводи вогнегасної речовини під тиском, лафетні стволи або ручні рукавні лінії.

Для суден, призначених для перевезення менше 1000 м<sup>3</sup> вантажу, досить однієї установки.

**3.4.4** Для захисту будь-якого району, де розташоване з'єднання навантаженого/розвантаженого, повинен бути передбачений лафетний ствол, що приводиться в дію з місця установлення і дистанційно.

У випадку якщо лафетний ствол може подати необхідну кількість порошку на всю необхідну область захисту з одного положення, дистанційне керування не потрібно.

**3.4.5** Наприкінці вантажної зони на правому і лівому бортах повинно бути передбачене по одній рукавній лінії, зверненій до житлових приміщень, легкодоступних із цих приміщень.

**3.4.6** Подача лафетного ствола повинна становити не менше 10 кг/с.

Ручні рукавні лінії не повинні скручуватися і повинні бути обладнані стволами, що мають функцію включення/відключення і подачу не менше 3,5 кг/с.

При максимальній подачі повинна забезпечуватися можливість роботи з рукавом однією людиною.

Довжина ручного рукава не повинна перевищувати 33 м.

Ручні рукави і стволи повинні бути легкодоступними і мати конструкцію, стійку до впливу зовнішнього середовища, або повинні зберігатися в стійкому до впливу зовнішнього середовища ящику або футлярі.

**3.4.7** Якщо між контейнером для порошку і рукавною лінією або лафетним стволом є ділянка стаціонарного трубопроводу, його довжина не повинна перевищувати довжину, що забезпечує підтримку порошку в текучому стані при постійному і переривчастому режимі його випуску, та можливість забезпечувати продувку для звільнення трубопроводу від порошку, коли система виводиться з дії.

**3.4.8** Розташування устаткування системи повинне визначатися з урахуванням того, що максимальна ефективність ручних рукавних ліній забезпечується на відстані в межах довжини рукава.

Випадки, коли захищаються райони розташовані значно вище, ніж лафетний ствол або моталка ручного рукава, повинні бути предметом спеціального розгляду.

**3.4.9** Судна з носовими/кормовими вантажними пристроями повинні бути обладнані незалежними установками порошкового гасіння, які відповідають вимогам 3.4.1 — 3.4.8, що забезпечують гасіння трубопроводів рідкого вантажу і пари в районі носового/кормового вантажного пристрою за допомогою рукавних ліній і лафетного ствола і розташованими в носовій або кормовій частині вантажної зони.

**3.4.10** Порошкова система пожежогасіння суден, призначених для експлуатації, як зазначено в 1.1.10 Кодексу, повинна бути предметом спеціального розгляду.



**3.4.11** Труби, клапани, фасонні частини трубопроводів, які входять до складу станцій дистанційної і місцевої подачі, та система в зборі повинні бути випробувані після монтажу на непроникність і працездатність.

Крім того, попередньо повинні бути проведені випробування для перевірки функціональної придатності системи, що включають випуск установленної кількості вогнегасного порошку.

Усі розподільні трубопроводи повинні бути продуті сухим повітрям для того, щоб переконатися у відсутності сторонніх предметів.

## 4 СПОРЯДЖЕННЯ ПОЖЕЖНИКА

**4.1** На судах, що перевозять займисті вантажі, на додаток до комплектів спорядження пожежників, зазначеним у п. 10 табл. 5.1.2 частини VI «Протипожежний захист» Правил МС, повинні бути передбачені комплекти, які відповідають вимогам 5.1.15 зазначеної частини, в кількості:

4 — при обсязі вантажних ємкостей 5000 м<sup>3</sup> і менше;

5 — при обсязі вантажних ємкостей більше 5000 м<sup>3</sup>.

**4.2** Дихальні апарати, що входять у комплекти спорядження пожежників, повинні бути автономним дихальним апаратом, який використовує стиснуте повітря, і мати балони місткістю не менше 1200 л атмосферного повітря.

**4.3** Спорядження пожежників повинне зберігатися в спеціальній шафі, розташованій в легко доступному місці, з відповідним маркуванням.

## 5 ЗАХИСТ ЕКІПАЖУ

### 5.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

**5.1.1** Судна повинні бути побудовані та устатковані таким чином, щоб судновий персонал був забезпечений захисним обладнанням як в звичайних умовах експлуатації, так і в надзвичайних ситуаціях, з урахуванням можливих короточасних і тривалих наслідків впливу продукту, який перевозиться і/чи обробляється на судні.

Примітка: продукт— збірний термін, що охоплює перелік газів, зазначених в таблиці технічних вимог (див. Додаток 1).

#### 5.1.2 Засоби надання першої допомоги.

**5.1.2.1** Повинні бути передбачені ноші, придатні для підймання потерпілого із приміщень, розташованих нижче відкритої палуби, та легкодоступне марковане місце їхнього зберігання.

**5.1.2.2** Повинно бути передбачене медичне обладнання для надання першої допомоги, включаючи кисневе обладнання реанімації, яке відповідає вимогам Керівництва з надання першої медичної допомоги чи іншого визнаного керівного документу для продуктів, що дозволені для перевезення судном.

## 5.2 ОБЛАДНАННЯ БЕЗПЕКИ

**5.2.1** На додаток до комплектів спорядження пожежників, зазначених в 4.1, повинна бути передбачена достатня кількість повних комплектів спорядження безпеки, але не менше трьох комплектів.

Кожний із повних комплектів спорядження безпеки повинен забезпечувати належний індивідуальний захист, який дозволяє вхід в заповнене газом приміщення і роботу в ньому.

Це спорядження повинне враховувати характер продукту, для перевезення якого використовується судно.

**5.2.2** Кожний із повних комплектів спорядження безпеки повинен складатися із наступного:

**.1** один автономний дихальний апарат надлишкового тиску з маскою, яка закриває обличчя, що не використовує запас кисню, а працює на стиснутому повітрі, з балонами місткістю не менше 1200 л атмосферного повітря.

Кожний із комплектів повинний бути сумісним із комплектом, зазначеним в 4.1;

**.2** захисний одяг, взуття, рукавички, які відповідають визнаним стандартам<sup>5</sup>;

**.3** рятувальний лин, що має сталевий сердечник, з паском;

**.3** вибухобезпечний ліхтар.

**5.2.3** Для дихальних апаратів, зазначених в 5.2.2, повинний бути передбачений належний запас стиснутого повітря, який повинний забезпечуватися:

**.1** принаймні одним повністю заповненим запасним балоном для кожного дихального апарату, необхідного згідно з 5.2.2.1;

**.2** спеціальним повітряним компресором, допущеним для використання компетентними органами для подачі повітря високого тиску придатного для дихання, належної продуктивності, здатним до безперервної експлуатації;

**.3** маніфольдом для зарядки достатньої кількості запасних балонів до дихальних апаратів необхідних згідно з 5.2.1; або

як альтернатива, за погодженням з Регістром, заповненими повітряними балонами загальною місткістю не менше 6000 л атмосферного повітря для кожного дихального апарату необхідного згідно з 5.2.1.

**5.2.4** Спорядження, зазначене в 5.2.1, повинне зберігатися в спеціальній шафі, розташованій в легко доступному місці з відповідним маркуванням.

---

<sup>5</sup> Захисний одяг, який входить до комплекту спорядження пожежників на судах, до яких застосовні положення частини X «Особливі вимоги» щодо таблиці технічних вимог (див. Додаток 1), повинний бути газонепроникним.

## ЧАСТИНА VI. СИСТЕМИ І ТРУБОПРОВОДИ

---

### 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

**1.1** Ця частина доповнює частину VIII «Системи і трубопроводи» Правил МС і встановлює вимоги до спеціальних систем і трубопроводів газозовів LG.

**1.2** Насоси, трубопроводи, клапани та інша арматура систем, розташованих у районі вантажних ємкостей, повинні мати відмітне маркування з фарбуванням у відповідні кольори згідно з стандартом ISO 14726:2008 або еквівалентним.

**1.3** Будь-які посудини під тиском повинні відповідати вимогам частини X «Котли, теплообмінні апарати і посудини під тиском» Правил МС.

Крім цього, ємкості і технологічні посудини під тиском для обробки рідкого або газоподібного вантажу повинні також відповідати вимогам до вкладних вантажних ємкостей типу С, які наведені в частині IV «Вантажні ємкості».

Термін «посудини під тиском», використовуваний в частині IV «Вантажні ємкості», поширюється як на вкладні вантажні ємкості типу С, так і на технологічні посудини під тиском.

**1.4** В цій частині прийняті наступні визначення і пояснення (додатково до наведених в 1.2 частини I «Класифікація»):

*ESD (ESD/emergency shutdown)* — система аварійного відключення, завданням якої є зупинка потоку або витоку вантажу в надзвичайній ситуації, коли здійснюється передача рідкого вантажу або пари.

*KCT (PRV/Pressure relief valve)* — клапан для скидання тиску (запобіжний клапан для скидання тиску).

*Переливний клапан (excess flow valve)* — клапан, який установлюється для забезпечення потоку рідини або пари номінального граничного значення, відповідного до закривання, зазначеного виготовлювачем.

*Система регазифікації (Regasification plant)* — сукупність устаткування для регазифікації, що включає живильний усмоктувальний насос, колектор, установку регазифікації, систему теплоносія регазифікації, колектор відвантаження, маніфольд видачі та допоміжні трубопроводи.

*Система теплоносія регазифікації* — система трубопроводів для підведення теплової енергії з метою одержання заданих параметрів газу для відвантаження.

*Установка регазифікації (Regasification unit)* — бустерний насос, випарник і трубопроводи.

*Технологічні посудини під тиском* — зрівнювальні танки, теплообмінники і колектори-накопичувачі для зберігання і обробки рідкого або газоподібного вантажу.

**1.5** Повинна бути розроблена достатньо докладна настанова по експлуатації вантажної системи в обсязі положень підрозд. 18.2 Кодексу, складена таким чином, щоб підготовлений персонал міг здійснювати безпечну експлуатацію судна з урахуванням видів небезпеки і властивостей вантажів, що дозволені до перевезення. Настанова повинна бути схвалена Адміністрацією і знаходитися на судні.

## 2 ТРУБОПРОВОДИ

### 2.1 МАТЕРІАЛИ

**2.1.1** Трубопроводи і арматура для середовищ із робочою температурою від 0 до  $-165\text{ }^{\circ}\text{C}$  повинні виготовлятися з матеріалів, зазначених в розд. 2 частини IX «Матеріали і зварювання».

Вибір і випробування матеріалів, використовуваних у системах трубопроводів, повинні відповідати вимогам, зазначеним у табл. 2.1-4 частини IX «Матеріали і зварювання», з урахуванням мінімальної розрахункової температури.

Разом з тим, може бути допущене певне ослаблення вимог до якості матеріалу для відкритих трубопроводів газовідводу за умови, що температура вантажу на клапані скидання тиску (КСТ) при його настановному значенні не нижче  $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ , і що в трубопровід для газовідводу не може надходити рідина.

Подібні ж послаблення можуть бути дозволені при таких же температурних умовах для відкритих трубопроводів у середині вантажних ємкостей, за винятком трубопроводів розвантаження і усіх трубопроводів усередині мембранних і напівмембранних вантажних ємкостей.

**2.1.2** Матеріали з температурою плавлення нижче  $925\text{ }^{\circ}\text{C}$  не повинні використовуватися для трубопроводів поза вантажними ємкостями, за винятком коротких ділянок труб, з'єднаних з вантажними ємкостями, і в цьому випадку повинна бути передбачена ізоляція, яка повинна мати відповідні властивості стійкості до пожежі і поширення полум'я

**2.1.3** Матеріали систем і трубопроводів, призначених для вантажів з температурою нижче  $-165\text{ }^{\circ}\text{C}$ , є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром.

### 2.2 ТОВЩИНА СТІНОК ТРУБ

**2.2.1** Товщина стінок труб, які працюють під внутрішнім тиском, повинна бути не менше визначеної по формулі (2.3.1) частини VIII «Системи і трубопроводи» Правил МС з урахуванням наступних величин, що входять у формулу.

**2.2.1.1** « $p$ » (розрахунковий тиск) — найбільший тиск, якому може бути піддана система в експлуатації.

Для трубопроводів або їхніх частин як розрахунковий тиск слід ухвалювати найбільшу з наступних величин:

тиск насиченої пари вантажу при температурі  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$  — для трубопроводів або їхніх частин, які містять пару вантажу або деяку кількість рідкого вантажу і можуть бути відключені від запобіжних клапанів;

тиск перегрітої пари при температурі  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ , вважаючи експлуатаційний тиск і температуру як початкові умови для насиченої пари у системі — для трубопроводів або їхніх частин, які завжди містять тільки пару вантажу і можуть бути відключені від запобіжних клапанів;

MARVS вантажних ємкостей і систем обробки вантажу;

максимальний допустимий настановний тиск підриву запобіжних клапанів вантажних ємкостей і обслуговуючих їх вантажних систем;

настановний тиск підриву запобіжного перепускного клапана відповідного насосу або компресору;

максимальний повний напір у вантажному трубопроводі при навантаженні або вивантаженні вантажу;

настановний тиск підриву запобіжного клапана на трубопроводі.

У кожному разі розрахунковий тиск « $p$ » повинний прийматися не менше 1,0 МПа, а для трубопроводів з відкритими кінцями — не менше 0,5 МПа.

**2.2.1.2 «с»** — додаток на корозію; може бути збільшений порівняно з необхідним згідно з 2.3.1 частини VIII «Системи і трубопроводи» Правил МС, якщо передбачається посилена корозія або ерозія трубопроводу.

Збільшення повинне ухвалюватися з урахуванням передбачуваного терміну експлуатації трубопроводу.

**2.2.1.3** Інші величини, що входять у формулу, повинні відповідати вимогам 2.3.1 частини VIII «Системи і трубопроводи» Правил МС; при цьому зниження коефіцієнтів запасу міцності не допускається.

**2.2.1.4** Прийняті для вантажного трубопроводу мінімальні коефіцієнти запасу міцності по тимчасовому опору і границі плинності матеріалу повинні бути зазначені у Свідоцтві.

**2.2.2** Мінімальні товщини стінок труб повинні прийматися по табл. 2.3.8 частини VIII «Системи і трубопроводи» Правил МС (для сталевих труб — див. стовпець 2).

У необхідних випадках з метою попередження ушкодження трубопроводів у результаті надмірного прогину труб під впливом навантажень на опорах, прогину судна або інших причин товщина стінок труб повинна бути збільшена порівняно з указаною в 2.2.1.

Якщо це практично неприйнятно або може викликати надмірні місцеві напруження, навантаження повинні бути зменшені або повністю виключені іншими конструктивними заходами.

**2.2.3** Якщо розрахункова температура середовища - 110 °С і нижче, Регістру повинен бути представлений повний розрахунок міцності з урахуванням усіх напружень, що виникають під впливом ваги труб (включаючи значні навантаження при пришвидшенні), внутрішнього тиску, температурного стискання, а також навантажень, що виникають при вигині судна, для кожного відгалуження системи трубопроводів.

Для температур вище -110 °С Регістр може зажадати розрахунки напружень з урахуванням конструкції або твердості системи і вибору матеріалів.

Такі розрахунки повинні виконуватися по методиках, схвалених Регістром.

У кожному разі, навіть якщо розрахунки не представляються, повинні бути враховані теплові напруження.

**2.2.4** Частини системи для передавання рідин, які можуть бути піддані стрибкам тиску, повинні бути розраховані на дію цього тиску.

**2.2.5** Розміри зовнішніх труб високого тиску або каналів для газоподібного палива.

**2.2.5.1** Розрахунковий тиск для зовнішніх труб або каналів систем газоподібного палива не повинний бути менше максимального робочого тиску внутрішньої труби для передавання газу.

Як альтернатива для систем трубопроводів газоподібного палива з робочим тиском понад 1,0 МПа, розрахунковий тиск для зовнішніх труб або каналів повинен становити не менше максимального підвищення тиску, що виникає в оточуючому кільцевому просторі, з урахуванням миттєвого пікового тиску в місці будь-якого руйнування трубопроводу чи пристрою газовідведення.

**2.2.5.2** Для трубопроводів газоподібного палива з розрахунковим тиском, що перевищують критичний тиск, дотичні мембранні напруження прямих ділянок труби або каналу не повинні перевищувати межі міцності при розтяганні:

$R_m$ , ділене на 1,5, тобто ( $R_m/1,5$ ), при дії розрахункового тиску, зазначеного в 2.2.1.

Значення номінального тиску для всіх інших ділянок трубопроводів повинні відповідати такому ж рівню міцності, що й для прямих ділянок.

### 2.3 З'ЄДНАННЯ ТРУБОПРОВОДІВ

**2.3.1** Ці вимоги поширюються на з'єднання трубопроводів, розташованих усередині або зовні вантажних ємкостей (вантажоутримуючих систем).

Для трубопроводів, розташованих усередині вантажних ємкостей, і трубопроводів з відкритими кінцями за узгодженням з Регістром можуть бути допущені відступи від зазначених вимог.

#### **2.3.2 Безпосереднє (пряме) з'єднання трубопроводів.**

**2.3.2.1** Можуть бути застосовані випадки прямого (без фланців) з'єднання труб ділянок трубопроводів.

Зварні з'єднання трубопроводів повинні відповідати, залежно від випадку, вимогам 2.5 частини XIV «Зварювання» Правил МС.

Обсяг неруйнівного контролю повинен відповідати вимогам 3.2.3 частини XIV «Зварювання» Правил МС для трубопроводів I класу, але бути не менше зазначеного в 3.7.6 частини IX «Матеріали і зварювання».

**.1** зварні стикові з'єднання з повним проваром кореня шва можуть використовуватися без обмежень.

При розрахунковій температурі нижче  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  стикове зварювання повинне бути виконане за два проходи або еквівалентним стиковому з'єднанню із зварюванням за два проходи.

Зварювання може бути виконане з використанням підкладного кільця, вставки, що плавиться, або в захисному середовищі інертного газу при накладенні першого зварного валика.

На трубопроводах з розрахунковим тиском більше 1 МПа і розрахунковою температурою  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  і нижче підкладні кільця після зварювання повинні бути вилучені.

.2 зварні з'єднання із використанням вільноковзних трубних муфт і відповідні зварні шви з розмірами, які відповідають визнаним стандартам, можуть використовуватися тільки для трубопроводів, які обслуговують вимірювальні прилади, та трубопроводів з відкритими кінцями із зовнішнім діаметром 50 мм і менше і розрахунковою температурою не нижче - 55 °С.

Розміри муфт і зварних з'єднань є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром.

.3 різьбові з'єднання (див. 2.4.4 частини VIII «Системи і трубопроводи» Правил МС), які відповідають визнаним стандартам, можуть використовуватися тільки для трубопроводів, які обслуговують вимірювальні прилади, та невідповідальних трубопроводів із зовнішнім діаметром 25 мм і менше.

### **2.3.3 Фланцеві з'єднання.**

**2.3.3.1** Фланцеві з'єднання трубопроводів, клапанів та іншої арматури повинні задовольняти вимогам 2.4.3 частини VIII «Системи і трубопроводи» Правил МС.

**2.3.3.2** Фланцеві з'єднання типу В не повинні застосовуватися для розрахункових температур нижче -10 °С і номінальних діаметрів труб більше 100 мм, а фланцеві з'єднання типів D та E не повинні застосовуватися для номінальних діаметрів труб більше 50 мм

**2.3.3.3** Для розрахункових температур нижче -55 °С повинні застосовуватися фланцеві з'єднання типу А<sub>1</sub>.

Міцні розміри фланців повинні визначатися по схвалених Регістром стандартах на розрахунковий тиск, прийнятий відповідно до 2.2.1.1.

## **2.4 ТЕРМІЧНА ОБРОБКА ТРУБ**

**2.4.1** Стикові зварні з'єднання трубопроводів зрідженого газу, виготовлених з вуглецевої, вуглецево-марганцевої або низьколегованої сталі, після зварювання повинні бути піддані термічній обробці.

**2.4.2** За узгодженням з Регістром термічне зняття напружень може не проводитися для трубопроводів, що мають товщину стінки менше 10 мм, залежно від розрахункових температур і тиску в системі трубопроводів.

## **2.5 ІЗОЛЯЦІЯ ТРУБОПРОВОДІВ**

**2.5.1** Трубопроводи, призначені для середовищ із низькою температурою, там, де необхідно, повинні бути термоізольовані відповідно до вимог, зазначених в 3.2.12.

Ці вимоги поширюються на термоізольовані трубопроводи, розташовані зовні вантажних ємкостей (вантажоутримуючих систем), трубопроводи вантажної системи, технологічні трубопроводи і системи керування параметрами вантажу.

### 3 СИСТЕМИ І ТРУБОПРОВОДИ

#### 3.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

**3.1.1** Вантажна система, технологічні трубопроводи і системи керування параметрами вантажу повинні забезпечувати:

- .1** запобігання позаштатних ситуацій, які можуть привести до виходу рідкого або газоподібного вантажу;
- .2** безпечне збирання і видалення рідких вантажів, які вийшли із ємкостей, трубопроводів тощо;
- .3** запобігання утворенню займистих сумішей;
- .4** запобігання спалаху займистих рідин або газів, які вийшли із ємкостей, трубопроводів тощо;
- .5** обмеження небезпеки пожежі та інших видів небезпеки для персоналу.

Примітка: технологічні трубопроводи включають в себе трубопроводи для парів вантажу, газоподібного палива, газовипускні труби запобіжних клапанів та інші подібні трубопроводи.

**3.1.2** Кожна вантажна система і вантажна ємкість/вантажоутримуюча система повинні бути обладнані аварійними запірними клапанами (див. 3.2.5.1.1).

Всі клапани системи аварійного відключення повинні бути безвідмовного типу.

**3.1.3** Будь-який трубопровід, що може утримувати вантаж в рідкому або газоподібному стані, повинний:

- .1** бути відокремлений від інших трубопроводів, за винятком випадків, коли для пов'язаних з вантажем операцій таких як продувка, газовідведення або інертизація, необхідне з'єднання.

Для запобігання протитоку вантажу повинні бути взяті до уваги вимоги 6.3.4.

В таких випадках повинні бути передбачені засоби обережності, які гарантують, що вантаж або його пара не перейдуть в інші системи трубопроводів через з'єднання;

- .2** не проходити через будь-яке житлове, службове приміщення або пост керування, чи машинне приміщення інше, ніж вантажне машинне приміщення, за винятком передбаченого розд. 11;

**.3** бути з'єднаний з вантажоутримуючою системою безпосередньо з відкритих палуб, за винятком випадків, коли труби установлені у вертикальній шахті чи подібній конструкції для проходу через порожні простори над вантажоутримуючою системою, а також за винятком випадків, коли труби для осушення, газовідведення або продувки проходять через кофердами;

**.4** розташовуватися у вантажній зоні над відкритою палубою за винятком випадків носових чи кормових пристроїв навантаження і розвантаження відповідно до 3.2.2 і систем аварійного скидання вантажу відповідно до 3.2.1, систем турельних відсіків відповідно до 3.2.3, та крім випадків, зазначених в розд. 11.



Аварійні пристрої для видалення вантажу можуть бути розташовані в кормовій частині судна в районі житлових і службових приміщень, постів керування і машинних приміщень, проте трубопроводи не повинні проходити через ці приміщення; і

**.5** розташовуватися у напрямку всередину корпусу, рахуючи від відстаней, зазначенх в 2.4 частини II «Конструкція газовеоза» для розташування вантажних ємкостей в поперечному напрямку, за винятком трубопроводів бортового берегового з'єднання, які не піддаються дії внутрішнього тиску в морі, а також систем трубопроводів аварійного скидання вантажу;

**.6** якщо в трубопроводах використовуються компенсатори, їхня кількість повинна бути мінімальною, проте, достатньою для запобігання трубопроводів, окремих вузлів системи і вантажних ємкостей від надмірних напружень, що виникають у результаті теплового розширення вантажних ємкостей, трубопроводів і деформації корпусу судна.

Сильфонні компенсатори можуть установлюватися тільки зовні вантажних ємкостей.

Компенсатори інших типів можуть установлюватися усередині вантажних ємкостей.

При необхідності повинні бути прийняті заходи для захисту сильфонних компенсаторів від зледеніння.

**3.1.4** Системи трубопроводів перекачування рідини для безпосереднього підігріву або охолодження вантажу не повинні виводитися за межі вантажної зони, якщо не передбачено належних засобів запобігання надходженню пари вантажу за межі вантажної зони, або засобів виявлення такого надходження.

**3.1.5** Повинні бути передбачені відповідні засоби скидання тиску і видалення рідкого вантажу із трубопроводів навантаження і розвантаження.

Аналогічним чином, такі засоби повинні бути передбачені для будь-яких трубопроводів між клапанами маніфольдів і кранами шлангів або вантажними шлангами, які ведуть до вантажних ємкостей, також між іншими клапанами і місцями приєднання вантажних шлангів, до роз'єднання.

**3.1.6** Запобіжні клапани для скидання рідкого вантажу із системи трубопроводів повинні здійснювати злив у вантажні ємкості.

Як альтернатива, вони можуть здійснювати злив у газовипускню щоглу в тому випадку, якщо передбачені засоби виявлення і видалення будь-якого рідкого вантажу, який може виявитися в системі газовідводу.

Якщо потрібне запобігання підвищення надлишкового тиску у випускному трубопроводі, запобіжні клапани вантажних насосів повинні здійснювати скидання в приймальний патрубок насосу.

**3.1.7** Загальні вимоги цього розділу не поширюються на допоміжні системи трубопроводів, в яких не утримується вантаж.

## **3.2 УСТРІЙ І КОНСТРУКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ ВАНТАЖНИХ ТРУБОПРОВОДІВ ПОЗА ВАНТАЖНОЮ ЗОНОЮ**

### **3.2.1 Аварійне скидання вантажу.**

**3.2.1.1** Система трубопроводів аварійного скидання вантажу, якщо вона передбачена, повинна необхідним чином відповідати 3.1.3— 3.1.5, може бути проведена до корми поза межами житлових, службових приміщень і постів керування або машинних приміщень і не повинна проходити через ці приміщення.

**3.2.1.2** Якщо передбачена стаціонарна система трубопроводів аварійного скидання вантажу, у межах вантажної зони повинні бути передбачені відповідні засоби її відсічення від вантажних трубопроводів.

### **3.2.2 Устрій носового і кормового завантаження.**

**3.2.2.1** Для забезпечення можливості виконання вантажних операцій з носу і корми повинні бути передбачені носові і кормові вантажно-розвантажувальні пристрої, які відповідають вимогам 1.2.12 частини II «Конструкція газозова».

**3.2.2.2** Повинні бути передбачені пристрої продування і дегазації носових і кормових вантажно-розвантажувальних трубопроводів після використання.

Коли пристрої продування і дегазації не використовуються, сполучні ділянки повинні бути вилучені, а кінці труб заглушені.

Газовідвідні труби, з'єднані із пристроями продувки, повинні розташовуватися у вантажній зоні.

**3.2.2.3** Вантажні трубопроводи і пов'язане з ними устаткування трубопроводів, розташовані за межами вантажної зони, повинні мати тільки зварні з'єднання.

Трубопроводи поза вантажною зоною повинні розташовуватися на відкритих ділянках палуби і розміщатися на відстані щонайменше 0,8 м у напрямку від борту до середини судна, за винятком бортових трубопроводів берегового з'єднання.

Трубопроводи поза вантажною зоною повинні бути чітко помітні і обладнані відсічним клапаном у місці їхнього з'єднання із системою вантажних трубопроводів у вантажній зоні.

У цьому місці вони повинні також мати можливість від'єднання за допомогою знімної кінцевої ділянки і глухих фланців, розташованих у вантажній зоні, коли вони не перебувають в експлуатації.

**3.2.2.4** Ділянки труб повинні бути зварені встик з повним проваром і піддані повній рентгенографічній або ультразвуковій перевірці незалежно від діаметра труб і розрахункової температури.

Фланцеві з'єднання ділянок трубопроводів повинні допускатися тільки в межах вантажної зони і для берегового з'єднання для приєднання вантажних шлангів.

**3.2.2.5** Вантажні трубопроводи для завантаження з носа і корми повинні бути встановлені стаціонарно.

### **3.2.3 Системи передачі турельних відсіків.**

**3.2.3.1** Для передачі рідкого вантажу або пари вантажу через внутрішній турельний пристрій, розташований за межами вантажної зони, трубопроводи, призначені для цієї мети, повинні відповідати наступному:

**.1** трубопроводи повинні розташовуватися над відкритою палубою, за винятком з'єднання з туреллю;

**.2** використання переносних пристроїв не допускається;

**.3** повинні бути передбачені пристрої для продувки і дегазації таких трубопроводів після використання.

Знімні ділянки для відсікання від вантажного трубопроводу, коли вони не використовуються, повинні бути вилучені, а кінці труб заглушені.

Газовідвідні труби, з'єднані із пристроями продувки, повинні розташовуватися у вантажній зоні;

**3.2.3.2** Трубопроводи для рідкого і газоподібного вантажу, розташовані поза вантажною зоною, повинні відповідати наступним вимогам:

**.1** вантажні трубопроводи і пов'язане з ними устаткування трубопроводів за межами вантажної зони повинні мати тільки зварні з'єднання;

**.2** ділянки труб повинні бути зварені встик з повним проваром і піддані повній рентгенографічній або ультразвуковій перевірці незалежно від діаметра труб і розрахункової температури.

Фланцеві з'єднання ділянок трубопроводів повинні допускатися тільки в межах вантажної зони і у вузлах з'єднання вантажних шлангів і з'єднання з туреллю.

### **3.2.4 Трубопроводи для газоподібного палива.**

**3.2.4.1** Трубопроводи для газоподібного палива повинні, наскільки це практично здійсненне, мати зварні з'єднання.

Ділянки трубопроводу для газоподібного палива, які не розміщені у вентильованих трубах чи каналах і розташовані на відкритих палубах поза вантажної зони, повинні мати стикові з'єднання з повним проваром і бути піддані повній рентгенографічній або ультразвуковій перевірці.

**3.2.4.2** Трубопроводи для газоподібного палива в машинних приміщеннях повинні додатково відповідати вимогам розд. 11.

### **3.2.5 Вимоги до клапанів та патрубків вантажної системи.**

**3.2.5.1** Кожна вантажна ємкість і кожна система трубопроводів повинні бути обладнані:

**.1** керованими вручну відсічними клапанами, як зазначено в цьому розділі (див. також 3.1.2);

**.2** крім того, повинні бути також належним чином передбачені дистанційно керовані клапани, як частина системи аварійного відключення (ESD), завданням якої є зупинка потоку або витоку вантажу в надзвичайній ситуації, коли здійснюється передача рідкого вантажу або пари.

Система ESD призначена для повернення вантажної системи в безпечний статичний стан для того, щоб було можливо почати всі необхідні дії по усуненню несправностей.

У конструкції системи ESD повинне бути забезпечене запобігання виникнення стрибків тиску (удару) в трубах для передачі вантажу.

Устаткування, яке повинне бути відключене при активації системи ESD в ході навантаження або розвантаження, включає клапани маніфольду, будь-які насос або компресор тощо, що передають вантаж усередині судна або за його межі (наприклад, на берег або інше судно/баржу), і клапани вантажних ємкостей у випадку, якщо MARVS перевищує 0,07 МПа.

#### **3.2.5.2 Патрубки вантажних ємкостей.**

.1 Усі патрубки для рідини і пари, за винятком запобіжних клапанів і пристроїв виміру рівня рідини, повинні мати запірні клапани, розміщені настільки близько до ємкості, наскільки це практично здійсненне.

Ці клапани повинні забезпечувати повне перекривання і повинні мати можливість керування вручну.

Ці клапани можуть також мати можливість дистанційного керування.

.2 Для вантажних ємкостей з MARVS, що перевищують 0,07 МПа манометричного тиску, згадані вище патрубки повинні бути також обладнані дистанційно керованими клапанами системи ESD.

Ці клапани системи ESD повинні бути розміщені настільки близько до ємкості, наскільки це практично здійсненне.

Замість двох окремих клапанів: клапану згідно з 3.2.5.1 і клапану системи ESD, може бути використано один клапан, за умови, що він задовольняє вимогам до клапанів системи ESD (див. 5.2) і забезпечує повне перекривання лінії.

#### **3.2.5.3 Патрубки вантажного маніфольду.**

.1 Для кожного з використовуваних патрубків передачі вантажу повинен бути передбачений один дистанційно керований клапан системи ESD для зупинки передачі рідини і пари на судно або із судна.

Невикористовувані патрубки для передачі повинні бути перекриті відповідними глухими фланцями.

.2 Якщо MARVS вантажної ємкості перевищує 0,07 МПа, для кожного з використовуваних патрубків повинен додатково передбачатися керований вручну клапан, який може розташовуватися в напрямку усередину або назовні корпусу судна стосовно клапану системи ESD, залежно від конструкції судна.

**3.2.5.4** Замість клапанів системи ESD можуть використовуватися переливні клапани (excess flow valves) у випадку, якщо діаметр труби, що захищається, не перевищує 50 мм.

Переливні клапани повинні автоматично закриватися по досягненню витрати потоку рідини або пари номінального граничного значення, відповідного до закривання, зазначеного виготовлювачем.

Трубопроводи, включаючи арматуру, клапани і принадлежності, що захищаються переливним клапаном, повинні забезпечувати продуктивність, що перевищує номінальне граничне значення витрати, відповідне до умов закривання.

Переливні клапани можуть бути спроектовані із пропускним каналом площею поперечного перерізу, що не перевищує площі круглого отвору діаметром 1 мм, для зрівняння тиску після спрацювання закриття.

**3.2.5.5** Немає необхідності в устаткуванні патрубків вантажних ємкостей, які служать для установлення мірних або вимірювальних пристроїв, переливними клапанами або клапанами ESD, за умови, що ці пристрої сконструйовані таким чином, що витрата вихідного з ємкості вмісту не може перевищити витрати еквівалентного вихідного з ємкості вмісту, минаючого через круглий отвір діаметром 1,5 мм.

**3.2.5.6** Усі трубопроводи або ділянки, які можуть бути відсічені в повністю заповненому рідиною стані, повинні бути захищені запобіжними клапанами для термічного розширення і випару.

**3.2.5.7** Усі трубопроводи або ділянки, які можуть бути відсічені автоматично внаслідок пожежі, які містять обсяг рідини, що залишається в них, понад 0,05 м<sup>3</sup>, повинні бути обладнані КСТ з параметрами, що відповідають умовам в разі виникнення пожежі (див. 3.3.4).

### **3.2.6 Пристрої передачі вантажу.**

**3.2.6.1** Якщо передача вантажу здійснюється за допомогою вантажних насосів, доступ до яких для ремонту відсутній, коли ємкості перебувають у робочому стані, повинні бути передбачені щонайменше два окремі засоби для передачі вантажу з кожної вантажної ємкості, а їхня конструкція повинна бути такою, щоб вихід з ладу одного вантажного насосу або засобу передачі не приводив до припинення передачі вантажу іншим насосом або іншими насосами або іншими засобами передачі вантажу.

**3.2.6.2** Процес передачі вантажу, здійснюваний шляхом підвищення тиску газу, повинен виключати спрацювання запобіжних клапанів у ході такої передачі.

Підвищення тиску газу може бути прийняте як засіб передачі вантажу для ємкостей, у яких розрахунковий коефіцієнт безпеки не знижений в умовах, переважних в ході операції по передачі вантажу.

Якщо для цих цілей запобіжні клапани вантажної ємкості або настановний тиск міняються, як це дозволене відповідно до 3.3.2.5, новий настановний тиск не повинний перевищувати значення  $P_0$ , визначеного в розд. 1 частини IV «Вантажні ємкості».

### **3.2.7 Патрубки для повернення пари.**

**3.2.7.1** Повинні бути передбачені патрубки для повернення пари на берегові установки.

**3.2.8 Трубопроводи газовідведення вантажних ємкостей.**

**3.2.8.1** Система скидання тиску повинна бути з'єднана із системою газовідведення, яка призначена для зведення до мінімуму можливості скупчення пари вантажу на палубах або надходження в житлові приміщення, пости керування і машинні приміщення або в інші приміщення, де ця пара може створити небезпечні умови (див. також 3.3.5).

**3.2.9 Патрубки для добору проб вантажу.**

**3.2.9.1** Патрубки, з'єднані із системами вантажних трубопроводів для добору рідких проб вантажу, повинні мати чітке маркування і повинні мати конструкцію, що зводить до мінімуму вихід пари вантажу.

Для суден, на яких дозволено перевозити токсичні продукти, система добору проб повинна бути у вигляді замкненого контуру для того, щоб забезпечити невлучення в повітря рідкого вантажу і пари.

**3.2.9.2** Системи добору проб рідкого вантажу повинні бути постачні двома клапанами на вихідному отворі для добору проб.

Один із цих клапанів повинен передбачати багатообертове відкривання для того, щоб уникнути ненавмисного відкривання; клапани повинні бути рознесені на достатню відстань для того, щоб гарантувати, що вони можуть відкрити лінію у випадку, наприклад, її блокування льодом або гідратами.

**3.2.9.3** В системах із замкненим контуром клапани на трубі повернення повинні також відповідати 3.2.9.2.

**3.2.9.4** Патрубок, що веде до контейнера для проб, повинен відповідати визначеним стандартам і повинен підтримуватися таким чином, щоб витримувати вагу контейнера для проб.

Нарізні сполучення повинні бути зафіксовані зварюванням або бути зафіксовані іншим способом з метою запобігання мимовільної віддачі нарізного сполучення в ході звичайних приєднання і від'єднання контейнерів для добору проб.

Вузол з'єднання для добору проб повинен бути обладнаний корком або фланцем для того, щоб запобігти будь-якій течії, коли цей вузол не використовується.

**3.2.9.5** Вузли з'єднання для добору проб, використовувані тільки для проб пари, можуть бути обладнані одним клапаном відповідно до 2.3, 3.2.5 і розд. 12 та повинні також мати корок або фланець для їхнього закриття.

**3.2.10 Фільтри для рідкого вантажу.**

**3.2.10.1** Системи для рідкого вантажу і пари повинні мати можливість установлення на них фільтрів для захисту від ушкоджень, викликаних сторонніми предметами.

Такі фільтри можуть бути стаціонарними або знімними, а якість очищення повинна відповідати небезпеці влучення у вантажну систему сторонніх предметів тощо.

**3.2.10.2** Повинні бути передбачені засоби індикації засмічення фільтрів, а також засоби для відсікання, скидання тиску і безпечного очищення фільтрів.

**3.2.11 Вимоги до установлення і монтажу трубопроводів.**

**3.2.11.1** Для врахування розширення і стиску повинні бути передбачені засоби захисту труб, систем трубопроводів, їхніх ділянок і вантажних ємкостей від надмірних напружень внаслідок термічного розширення і стиску, зсуву ємкості і конструкцій корпусу.

Кращими заходами, використовуваними поза вантажними ємкостями, є відгалуження, коліна або U-подібні (ліро-подібні) компенсатори, проте там, де установка відгалуження, коліна або U-подібного компенсатора не є практично здійсненою, можуть використовуватися багат шарові сифонні компенсатори.

**3.2.11.2** Для температур вантажу нижче - 110 °С, для ділянок корпусу під береговими з'єднаннями повинна бути передбачена система водорозпилення під низьким тиском для створення водяної завіси з метою додаткового захисту сталевого матеріалу корпусу і конструкцій борту.

Ця система є додатковою до зазначеної згідно з 3.3 частини V «Протипожежний захист» і повинна використовуватися в процесі операції по передачі вантажу.

**3.2.11.3** Якщо ємкості або вантажні трубопроводи і устаткування трубопроводів відокремлені від конструкцій корпусу термічною ізоляцією, як для трубопроводів, так і для ємкостей повинне бути передбачене електричне заземлення.

Усі ущільнення, що мають зчленування труб і з'єднання шлангів, повинні бути електрично заземлені.

За винятком випадку використання заземлюючих провідних скоб необхідно продемонструвати, що електричний опір кожного зі зчленувань або з'єднань становить менше 1,0 МОм.

**3.2.12 Система термічної ізоляції трубопроводів.**

**3.2.12.1** Трубопроводи, призначені для середовищ із низькою температурою, там, де необхідно, повинні бути термоізовані від суміжних конструкцій корпусу, щоб уникнути зниження температури конструкцій корпусу нижче розрахункової.

**3.2.12.2** В місцях, де трубопроводи для рідкого вантажу зазнають регулярного розбирання або де можливий витік рідкого вантажу (наприклад, у з'єднаннях із береговими магістралями або в сальниках насосів), повинний бути забезпечений захист нижче розташованих конструкцій корпусу судна від впливу вантажу з низькою температурою.

**3.2.12.3** Якщо це застосовне через місце розташування або навколишні умови, ізолювальні матеріали повинні мати відповідні властивості стійкості до пожежі і поширення полум'я і бути в достатній мірі захищені від проникнення водяної пари, пари горючих речовин та від механічних ушкоджень.

**3.2.12.4** Системи вантажних трубопроводів повинні бути належним чином обладнані системою термічної ізоляції з метою зведення до мінімуму проникнення у вантаж тепла в ході виконання вантажних операцій і захисту персоналу від прямого контакту з холодними поверхнями.

**3.2.12.5** Якщо система вантажних трубопроводів виготовлена з матеріалу, схильного до корозійного розтріскування під дією напружень в умовах насиченого сіллю повітряного середовища, повинні бути вжиті належні заходи для запобігання цього шляхом розгляду питань про вибір матеріалу, захисту від впливу солоної води і/або доступності для перевірки.

### **3.2.13 Трубопроводи і арматура.**

**3.2.13.1** Усі необхідні запірні аварійні клапани повинні мати керування з постів, розташованих принаймні у двох віддалених одне від одного місцях на судні, одним з яких повинний бути ПКВО.

Система керування повинна бути також обладнана плавкими елементами, розрахованими на температуру плавлення 98 — 104 °С, для автоматичного закривання аварійних запірних клапанів при пожежі.

Плавкі елементи повинні бути розташовані в куполах вантажних ємкостей і на станціях завантаження.

Конструкція запірних клапанів повинна забезпечувати закривання клапанів при виході з ладу їхнього приводу (припинення постачання енергії) і можливість місцевого ручного керування.

Рекомендується, щоб закривання клапана здійснювалося без використання віддаленого джерела енергії шляхом безпосереднього впливу на запірний орган клапана. При цьому повинна бути передбачена чітка індикація відкривання і закривання клапана.

Інструкція з експлуатації виробника клапанів повинна зберігатися на судні і містити в собі технічну інформацію з монтажу, обслуговування, включаючи розбирання і складання, періодичних перевірок, що включають зовнішній і внутрішній огляд і випробування тиском, рівним робочому.

Аварійні запірні клапани на трубопроводах рідкого вантажу повинні повністю закриватися за всіх умов експлуатації протягом 30 с після подачі сигналу про вимикання.

**3.2.13.2** Загальний час закривання повинний бути розрахований таким чином, щоб запобігти підвищення тиску при закриванні клапану вище прийнятного рівня, та приймаючи до уваги вимоги, зазначені в 5.2.4.

Відомості про час закривання клапанів та їхні робочі характеристики повинні зберігатися на судні.

Повинна бути забезпечена можливість перевірки і відтворення часу закривання, клапани повинні закриватися плавно.

**3.2.13.3** Якщо у вантажній ємкості залишається частина вантажу, яка не видається вантажними насосами, повинні бути передбачені спеціальні пристрої, що забезпечують видалення залишків вантажу.

### **3.2.14 Насоси і компресори.**

**3.2.14.1** Для перекачування зріджених газів можуть застосовуватися відцентрові, вихрові і парові прямодіючі насоси спеціальної конструкції.



Конструкція насосів повинна включати спеціальні ущільнювальні елементи для підтримання тиску на усмоктуванні вище пружності насиченої пари рідкої фази при максимальній температурі.

**3.2.14.2** Для перекачування пари зріджених газів можуть використовуватися одно- і двоступінчасті компресори.

**3.2.14.3** Якщо вантаж перекачується вантажними насосами, до яких немає доступу в експлуатації для ремонту з боку вантажної ємкості, для перекачування вантажу з кожної вантажної ємкості повинні бути передбачені принаймні два незалежні засоби, конструкція яких повинна бути такою, щоб вихід з ладу одного з вантажних насосів або одного засобу перекачування не привів до виходу з ладу іншого насоса (насосів) або іншого засобу перекачування вантажу.

**3.2.14.4** Для вантажних насосів і компресорів, тиск нагнітання яких може перевищити розрахунковий тиск у системі, повинні бути передбачені запобіжні клапани.

**3.2.14.5** При перекачуванні вантажу за допомогою витиснення стиснутими газами повинна бути виключена можливість підриву запобіжних клапанів.

**3.2.14.6** Вантажні насоси і компресори повинні бути постачені пристроями для автоматичного відключення їх у випадку:

закриття аварійних запірних клапанів на напірних трубопроводах, необхідних згідно з 3.1.2 (див. також 3.2.5.1.1), з допомогою системи аварійної зупинки, необхідної в 3.2.13.1;

досягнення встановленого рівня вантажу у вантажній ємкості;

падіння тиску у вантажній ємкості до мінімального допустимого значення.

**3.2.15.1** Вантажні шланги повинні мати Свідоцтво про типове схвалення і відповідати вимогам розд. 6 частини VIII «Системи і трубопроводи» Правил МС.

### 3.3 ГАЗОВІДВІДНІ СИСТЕМИ ДЛЯ УТРИМАННЯ ВАНТАЖУ

#### 3.3.1 Загальні положення.

**3.3.1.1** Повинний бути забезпечений постійний захист вантажоутримуючих систем від небезпечного підвищення або зниження тиску.

**3.3.1.2** Усі вантажні ємкості повинні мати систему скидання тиску (захисту від підвищення тиску), яка повинна відповідати конструкції вантажоутримуючої системи і перевезеному вантажу.

Трюмні приміщення, міжбар'єрні простори і вантажні трубопроводи, які можуть зазнати тиску, який перевищує розрахунковий, також повинні мати відповідну систему скидання тиску.

**3.3.1.3** Системи скидання тиску повинні забезпечувати постійний захист вантажоутримуючих систем шляхом відведення через запобіжні клапани для скидання тиску (КСТ) надлишку вантажу, який випарувався, у систему газовідвідних труб.

Ці системи повинні бути з'єднані із системою газовідвідних труб таким чином, щоб була зведена до мінімуму можливість скупчення пари вантажу на палу-

бах, проникнення її у житлові, машинні та інші приміщення, а також у пости керування, де вона може створити небезпечну обстановку.

**3.3.1.4** Системи скидання тиску повинні бути незалежні від інших систем, у тому числі систем регулювання тиску, зазначених у розд. 4.

### **3.3.2 Системи скидання тиску.**

**3.3.2.1** Кожна вантажна ємкість, включаючи палубні вантажні ємкості у разі їхньої наявності, повинна бути постачена принаймні двома запобіжними КСТ (клапанами безпеки) приблизно рівної пропускної здатності в межах допусків, установлених виробником, спеціально спроектованими і виготовленими для запропонованих умов експлуатації.

**3.3.2.2** Міжбар'єрні простори повинні бути постачені запобіжними пристроями, КСТ, схваленими Регістром.

Для мембранних вантажоутримуючих систем повинна бути продемонстрована достатня пропускна здатність КСТ, які обслуговують міжбар'єрний простір.

**3.3.2.3** КСТ повинні бути відрегульовані на тиск підриву, що не перевищує тиск, на який розрахована вантажна ємкість.

Якщо передбачено два або більше КСТ, клапани, які забезпечують не більше ніж 50% загального об'єму скидання, можуть бути установлені на тиск, який перевищує MARVS на величину до 5%, з метою послідовного спрацювання і мінімізації небажаного виходу пари.

**3.3.2.4** КСТ, установлені в системах скидання тиску, повинні відповідати наступним вимогам:

**.1** КСТ повинні мати таку конструкцію, щоб виключався їхній вихід з ладу внаслідок утворення криги, коли вони закриті.

Особлива увага повинна бути приділена проектуванню і виготовленню КСТ вантажних ємкостей, експлуатованих при низьких температурах навколишнього повітря;

**.2** КСТ повинні бути виготовлені із матеріалів з температурою плавлення вище 925°.

За умови, що надійність роботи КСТ не буде порушена, для внутрішніх частин і ущільнень можуть бути використані матеріали з низькою температурою плавлення;

**.3** трубки для замірювання і підбурення керованих КСТ повинні мати достатньо міцну конструкцію для попередження отримання ушкоджень.

**3.3.2.5** Якщо для вантажних ємкостей передбачено кілька значень настановного тиску підриву КСТ, це може бути здійснене за допомогою установлення:

**.1** двох і більше відрегульованих і опломбованих КСТ із забезпеченням необхідних заходів для відключення невикористовуваних клапанів від вантажної ємкості; або

**.2** КСТ, настановний тиск яких може бути змінений шляхом використання попередньо схваленого пристрою, який не потребує випробування тиском для перевірки нового настановного тиску.

Усі пристосування, пов'язані з регулюванням клапанів, повинні мати пристрої для можливості опломбування. Вимоги до випробування і регулювання запобіжних клапанів викладені в 12.1.3.

**3.3.2.6** Запірні клапани та інші засоби відключення трубопроводів для зручності їхнього обслуговування можуть установлюватися між ємкостями і КСТ, якщо передбачаються наступні заходи:

**.1** установлення відповідних пристроїв, що запобігають відключення більше одного КСТ;

**.2** наявність автоматичної сигналізації, що чітко показує, який із КСТ відключений;

**.3** пропускна здатність КСТ повинна бути такою, що при виході з ладу одного клапана сумарна пропускна здатність клапанів, що залишилися, буде не менше необхідної згідно з 3.3.4.

Зазначена пропускна здатність може бути забезпечена за рахунок усіх клапанів за умови, що на судні у відповідній готовності перебуває запасний клапан.

**3.3.2.7** Кожний КСТ, установлений на вантажній ємкості, повинен бути з'єднаний з газовідвідною системою, яка відповідає вимогам 3.3.5.

**3.3.2.8** При одночасному перевезенні вантажів, які можуть вступати в небезпечну реакцію один з одним, повинна бути встановлена незалежна система КСТ для кожного вантажу.

**3.3.2.9** КСТ і трубопроводи повинні встановлюватися таким чином, щоб рідина не могла накопичуватися в запобіжних клапанах або поблизу них.

**3.3.2.10** КСТ повинні бути розташовані на вантажній ємкості таким чином, щоб вони залишалися під дією газової фази вантажу при крені  $15^\circ$  і диференті  $0,015L$  ( $L$  — див. визначення в частині II «Корпус» Правил МС).

**3.3.2.11** На випадок відмови КСТ, яким обладнана вантажна ємкість, повинні бути передбачені безпечні засоби локалізації, одним із яких повинне бути відключення лише одного із установлених на вантажній ємкості КСТ.

Безпечні засоби повинні забезпечити тимчасову локалізацію КСТ з тим, щоб установити його після відповідного ремонту на місце, і повинні запобігати недбале виконання операції локалізації КСТ.

При цьому навантаження вантажної ємкості не повинне виконуватися до того часу, поки не буде відновлена повністю здатність до скидання тиску.

### **3.3.3 Додаткова система зниження тиску для регулювання рівня рідини.**

**3.3.3.1** Кожна вантажна ємкість, якщо потрібно згідно з положеннями 3.4.1.3.2, повинна бути обладнана додатковою системою зниження тиску для запобігання переповнення вантажної ємкості в будь-який момент зниження тиску в умовах пожежі.

Така система повинна складатися:

**.1** із КСТ (одного чи декількох), тиск підриву якого відрегульований на надлишковий тиск пари вантажу при стандартній температурі, зазначеній в 3.4.1.3.2;

**.2** там, де необхідно, — із пристрою, що відключає, який повинний забезпечити припинення роботи системи у звичайному режимі. Цей пристрій повинний

містити в собі плавкі елементи, що плавляться при температурі 98 — 104 °С і приводять у дію запобіжний клапан (клапани), зазначені в 3.3.3.1.1.

Плавкі елементи повинні розташовуватися поблизу КСТ.

Зазначені елементи, що відключають пристрій, повинні бути незалежними від загальносуднового джерела енергії.

Додаткова система зниження тиску повинна бути працездатною при втраті енергії, якщо передбачене постачання нею зазначеного пристрою.

**3.3.3.2** Загальна пропускна здатність додаткової системи зниження тиску при тиску підриву КСТ (одного чи декількох), тиск підриву якого відрегульований на надлишковий тиск пари вантажу при стандартній температурі, зазначеній в 3.4.1.3.2, зазначеному в 3.3.3.1.1, повинна бути не менша

$$Q = FG'A^{0,82}, \quad (3.3.3.2-1)$$

де:

$Q$  — мінімальна необхідна пропускна здатність випуску повітря, м<sup>3</sup>/с, при стандартних умовах 0 °С і 0,1013 МПа;

$G'$  — газовий коефіцієнт, визначений по формулі

$$G' = \frac{12,4}{(L + \rho_R \cdot m)D} \sqrt{ZT'/M}, \quad (3.3.3.2-2)$$

де:

$\rho_R$  — відносна щільність рідкої фази вантажу в умовах зниження тиску ( $\rho_R$  — 1 для прісної води);

$m$  —  $'di/dp_R$  — градієнт зниження ентальпії рідкої фази вантажу залежно від підвищення щільності рідкої фази вантажу, кДж/кг, в умовах зниження тиску.

Для установок з тиском не вище 0,206 МПа можуть використовуватися значення  $m$ , наведені в табл. 3.3.3.2.

Для вантажів, не зазначених у табл 3.3.3.2, і для установок з більше високим тиском значення  $m$  повинне визначатися виходячи з термодинамічних характеристик вантажу;

$i$  — ентальпія рідкого вантажу, кДж/кг;

$T'$  — температура, в градусах Кельвіна, в умовах зниження тиску, тобто при тиску підриву, на який відрегульований КСТ додаткової системи зниження тиску;

$F, A, L, D, Z$  і  $M$  — див. 3.3.4.1.

**Таблиця 3.3.3.2**

№ з/п	Вантаж	$m$	№ з/п	Вантаж	$m$
1	2	3	1	2	3
1	Азот	400	8	Пропан	2000
2	Аміак безводний	3400	9	Пропілен	1600
3	Бутадієн	1800	10	Хлористий виніл	900
4	Бутан	2000	11	Хлористий метил	816
5	Бутилен	1900	12	Етан	2100
6	Метан	2300	13	Етилен	1500
7	Окис пропілена	1550	Примітка: Значення $m$ наведені для тиску не вище 0,206 МПа		

**3.3.3.3** Якщо відповідно до 3.3.3.1.1 потрібно змінити регулювання КСТ, регулювання повинне відповідати вимогам 3.3.2.5.

**3.3.3.4** Як КСТ (див. 3.3.3.1.1) можуть використовуватися клапани, зазначені в 3.3.2, за умови, що тиск регулювання і здатність зниження тиску відповідають вимогам 3.3.2.

**3.3.3.5** Газ, що випускається від КСТ, повинен відводитися в газовідвідну систему (див. 3.3.5, також 3.3.2.7).

### **3.3.4** Визначення пропускної здатності системи скидання тиску.

**3.3.4.1** КСТ повинні мати загальну пропускну здатність скидання для кожної вантажної ємкості, що забезпечує найбільшу з величин, наведених нижче, причому тиск в ємкості не повинний при цьому перевищувати більше ніж на 20 % MARVS:

**3.3.4.1.1** Максимальну продуктивність системи заповнення вантажної ємкості інертним газом, якщо максимальний робочий тиск у системі інертизації вантажної ємкості перевищує MARVS вантажних ємкостей; або

**3.3.4.1.2** Парів, що утворюються в умовах пожежі, витрата яких розраховується по формулі

$$Q = FGA^{0,82}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (3.3.4.1-1)$$

де:

$Q$  — мінімальна пропускну здатність по повітрю,  $\text{м}^3/\text{с}$ , при стандартних умовах  $0^\circ\text{C}$  і 0,1013 МПа;

$F$  — фактор впливу пожежі для вантажних ємкостей різних типів:

1,0 — для ємкостей без ізоляції, розташованих на палубі;

0,5 — для вантажних ємкостей зі схваленої Регістром ізоляцією, розташованих над палубою (схвалення ґрунтується на використанні визнаного вогнестійкого матеріалу, теплопровідності ізоляції та її стійкості при впливі вогню);

0,5 — для вкладних вантажних ємкостей без ізоляції, установлених у трюмах;

0,2 — для вкладних вантажних ємкостей з ізоляцією, установлених у трюмах, і для вкладних вантажних ємкостей без ізоляції, установлених в ізольованих трюмах;

0,1 — для вкладних вантажних ємкостей з ізоляцією, установлених у трюмах з інертним газом, і для вкладних вантажних ємкостей без ізоляції, установлених в інертизованих ізольованих трюмах;

0,1 — для мембранних і напівмембранних ємкостей. Для вкладних вантажних ємкостей, частково виступаючих над відкритою палубою, фактор впливу пожежі повинен визначатися на основі співвідношення площ поверхні над палубою і під нею;

$G$  — газовий коефіцієнт, визначається по формулі

$$G = \frac{12,4}{LD} \sqrt{ZTM}, \quad (3.3.4.1-2)$$

де:

$L$  — прихована теплота паротворення в умовах розвантаження,  $\text{кДж}/\text{кг}$ ;

$D$  — постійна; визначається залежно від питомої теплоємності  $K$  (табл. 3.3.4.1). Якщо  $K$  невідома,  $D = 0,606$ ;

$Z$  — коефіцієнт стискальності газу в умовах випуску газу.

Якщо  $Z$  невідомий,  $Z = 1,0$ ;

$T$  — температура в градусах Кельвіна в умовах розвантаження (скидання тиску), тобто 120 % тиску, на який установлений запобіжний клапан;

$M$  — молекулярна маса;

$A$  — площа зовнішньої поверхні вантажної ємкості,  $m^2$ .

Примітка: Для вантажних ємкостей, що мають форму тіл обертання, площа зовнішньої поверхні вантажної ємкості рівна площі зовнішньої поверхні.

Для інших вантажних ємкостей площа зовнішньої поверхні вантажної ємкості рівна площі зовнішньої поверхні за винятком площі, дотичної до днищових чи інших конструкцій корпусу судна чи вантажного трюму (див. рис. 3.3.4.1).

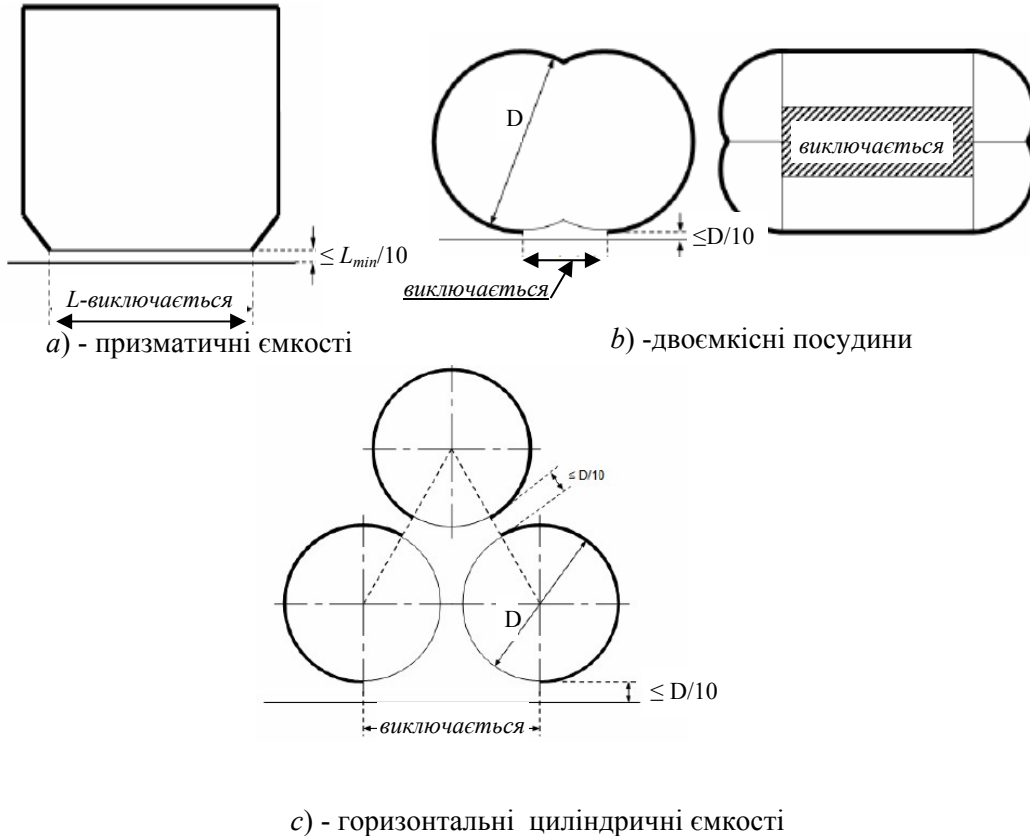


Рис. 3.3.4.1 Площі розрахункової поверхні

Для вантажних ємкостей різних типів площа зовнішньої поверхні вантажної ємкості  $A$  рівна:

для вантажних ємкостей, що мають складну форму тіл обертання (здвоєних циліндричних вантажних ємкостей) розташованих від опорної палуби на відстані більше  $D/10$  діаметру ємкості — площі зовнішньої поверхні без проекції площі поверхні днища (рис. 3.3.4.1 b);

площі зовнішньої поверхні ряду посудин під тиском, крім ізоляції проекції площі днища — якщо ізоляція нанесена на конструкцію посудин (рис. 3.2.4.1d));

для вантажних ємкостей, що мають призмоподібну форму у перерізі — площі зовнішньої поверхні без проекції площі поверхні днища (рис. 3.3.4.1 a), де:

$L_{min}$  — для неклиноподібних вантажних ємкостей є меншими із горизонтальних вимірів плоскої основи вантажної ємкості;

$L_{min}$  — для клиноподібних вантажних ємкостей, як для носової ємкості, де  $L_{min}$  — менше із значень довжини чи середньої ширини вантажної ємкості;

$L_{min}$  — для призмоподібних вантажних ємкостей, у яких відстань між плоскою основою ємкості і днищевою частиною приміщення трюму менше ніж  $L_{min}/10$ :

$A$  = зовнішня поверхня ємкості мінус плоска нижня поверхня;

$L_{min}$  — для призмоподібних вантажних ємкостей, у яких відстань між плоскою основою ємкості і днищевою частиною приміщення трюму більше ніж  $L_{min}/10$ :

$A$  = зовнішня поверхня ємкості;

Таблиця 3.3.4.1

К	D	К	D	К	D
1,00	0,606	1,36	0,677	1,72	0,734
1,02	0,611	1,38	0,681	1,74	0,736
1,04	0,615	1,40	0,685	1,76	0,739
1,06	0,620	1,42	0,688	1,78	0,742
1,08	0,624	1,44	0,691	1,80	0,745
1,10	0,628	1,46	0,695	1,82	0,747
1,12	0,633	1,48	0,698	1,84	0,750
1,14	0,637	1,50	0,701	1,86	0,752
1,16	0,641	1,52	0,704	1,88	0,755
1,18	0,645	1,54	0,707	1,90	0,758
1,20	0,649	1,56	0,710	1,92	0,760
1,22	0,652	1,58	0,713	1,94	0,763
1,24	0,656	1,60	0,716	1,96	0,765
1,26	0,660	1,62	0,719	1,98	0,767
1,28	0,664	1,64	0,722	2,00	0,770
1,30	0,667	1,66	0,725	2,02	0,772
1,32	0,671	1,68	0,728	2,20	0,792
1,34	0,674	1,70	0,731	—	—

**3.3.4.1.3** Потрібна маса потоку повітря в умовах скидання тиску визначається по формулі:

$$M_{air} = Q\rho_{air}, \text{ кг/с}, \quad (3.3.4.1.3)$$

де:

$\rho_{air}$  — щільність повітря,  $\text{кг/м}^3$ , ( $\rho_{air} = 1,293 \text{ кг/м}^3$  при стандартних умовах  $0^\circ\text{C}$  і  $0,1013 \text{ МПа}$ ).

**3.3.4.2** При визначенні пропускної здатності КСТ з метою забезпечення того, щоб вона відповідала витраті, зазначеній в 3.3.4.1, повинні враховуватися втрати тиску до і після КСТ.

**3.3.4.3** Втрата тиску до КСТ.

**3.3.4.3.1** Зниження тиску в газовідвідному трубопроводі, що йде від вантажної ємкості до впускного отвору КСТ, не повинне перевищувати 3 % настановного тиску клапану для розрахованої витрати відповідно з 3.3.4.1.

**3.3.4.3.2** На КСТ з керуючим пристроєм не повинні справляти вплив втрати тиску на впускній ділянці трубопроводу, коли датчик керуючого пристрою приймає сигнал безпосередньо з куполу танку.

**3.3.4.3.3** Повинні враховуватися втрати тиску на ділянках газовідведення з дистанційним отриманням сигналу керуючим пристроєм для пристроїв поточкового типу.

**3.3.4.4** Втрата тиску після КСТ.

**3.3.4.4.1** Якщо передбачаються спільні колектори і стояки газовідведення, в розрахунках повинні бути враховані потоки від усіх КСТ, які обслуговуються.

**3.3.4.4.2** Виникаючий протитиск в трубопроводі газовідведення на ділянці від впускного отвору КСТ до отвору випуску в атмосферу, включаючи будь-які з'єднання трубопроводів, які обслуговують інші вантажні ємкості, не повинний перевищувати наступні значення:

- а) для неурівноважених КСТ — 10% MARVS;
- б) для урівноважених КСТ — 30% MARVS;
- в) для КСТ з керуючим пристроєм — 50% MARVS.

Можуть бути допущені інші значення, надані виробником КСТ.

**3.3.4.5** Для забезпечення стійкої роботи КСТ тиск продування повинний складати не менше суми втрати тиску на впускові та 0,02 MARVS при номінальній пропускній здатності.

**3.3.5 Газовідвідна система.**

**3.3.5.1** Для видалення надлишків газу від КСТ вантажних ємкостей повинна передбачатися газовідвідна система.

**3.3.5.2** Система газовідвідних труб повинна бути сконструйована таким чином, щоб вихідний газ направлявся до гори, а можливість влучення в систему води і снігу була зведена до мінімуму.

**3.3.5.3** Випускні отвори газовідвідних труб повинні бути розташовані над відкритою палубою на висоті не менше  $B/3$  або 6 м, дивлячись по тому, що більше, і 6 м над майданчиком робочої зони і носовим та кормовим перехідними містками.

**3.3.5.4** Випускні отвори для відведення газу від КСТ вантажних ємкостей повинні розташовуватися від найближчого повітряприймача або отворів у житлових, службових приміщеннях або інших газобезпечних просторах на відстані, рівній принаймні ширині судна або 25 м, дивлячись по тому, що менше.

Для суден довжиною менше 90 м Регістр може допустити менші відстані.



Усі інші випускні отвори газовипускних труб, з'єднані із вантажоутримуючою системою, повинні розташовуватися на відстані не менше 10 м від найближчого повітряприймача або отворів у житлових і службових приміщеннях і постах керування або від інших газобезпечних просторів.

**3.3.5.5** Усі інші газовідвідні труби, пов'язані з вантажем і не розглянуті в інших частинах цих Правил, повинні задовольняти вимогам 3.3.5.2 — 3.3.5.4.

Повинні бути передбачені засоби запобігання переливання рідини через вихідні отвори газовипускних колон внаслідок гідростатичного тиску, який створюється в приміщеннях, з якими вони з'єднані.

**3.3.5.6** При одночасному перевезенні вантажів, які вступають у небезпечну реакцію один з одним, повинні бути передбачені незалежні системи газовідвідних труб від КСТ для кожного виду вантажу.

**3.3.5.7** У системі газовідвідних труб повинні бути передбачені засоби для видалення рідини з місць, де вона може накопичуватися.

**3.3.5.8** На вихідних отворах газовідвідних труб повинні бути встановлені захисні сітки для запобігання потрапляння в них сторонніх предметів.

**3.3.5.9** Усі газовідвідні труби не повинні ушкоджуватися при всіх можливих коливаннях температури або під дією навантажень, що виникають при русі судна.

### **3.3.6 Система захисту від вакууму.**

**3.3.6.1** Вантажні ємкості не вимагають захисту від вакууму, якщо вони розраховані на різницю зовнішнього і внутрішнього тиску вище 0,025 МПа, а також здатні витримувати максимальну різницю між зовнішнім і внутрішнім тиском вантажної ємкості, яка може виникнути при найвищих швидкостях вивантаження без повернення пари у вантажні ємкості або при використанні системи охолодження вантажу, або при термічному окисненні.

**3.3.6.2** Вантажні ємкості, для яких потрібний згідно з 3.3.6.1 захист від вакууму, повинні бути обладнані:

**1** двома незалежними датчиками тиску для подачі аварійного сигналу і наступної зупинки усмоктування рідкого і газоподібного вантажу з вантажної ємкості, а також припинення роботи охолодного устаткування, якщо воно встановлене, при тиску меншому, ніж різниця між зовнішнім і внутрішнім тиском вантажної ємкості; або

**2** вакуумними запобіжними клапанами із пропускною здатністю по газу, рівною не менше максимальної швидкості вивантаження вантажної ємкості, що відкриваються при тиску більше низькому, ніж різниця між зовнішнім і внутрішнім тиском вантажної ємкості; або іншими системами захисту від вакууму, схваленими Регістром.

**3.3.6.3** Вакуумні запобіжні клапани повинні забезпечувати подачу у вантажну ємкість інертного газу, пари вантажу або повітря і повинні бути влаштовані таким чином, щоб звести до мінімуму можливість потрапляння води або снігу.

Якщо при спрацюванні вакуумних запобіжних клапанів у вантажну ємкість подається пара вантажу, вона не повинна надходити із трубопроводу відведення пари.

**3.3.6.4** Система захисту від вакууму повинна бути випробувана в дії при запропонованому тиску.

### 3.4 МЕЖІ ЗАПОВНЕННЯ ВАНТАЖНИХ ЄМКОСТЕЙ

#### 3.4.1 Визначення.

В цьому підрозділі, додатково до зазначених в 1.5, прийняті наступні визначення і пояснення:

**3.4.1.1 Межа заповнення (FL)** — максимальний об'єм рідини у вантажній ємкості відносно об'єму вантажної ємкості, коли рідий вантаж досягає стандартної температури.

**3.4.1.2 Межа завантаження (LL)** — максимальний допустимий об'єм рідини у вантажній ємкості відносно об'єму вантажної ємкості, до якого вантажна ємкість може бути заповнена.

**3.4.1.3 Стандарна температура** — лише для цілей цього підрозділу:

**.1** температура, відповідна тиску пари вантажу, на який відрегульований підрив запобіжних клапанів (КСТ), якщо відсутні регулювання/контроль температури/тиску пари вантажу, згідно з розд. 4;

**.2** температура вантажу після закінчення завантаження, в процесі транспортування або вивантаження, дивлячись по тому, яка вища, якщо передбачене регулювання/контроль температури/тиску пари вантажу, зазначені в розділі 4.

Якщо така температура досягається у вантажній ємкості при її повному заповненні раніше, ніж вантаж досягне температури, відповідної тиску пари вантажу, на який відрегульований підрив КСТ, згідно з вимогами 3.3.2, повинна бути встановлена додаткова система запобіжних клапанів згідно з вимогами 3.3.3.

**3.4.1.4 Розрахункова температура навколишнього середовища для необмеженого району плавання** — температура забортної води 32 °С і температура повітря 45 °С.

Можуть бути прийняті більше низькі значення цих температур для суден, які експлуатуються в межах обмежених районів або які здійснюють рейси обмеженої тривалості, і в цих випадках може бути врахована будь-яка ізоляція вантажних ємкостей. І навпаки, можуть вимагатися більше високі значення цих температур для суден, які постійно експлуатуються в районах з підвищеними температурами навколишнього середовища.

**3.4.2** Максимальна межа заповнення вантажних ємкостей повинна визначатися таким чином, щоб простір, який займає пара вантажу, мав при стандартній температурі об'єм, який дозволяє:

**.1** розташувати прилади, такі як пристрої виміру рівня і температури;

**.2** забезпечити об'ємне розширення вантажу в діапазоні між розрахунковим тиском і тиском максимального відкривання КСТ, зазначеним в 3.3.4;

.3 забезпечити експлуатаційний запас, який виключає переповнення, з урахуванням об'єму рідини, яка надходить у вантажні ємкості після закінчення завантаження з урахуванням 3.2.4 та для спрацювання клапанів аварійного відключення.

**3.4.3** Базовим значенням для межі заповнення ( $FL$ ) вантажних ємкостей є 98% при стандартній температурі, зазначеній в 3.4.1.3.

Виятки із зазначеного вище можливі за умови виконання вимог 3.4.4.

**3.4.4** Може бути дозволена межа заповнення, яка перевищує 98 %, в умовах крену і диференту, зазначених в 3.3.2.10, при дотриманні наступних умов:

.1 конструкція вантажної ємкості виключає виникнення ізольованих кишень, заповнених паром вантажу;

.2 вхідний отвір запобіжних клапанів завжди залишається в зайнятому паром просторі;

.3 забезпечені/враховані:

- запас для об'ємного розширення рідкого вантажу внаслідок збільшення тиску від MARVS до тиску повного відкривання, відповідного пропускній здатності, зазначеній в 3.3.4;

- експлуатаційний запас, який становить як мінімум 0,1 % об'єму місткості;

- розташування і точність вимірювальних приладів, таких як пристрої виміру рівня і температури;

.4 незважаючи на виконання 3.4.4.1 — 3.4.4.3 межа заповнення вантажної ємкості при розрахунковій температурі, понад 99,5 % не допускається.

**3.4.5** Максимальна межа заповнення ( $LL$ ), до якої вантажна ємкість може бути заповнена визначається по формулі

$$LL=FL \cdot \rho_R / \rho_L, \quad (3.4.5)$$

де:

$LL$  — виражена у % межа заповнення, яка рівна максимальному допустимому об'єму рідкого вантажу, віднесеному до об'єму місткості, до якої вантажна ємкість може бути завантажена;

$FL$  — виражена у % межа заповнення, яка рівна максимальному об'єму рідини у вантажній ємкості відносно загального об'єму ємкості згідно з положеннями 3.4.3 чи 3.4.4, коли рідкий вантаж досягне стандартної температури, зазначеної в 3.4.1.3;

$\rho_R$  — відносна щільність вантажу при стандартній температурі та при тиску заповнення;

$\rho_L$  — відносна щільність вантажу при температурі та при тиску заповнення.

**3.4.6** За погодженням з Регістром допускається заповнення вантажних ємкостей типу С відповідно з формулою, наведеною в 3.4.5,

де: як  $\rho_R$  —приймається відносна щільність вантажу при найвищій температурі, яку може досягти вантаж після закінчення завантаження, під час перевезення або при розвантаженні, за умов розрахункових зовнішніх температур, зазначених в 3.4.1.4.

Вимоги цього пункту не застосовуються до продуктів, для перевезення яких необхідне судно типу **1G**.

**3.4.7** На судні повинний бути документ (перелік), який зазначає максимальні допустимі межі заповнення для кожної вантажної ємкості і для кожного вантажу, який перевозиться, при температурах, можливих в умовах завантаження, а також указані тиски підриву КСТ, на які установлені запобіжні клапани, включаючи необхідні згідно з 3.3.3.

Перелік повинний бути схвалений Регістром і зберігатися на судні.

### **3.5 СИСТЕМА РЕГАЗИФІКАЦІЇ**

**3.5.1** Одиначна відмова в системі регазифікації не повинна приводити до критичної ситуації.

Система повинна забезпечувати два рівні захисту, щоб запобігти або звести до мінімуму наслідки відмови устаткування в системі регазифікації.

Ці засоби захисту повинні бути незалежні один від одного і від засобів керування, використовуваних при нормальній роботі.

**3.5.2** Нагрівання і випаровування вантажу може бути організоване як шляхом прямого, так і непрямого нагрівання.

Повинні бути передбачені засоби для виявлення газу в теплоносії і для запобігання надлишкового тиску в системі.

У випадку, якщо середовище, що гріє, використовуване для випару або підігріву ЗПГ, вертається за межі вантажної зони, у системі слід передбачити дегазаційну ємкість, розташовану у вантажній зоні, у яку повинне спочатку надходити середовище, що гріє.

У дегазаційній ємкості повинні бути передбачені засоби для виявлення газу і подачі відповідного сигналу тривоги.

Вихідний вентиляційний отвір повітряної труби зазначеної ємкості повинний бути розташований в безпечному місці і обладнаний полум'япереривником.

**3.5.3** Повинні бути засоби захисту випарників від замерзання теплоносія.

#### **3.5.4 Система відключення регазифікації (СВР).**

**3.5.4.1** СВР повинна бути передбачена для випадку збою або порушення процесу.

Ініціація спрацювання системи повинна бути від системи моніторингу, ручних кнопок і приладів дистанційного керування.

Мінімальні вимоги по автоматизації процесу регазифікації наведені в табл. 3.5.4.

При активації СВР повинна:

зупинити насос підвищення тиску;

закрити запірні клапани на відповідній установці регазифікації.

Для функцій керування і відключення повинні бути передбачені незалежні датчики.

Система керування повинна бути розроблена так, щоб одиничний збій не приводив до небезпечної ситуації.

Таблиця 3.5.4 Мінімальні вимоги по автоматизації процесу регазифікації

Контрольований параметр	Сигналізація	Відключення	Примітки
1	2	3	—
Тиск у всмоктувальному колекторі	H/L	—	—
Рівень у всмоктувальному колекторі	L	LL	СВР
Температура нагрівного середовища на вході у випарник	L	LL	СВР
Тиск нагрівного середовища на вході у випарник	L	LL	СВР
Температура нагрівного середовища на виході з випарника	L	LL	СВР
Тиск ЗПГ на вході у випарник	H/L	—	—
Температура газу на виході з випарника	L	LL	СВР
Тиск газу на виході з випарнику	H/L	—	—
Тиск свіжої пари в теплообмінному апараті	L	—	Якщо пара не є безпосереднім нагрівальним середовищем
Температура конденсату на виході з теплообмінного апарата	H/L	—	Якщо пара не є безпосереднім нагрівальним середовищем
Переливний/розширювальний танк в контурі гліколя	H	HH	Якщо є гліколевий контур нагрівання
Рідинний колектор	H/L	—	Якщо є пропановий контур нагрівання
Підготовка газу до вивантаження, контроль потоку газу	X	X	—
Втрата подачі живлення до системи керування і контролю	X	X	—
Тиск газу вивантаження	H/L	LL	СВР
Температура газу вивантаження	L	LL	СВР
Виявлення витікань пари СПГ в системі нагрівання	X	—	Газоаналізатор для парових і гліколевих систем, датчик тиску для пропану
Спрацювання суднової системи аварійної зупинки	—	X	СВР
Перед від'єднанням; забезпечення скидання і закінчення продувки	—	X	Заборона на від'єднання до зняття тиску
Виявлення газу в установці регазифікації	X	—	—
Пожежа в зоні установки регазифікації (спрацювання пожежних датчиків)	X	X	ESD і скидання тиску і відведення ЗПГ

**3.5.4.2** Якщо вхідний сигнал від будь-якого параметру, зазначеного в табл. 3.5.4, буде втрачений, то негайно повинна бути активована СВР для зупинки роботи системи регазифікації.

Але при дублюванні датчиків автоматичне активування СВР може не передбачатися, якщо один з датчиків продовжує роботу.

### **3.5.5 Система аварійного відключення.**

**3.5.5.1** Вимоги до системи аварійного відключення (ESD), наведені в 3.2.13 і розд. 5, повинні бути застосовані для системи регазифікації.

**3.5.5.2** На додаток до того, що зазначене в 3.2.13 і розд. 5, повинна бути передбачена активація системи ESD за допомогою ручних вимикачів і плавких елементів/датчиків пожежі, розташованих на шляху до пристроїв регазифікації.

Система ESD повинна активувати:

- зупинку заглибних вантажних насосів у вантажних ємкостях;
- закривання клапану видачі газу;
- закривання клапанів вантажного маніфольду.

### **3.5.6 Система скидання тиску.**

**3.5.6.1** Система скидання тиску повинна бути влаштована таким чином, щоб усі частини установки регазифікації, які містять більше 400 кг вуглеводнів, були пов'язані з газовідвідною системою через запобіжний пристрій.

Система повинна забезпечувати безпечне збирання і видалення вуглеводнів під час звичайних операцій і під час надзвичайних ситуацій.

**3.5.6.2** Частини системи скидання тиску, які містять значну кількість енергії, повинні бути розвантажені в аварійній ситуації.

Зниження тиску повинне бути достатнім для забезпечення відсутності розриву у випадку зовнішнього джерела тепла від пожежі.

Пружинні запобіжні клапани при відмові повинні приходити у відкрите положення.

Повинна бути передбачена можливість активувати систему скидання тиску вручну з пульта керування, на додаток до автоматичних дій, ініційованих через систему виявлення пожежі.

### **3.5.7 Запобіжні клапани системи регазифікації.**

**3.5.7.1** Якщо на судні передбачений усмоктувальний колектор, призначений для подачі ЗПГ до бустерного насосу високого тиску, то на ньому повинен бути передбачений запобіжний клапан, розрахований на вплив пожежі при закритті відливого патрубку бустерного насосу.

**3.5.7.2** Запобіжні клапани скидання тиску повинні встановлюватися в тих ділянках трубопроводів, у яких ЗПГ може залишитися в замкненому обсязі.

**3.5.7.3** У випадку перепуску ЗПГ із системи регазифікації у вантажні ємкості, можливість скидання ЗПГ або газу високого тиску у регазифікації у вантажні ємкості повинна бути підтверджена розрахунками.

**3.5.8 Газовідвідна система.**

**3.5.8.1** Газовідвідна система від системи регазифікації повинна запобігати можливості відведення потоку рідини через вентиляційну щоглу.

Як правило, для цих цілей повинен бути передбачений спеціальний колектор-сепаратор між запобіжними клапанами і вентиляційною щоглою.

Колектор-сепаратор повинен бути обладнаний сигналізацією по верхньому рівню.

Як альтернатива повинен бути проведений розрахунок, що показує достатню пропускну здатність газовідвідної системи для того, щоб уникнути будь-якого скидання рідкої фази.

Якщо частина регазифікаційної установки містить ЗПП під високим тиском, а частина містить газ під високим тиском, то запобіжні клапани повинні бути передбачені для обох фаз.

**3.5.8.2** Якщо передбачається можливість видалення газу за допомогою його спалювання у факелі пропускну здатність газовідвідної системи повинна бути оцінена відповідно зі стандартом API RP 521, і це повинно забезпечувати рівень теплової радіації в прийнятних межах.

## 4 РЕГУЛЮВАННЯ ТИСКУ І ТЕМПЕРАТУРИ ВАНТАЖУ

### 4.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

**4.1.1** В цьому розділі прийняті наступні визначення та пояснення (додатково до наведених в 1.5 цієї частини):

*Метод термічного окиснення* — метод, що передбачає систему, у якій газ, що випарувався, використовується як паливо для використання на судні, або систему утилізації тепла, до якої застосовуються положення розділу 16 Кодексу, або систему, що не використовує газ як паливо, що відповідає цьому Кодексу.

*Регулювання тиску і температури вантажу*— підтримання тиску і температури вантажу у вантажних ємкостях в межах розрахункових значень вантажоутримуючої системи і/або згідно з вимогами до перевезення вантажу.

*Установка для спалювання газу (УСГ)* — засіб утилізації надлишкової пари вантажу шляхом термічного окиснення ( Gas combustion unit (GCU)).

#### 4.1.2 Методи регулювання.

**4.1.2.1** За винятком вантажних ємкостей, розрахованих на повний надлишковий тиск пари вантажу в умовах максимальної температури навколишнього середовища, тиск і температура у вантажній ємкості повинні постійно підтримуватися в діапазоні розрахункових значень шляхом використання одного(єї) із зазначених методів (систем) або їхньої комбінації, зазначених нижче:

**.1** зворотне зрідження (reliefaction) пари вантажу — метод (система) регулювання тиску у вантажних ємкостях згідно з положеннями, зазначеними в 4.1.3;

**.2** термічне окиснення пари вантажу — метод (система) регулювання/підтримання тиску і температури у вантажних ємкостях шляхом термічного окиснення пари вантажу згідно з положеннями, зазначеними в 4.1.4;

**.3** акумулювання тиску— метод (система), що допускає підігрів вантажу і підвищення тиску.

Термічна ізоляція вантажоутримуючої системи, розрахунковий тиск вантажної ємкості або те та друге разом повинні володіти належним резервом щодо часу реагування і відповідних температур.

Додаткової системи регулювання тиску і температури не вимагається.

Така система є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром;

**.4** охолодження рідкого вантажу — метод (система) регулювання тиску у вантажних ємкостях шляхом охолодження рідкого вантажу, що перевозиться наливам, холодоагентом, який циркулює через спіралевидні контури, розташовані або всередині вантажної ємкості, або на зовнішній поверхні вантажної ємкості.

**4.1.2.2** Для деяких особливо небезпечних вантажів, коли це обумовлене положеннями частини X «Особливі вимоги», повинна бути передбачена здатність вантажоутримуючої системи витримати повний тиск пари вантажу в умовах максимальних розрахункових температур навколишнього середовища незалежно від будь-якої іншої наявної системи регулювання тиску і температури.



**4.1.2.3** Регулювання/підтримання тиску і температури у вантажних ємкостях шляхом відведення пари вантажу в атмосферу не допускається.

На додаток до зазначених в 4.1.2.1 засобів регулювання/підтримання тиску Регістр може передбачити/дозволити регулювання параметрів деяких вантажів шляхом видалення пари вантажу в атмосферу при знаходженні судна в морі.

Таке регулювання параметрів вантажу може бути виконане в порту при отриманні спеціального дозволу.

#### **4.1.2.4 Поділ вантажів.**

**.1** При одночасному перевезенні двох чи більше вантажів, які можуть вступити в небезпечну хімічну реакцію, для кожного із вантажів повинні бути передбачені ізольовані системи (див. 1.2 частини I «Класифікація»), кожна із яких повинна відповідати критеріям, зазначеним в 4.1.6.

**.2** Для випадку одночасного перевезення двох чи більше вантажів, які не реагують один з іншим, але для яких внаслідок якості їхньої пари вимагаються ізольовані системи, їхнє розділення може бути забезпечене за допомогою відсічних клапанів.

#### **4.1.3 Зворотне зрідження (reliquefaction) пари вантажу.**

**4.1.3.1** Система зворотного зрідження повинна бути улаштована за допомогою одного із зазначених способів:

**.1** система прямої дії, в якій вантаж, що випарувався, зазнає стиснення, конденсації і повертається у вантажні ємкості;

**.2** система непрямої дії, в якій вантаж або вантаж, що випарувався, охолоджується або конденсується холодоагентом без стиснення;

**.3** комбінована система, в якій вантаж, що випарувався, стискується і конденсується в теплообміннику вантажу або холодоагенту і повертається у вантажні ємкості;

**.4** якщо система зворотного зрідження під час операцій з регулювання тиску в межах розрахункових вимог продукує відходи, які містять метан, такі газові відходи повинні утилізуватися без відведення їх в атмосферу.

Примітка: застосування систем зворотного зрідження повинне бути погоджене із вимогами щодо перевезеного вантажу, враховуючи положення частини X «Особливі вимоги», або судновласника.

**4.1.3.2** Система(и) охолодження, яка(і) використовується при застосуванні регулювання тиску/температури у вантажних ємкостях методом (системою) зворотного зрідження (reliquefaction) пари вантажу з використанням спеціальних рефрижераторних установок, повинна відповідати вимогам 4.2.

#### **4.1.4 Термічне окиснення пари вантажу.**

**4.1.4.1** Підтримання тиску і температури у вантажних ємкостях шляхом термічного окиснення пари вантажу дозволяється тільки для вантажів ЗПГ.

В загальному випадку:

**.1** установки системи термічного окиснення не повинні робити видимого полум'я і повинні підтримувати температуру у вертикальному вихідному каналі нижче 535 °С;

**.2** установки системи термічного окиснення повинні розташовуватися в приміщенні (ях), які відповідають положенням 4.3.3, а системи подачі палива відповідати вимогам 4.3.4; та

**.3** якщо газові відходи, доставлені будь-якою іншою системою, підлягають спалюванню, система термічного окиснення повинна мати таку конструкцію, щоб було можливим обробляти всі можливі варіанти складу газів, що надходять.

**4.1.4.2** Системи термічного окиснення повинні відповідати наступному:

**.1** кожна система термічного окиснення повинна мати окремий вертикальний вихідний канал;

**.2** кожна система термічного окиснення повинна мати власну систему примусової тяги; та

**.3** камери згоряння та вертикальні вихідні канали систем термічного окиснення повинні мати конструкцію, яка запобігає будь-якому накопиченню газу.

**4.1.4.3** Пальники повинні мати таку конструкцію, щоб підтримувати стійке горіння за всіх розрахункових умов згоряння.

**4.1.4.4** Безпека.

**.1** повинні бути передбачені та установлені відповідні пристрої подачі газу, функціонуючі лише у випадку установлення і підтримання задовільного запалювання.

**.2** Кожна система термічного окиснення повинна мати можливість ручного припинення подачі газу з місця, до якого забезпечений безпечний доступ.

**.3** повинні бути передбачені засоби автоматичного продування трубопроводу подачі газу інертним газом до пальників після припинення роботи пальників.

**.4** У випадку відмови запалення усіх працюючих пальників для спалювання газу або нафти чи їхньої суміші камери згоряння системи термічного окиснення до відновлення запалювання повинні бути автоматично продуті.

**4.1.4.5** Системи термічного окиснення повинні передбачати безпечні способи утилізації пари вантажу, які можуть бути наступними:

**.1** використання її як палива в головних і допоміжних котлах з устаткуванням скидання пари, в головних і допоміжних двигунах, з устаткуванням утилізації надлишкової електроенергії.

Така(і) система(и) може використовуватися постійно, включаючи час стоянки в порту і маневрування, за умови, що передбачені схвалені Регістром засоби для безпечної утилізації надлишкової енергії;

**.2** спалювання в генераторі інертного газу;

**.3** спалювання в установці спалювання газу (УСГ).

**4.1.5** На судні повинне бути передбачене використання не менше двох установок регулювання тиску і температури вантажу, які могли б бути задіяні при будь-якому режимі експлуатації судна.

Продуктивність кожної задіяної на судні системи повинна відповідати максимально можливій в нормальній експлуатації інтенсивності випару вантажу із усіх вантажних ємкостей при максимальній розрахунковій температурі навколишнього середовища, зазначеній в 4.1.6, і тиску у вантажній ємкості не вище MARVS.

**4.1.6** При звичайній експлуатації максимальна розрахункова температура навколишнього середовища повинна прийматися рівною 32 °C для морської води і 45 °C для повітря.

При експлуатації в особливо жарких і холодних зонах ці температури можуть бути змінені за узгодженням з Регістром.

**4.1.7** виготовлення, установлення і випробування систем, перерахованих в 4.1.2.1, повинне бути схвалене Регістром.

Матеріали, використані для виготовлення цих систем, повинні бути придатні для вантажів, призначених до перевезення.

Системи повинні бути придатні для експлуатації в умовах, зазначених в 4.1.6.

#### **4.1.8 Системи регулювання/підтримання тиску і температури у вантажоутримуючих системах/вантажних ємкостях.**

**4.1.8.1** У випадку одичної відмови механічного елемента, який не є статичним, або елемента систем регулювання/підтримання тиск і температура у вантажоутримуючих системах/вантажних ємкостях повинні підтримуватися в діапазоні їхніх розрахункових значень без впливу на їхні основні функції.

**4.1.8.2** Системи трубопроводів не повинні вимагати резервування.

**4.1.8.3** Теплообмінники, необхідні виключно для регулювання/підтримання тиску і температури у вантажоутримуючих системах/вантажних ємкостях в діапазоні їхніх розрахункових значень, повинні мати резервний теплообмінник, за винятком ситуації, коли їхня продуктивність більше ніж на 25% перевищує найбільшу потрібну продуктивність, необхідну для регулювання тиску, і якщо вони можуть бути відремонтовані на судні без залучення зовнішніх ресурсів.

Якщо передбачений додатковий засіб регулювання/підтримання тиску і температури, який не залежить лише від теплообмінника, то резервний теплообмінник не потрібний.

**4.1.8.4** Для будь-якого агента нагрівання або охолодження вантажу повинна бути передбачена можливість виявлення протікань токсичних або займистих парів в зону, безпечну в інших відношеннях, або за борт відповідно з розд. 6 частини VIII «Контрольно-вимірювальні пристрої і системи автоматизації».

Будь-який вихідний отвір такого пристрою виявлення протікань повинний знаходитися в безпечному місці і бути обладнаний полум'ягасником.

## **4.2 СИСТЕМА ОХОЛОДЖЕННЯ**

**4.2.1** Система(и) охолодження, яка(і) використовується при регулюванні тиску/температури у вантажних ємкостях методом (системою) зворотного зрідження (reliequfaction) пари вантажу (див. 4.1.2.1.1) та безпосереднього охоло-

дження рідкого вантажу, що перевозиться наливом, у вантажних ємкостях (див. 4.1.2.1.4), повинна відповідати наступним положенням.

**.1** Система охолодження повинна складатися з однієї або декількох установок, здатних підтримувати необхідні тиск і температуру вантажу при максимальній розрахунковій температурі навколишнього середовища (див. 4.1.6).

**.2** Крім основної повинна передбачатися резервна установка (установки) системи охолодження холодопродуктивністю не менше продуктивності найбільшої установки.

Резервна установка повинна включати компресор із приводним двигуном, систему керування і всю необхідну арматури для забезпечення роботи незалежно від звичайних установок.

**.3** Повинен бути передбачений резервний теплообмінний апарат, якщо основний теплообмінний апарат установки не має надлишкової поверхні теплообміну, рівної принаймні 25 % найбільшої необхідної.

Для резервного теплообмінного апарату незалежні трубопроводи не обов'язкові.

Якщо поряд із системою охолодження передбачаються інші засоби регулювання тиску і температури вантажу, резервування установки є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром.

**4.2.2** Система(и) охолодження, яка(і) використовується при регулюванні тиску/температури у вантажних ємкостях методом (системою) зворотного зрідження пари вантажу (див. 4.1.2.1.1) повинна(і) забезпечувати виконання вимог 4.1.3.1.

Застосування інших систем охолодження є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром.

**4.2.3** При одночасному перевезенні двох і більше охолоджених вантажів, які можуть вступити в небезпечну хімічну реакцію, системи охолодження є предметом спеціального розгляду з метою запобігання можливості змішування цих вантажів.

Під час перевезення цих вантажів для кожного вантажу повинні бути передбачені окремі холодильні системи з резервними установками, як зазначено в 4.2.1, проте, якщо охолодження здійснюється за допомогою системи непрямого охолодження або комбінованої і витік у теплообміннику не приведе до змішування вантажів, роздільні холодильні установки не потрібні.

**4.2.4** При одночасному перевезенні двох і більше охолоджених вантажів, які взаємно нерозчинні в умовах перевезення, але при змішуванні виділяють пари, що створюють додатковий тиск, системи охолодження є предметом спеціального розгляду з метою запобігання можливості змішування цих вантажів.

**4.2.5** Якщо в системі охолодження використовується забортна вода, повинен бути передбачений окремий насос забортної води, призначений винятково для обслуговування цієї системи.

Цей насос повинен мати приймання забортної води від двох кінгстонів, розташованих по різних бортах.

Повинен бути передбачений резервний насос такої ж подачі, як і основний; при цьому приймання забортної води також слід передбачати від двох кінгстонів.

Як резервний може бути використаний насос, призначений для інших цілей, достатньої подачі і напору, якщо його застосування як охолодного насосу не буде перешкоджати використанню по прямому призначенню.

**4.2.6** Усі первинні і вторинні холодильні агенти повинні бути сумісні один з одним, а також з вантажем, з яким вони можуть увійти в контакт.

Теплообмін може здійснюватися поза вантажною ємкістю або за допомогою охолодного змішувача, встановленого усередині або зовні вантажної ємкості.

### **4.3 СИСТЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ ВАНТАЖУ, ЩО ВИПАРУВАВСЯ**

**4.3.1** Якщо на судні не передбачені інші способи зниження тиску, повинне бути передбачене обов'язкове 100 % резервування установок спалювання газу (УСГ), кожна з яких розрахована на максимально можливу в нормальній експлуатації інтенсивність випаровування вантажу.

Допускається наявність на судні трьох УСГ, продуктивністю кожної не менше 50 % максимально можливої в нормальній експлуатації інтенсивності випаровування вантажу.

При наявності на судні однієї установки повторного зрідження досить однієї УСГ, розрахованої на максимально можливу в нормальній експлуатації інтенсивність випаровування вантажу.

**4.3.2** Як альтернатива резервуванню агрегату УСГ може бути допущене резервування в одному агрегаті УСГ усіх його основних компонентів:

- вентилятора повітря для горіння;
- вентилятора повітря розбавлення і охолодження;
- запальної свічі;
- електроіскрового пристрою розпалу;
- системи безперервного контролю горіння;
- системи контролю і керування.

**4.3.3** Не допускається розміщення УСГ у загальному машинному приміщенні.

Якщо УСГ розташована в закритому приміщенні, то це приміщення:

- .1** розглядається як машинне приміщення категорії А;
- .2** повинне бути обладнане штучною автономною вентиляцією, що забезпечує не менше 30 повітряобмінів за годину виходячи із загального обсягу приміщення, яка використовує не менше двох вентиляторів, які забирають повітря з газобезпечних просторів;
- .3** приймальні отвори вентиляторів повинні бути обладнані пристроями, що перешкоджають потрапляння вологи і сторонніх предметів;
- .4** повинне бути обладнане системою виявлення газу згідно з 11.3.3.5.

**4.3.4** Підведення газу до УСГ повинне здійснюватися по відкритих частинах судна або відповідно до вимог розд. 11 (по подвійних трубопроводах — труба в трубі — або по трубах усередині спеціальних вентиляційних каналів).

**4.3.5** На системі підведення газу перед входом трубопроводу в приміщення, де розташована УСГ, повинен бути передбачений головний газовий клапан, а в системі передбачені клапани згідно до 11.3.3.

**4.3.6** Температура газів, що відходять після утилізації в УСГ, повинна бути не менше ніж на 50 °С нижче температури самозапалювання перевезеного вантажу.

При утилізації таким способом пари ЗПГ температура газів, що відходять, повинна бути не більше 535°С.

**4.3.7** Камера згоряння УСГ повинна бути спроектована таким чином, щоб при будь-яких режимах експлуатації розміри факела не виходили за її габарити.

Температура зовнішніх поверхонь корпусу УСГ в експлуатації повинна залишатися нижче 220 °С навіть при відключенні вентилятора повітря розбавлення.

**4.3.8** Газ повинен підводитися до УСГ із температурою і тиском, що допускаються для роботи топкового пристрою.

Тиск газу в трубопроводі не повинний бути більше 1,0 МПа.

Компресори, посудини під тиском і теплообмінні апарати, що використовуються в пристроях підготовки газу до горіння, повинні відповідати вимогам відповідних частин Правил МС.

**4.3.9** Електродвигуни вентиляторів повітря для горіння, розбавлення і охолодження, а також системи вентиляції приміщення повинні розташовуватися в газобезпечному просторі.

**4.3.10** Система керування горінням УСГ повинна працювати автоматично і допускати ручне керування з місцевого поста.

**4.3.11** Топковий пристрій УСГ повинний бути обладнаний двома приладами контролю наявності факелу, при спрацюванні яких подача газу повинна автоматично припинитися.

Топковий пристрій УСГ повинний перешкоджати повторній подачі газу для горіння до закінчення провітрювання топки.

**4.3.12** Топковий пристрій УСГ повинний бути обладнаний запальною свічею або електроіскровим пристроєм розпалу.

Запальна свіча для безперервного горіння повинна використовувати рідке паливо, що відповідає вимогам 1.1.2 частини VII «Механічні установки» Правил МС.

Трубопровід подачі рідкого палива для запальної свічі повинен відповідати вимогам 13.2 частини VIII «Системи і трубопроводи» Правил МС.

Запальна свіча повинна бути обладнана приладом контролю наявності горіння, при наявності сигналу про відсутність горіння подача палива до запальної свічі повинна припинитися автоматично.

**4.3.13** Система керування горінням УСГ повинна автоматично припинити подачу газу для горіння у випадку:

припинення подачі повітря на горіння (відключення вентилятора або падіння тиску повітря горіння);

зриву факелу;  
втрати електроживлення;  
спрацювання системи виявлення газу в приміщенні УСГ;  
спрацювання системи виявлення газу у вентиляційному каналі підведення газового палива;

втрати тиску азоту в міжтрубному просторі труб підведення газу або втрати тиску повітря в каналі вентиляції труб підведення газу;

підвищення температури газів, що відходять, вище зазначеної в 4.3.7;

зниження температури газу нижче допустимої для нормальної роботи топкового пристрою;

пожежі в приміщенні УСГ.

**4.3.14** Система керування горінням УСГ повинна перешкоджати подачі газу для горіння у випадку:

відсутності сигналу про роботу запальної свічі або електроіскрового пристрою розпалу;

нештатного припинення провітрювання топки.

## 5 СИСТЕМА АВАРІЙНОГО ВІДКЛЮЧЕННЯ (ESD) ОПЕРАЦІЙ З ВАНТАЖЕМ

### 5.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

**5.1.1** Повинна бути передбачена система аварійного відключення операцій з вантажем, що припиняє витікання вантажу у випадку надзвичайної ситуації, або в межах судна, або у випадку передачі вантажу на інше судно або на берег.

Конструкція системи ESD повинна запобігати можливому розвитку стрибків тиску (гідравлічних ударів) у трубопроводах для передачі вантажу.

**5.1.2** Допоміжні системи для підготовки вантажу, у яких використовуються токсичні або займісті рідини або пара, повинні розглядатися для цілей системи ESD як вантажні системи.

Немає необхідності включати у функції системи ESD системи охолодження непрямої дії, що використовують інертний засіб, наприклад, азот.

**5.1.3** Система ESD повинна приводитися в дію ручним способом і автоматично, як зазначено в переліку способів приведення системи в дію в табл. 5.3.3.

Будь-які інші способи приведення системи в дію повинні включатися в систему ESD лише за умови, що таке включення не знижує експлуатаційну готовність і надійність системи в цілому.

**5.1.4** Суднові системи ESD повинні мати у своєму складі лінію зв'язку «судно-берег» відповідно до визнаного стандарту<sup>1</sup>.

**5.1.5** На посту керування вантажними операціями і на ходовому містку повинні бути передбачені функціональні блок-схеми системи ESD і пов'язаних з нею систем.

### 5.2 ВИМОГИ ДО КЛАПАНІВ СИСТЕМИ ESD.

**5.2.1** Термін «клапан ESD» означає будь-який клапан, що працює в системі ESD.

**5.2.2** Клапани ESD повинні керуватися дистанційно, належати до типу відмовостійких у закритому стані (залишатися закритими у випадку втрати енергії, що приводить їх у дію), мати можливість місцевого закривання вручну і мати надійний пристрій вказівки стану клапана (закритий-відкритий).

Як альтернатива місцевому закриванню вручну клапану ESD повинен бути передбачений керований вручну відсічний клапан, розташований послідовно із клапаном ESD.

Ручний клапан повинен розташовуватися поруч із клапаном ESD.

Повинна бути передбачена можливість зберігати під контролем рідину, що залишилася в трубопроводі, у випадку закривання клапана ESD, коли ручний клапан також закритий.

---

<sup>1</sup> Див. ISO 28460:2010 «Нафтова і газова промисловість. Споруди і обладнання для зрідженого газу. Взаємодія судно-берег і портові операції».



**5.2.3** Клапани ESD у трубопроводах для рідини повинні закриватися повністю плавно протягом 30 с після одержання керуючого сигналу.

На судні повинна бути в наявності інформація про час спрацювання клапанів та їхніх експлуатаційних характеристиках, повинна бути можливість перевірити час закривання клапана, а також повторюваність.

**5.2.4** Час закривання аварійного клапана, зазначеного в 3.1 — 3.3 частини VIII «Контрольно-вимірювальні пристрої і системи автоматизації» (тобто час від одержання керуючого сигналу до повного закриття клапана) не повинний становити більше ніж

$$3600 U/LR, \text{ с}, \quad (5.2.4)$$

де:

$U$  — незаповнений обсяг танку, при яком подається сигнал, м<sup>3</sup>;

$LR$  — максимальна швидкість навантаження, погоджена між судном і береговим засобом, м<sup>3</sup>/год.

Швидкість навантаження повинна бути відрегульована з метою обмеження тиску, що виникає при гідравлічному ударі внаслідок закривання клапана, до прийнятного рівня з урахуванням вантажного шлангу або стендери, судових і берегових систем трубопроводів, якщо застосовне.

**5.2.5** На кожному зі сполучних патрубків маніфольду «судно-берег» і «судно-судно» повинен бути передбачено один клапан ESD.

Сполучні патрубки вантажного маніфольду, не використовувані для передачі вантажу, повинні бути закриті глухими фланцями, що витримують розрахунковий тиск системи трубопроводів.

**5.2.6** Якщо клапани вантажної системи (див. 3.2.5) є також клапанами ESD, то повинні застосовуватися вимоги цього підрозділу.

### 5.3 ОРГАНИ КЕРУВАННЯ СИСТЕМИ ESD.

**5.3.1** Система ESD повинна мати як мінімум можливість ручного керування з допомогою одного пульта на містку, а також або з поста керування, необхідного згідно з 1.3 частини VIII «Контрольно-вимірювальні пристрої і системи автоматизації», або з ПКВО, якщо є, і не менше ніж із двох місць у вантажній зоні.

**5.3.2** Система ESD повинна автоматично приводитися в дію при виявленні пожежі на відкритих палубах вантажної зони і/або в приміщеннях вантажних механізмів (див. 3.1.5.2 частини V «Протипожежний захист»).

Як мінімум, спосіб виявлення пожежі, прийнятий для відкритих палуб, повинен використовуватися для куполів вантажних танків, що містять простори з рідиною і парою, вантажних маніфольдів і районів, де регулярно проводиться демонтаж трубопроводів для рідини.

Виявлення може здійснюватися за допомогою плавких елементів, призначених для плавлення в діапазоні температур 98 — 104 °С, або за допомогою виявлення пожежі зонними методами.

**5.3.3** При приведенні в дію системи ESD вантажне устаткування, яке працює, повинне зупинитися відповідно до вказівок табл. 5.3.3 залежно від причини спрацювання.

Таблиця 5.3.3 Функціональний устрій системи ESD

Причина спрацювання системи ESD	Відключення обладнання							
	Насоси		Системи компресорів				Клапани	Лінії зв'язку
	Вантажні насоси/вантажні підкачувальні насоси	Насоси водорозпилення/зачисні насоси	Компресори повернення пари	Компресори газоподібного палива	Установка повторного зрідження, включаючи насоси для повернення конденсату, якщо є*	Установка спалення газу	Клапани систем ESD	Сигнал на судно/береговий зв'язок**
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Аварійні кнопки (див. 5.3.1)	√	√	√	1)	√	√	√	√
Виявлення пожежі на палубі або в компресорній*** (див. 5.3.2)	√	√	√	√	√	√	√	√
Високий рівень у вантажній ємкості (див. 3.2 і 3.3 частини VIII «Контрольно-вимірювальні пристрої і системи автоматизації»)	√	√	√	1), 2)	2), 3)	2)	4)	√
Сигнал по лінії зв'язку «судно-берег» (див. 5.1.4)	√	√	√	1)	3)	8)	√	8)
Відмова енергії приводу клапанів системи ESD****	√	√	√	1	3)	8)	√	√
Відмова основного джерела електроживлення	5)	5)	5)	5)	5)	5)	√	√
Відключення аварійної сигналізації по рівню (див. 3.6 частини VIII «Контрольно-вимірювальні пристрої і системи автоматизації»)	6)	6), 7)	√	2)	2)	2)	√	√

- 1) Якщо компресор газоподібного палива використовується для повернення пари на борт, він повинен бути включений в систему ESD при роботі в такому режимі.

*Закінчення табл. 5.3.3*

<sup>2)</sup> Ці види обладнання можуть не прийматися до уваги як устрої приведення в дію автоматичного відключення за умови, що входні отвори обладнання захищені від надходження в них рідкого вантажу.

<sup>3)</sup> Якщо компресори установки повторного скраплення використовуються для повернення пари/очищення берегового трубопроводу, вони повинні бути включені в систему ESD при роботі в такому режимі.

<sup>4)</sup> Датчики, наведені в 3.2 частини VIII «Контрольно-вимірювальні пристрої і системи автоматизації», можуть використовуватися для автоматичного закривання клапану заповнення вантажної ємкості для окремої вантажної ємкості, в якому встановлені датчики, як альтернатива закривання клапану ESD, указана в 5.2.5. Якщо прийнятий такий варіант, приведення в дію системи ESD повністю повинно виконуватися при спрацюванні датчиків високого рівня на всіх вантажних ємкостях, які підлягають завантаженню.

<sup>5)</sup> Ці види обладнання повинні бути сконструйовані таким чином, щоб не запускати після відновлення основного джерела електроживлення без підтвердження безпечного стану.

<sup>6)</sup> Система відключення, дозволена в 3.6 частини VIII «Контрольно-вимірювальні пристрої і системи автоматизації», може використовуватися в морі для запобігання хибних сигналів аварійно-попереджувальної сигналізації і відключень.

Якщо аварійно-попереджувальна сигналізація по рівню відключена, робота вантажних насосів і відкривання клапанів системи ESD маніфольдів повинна бути зупинена, за винятком випадків випробувань аварійно-попереджувальної сигналізації по високому рівню відповідно до 3.5.1 (див. 5.3.4).

<sup>7)</sup> Насоси водорозпилення або зачистні насоси, використовувані для подачі розпилювача, що витісняє, можуть бути виключені із системи ESD лише тоді, коли вони працюють в цьому режимі.

<sup>8)</sup> Не застосовне.

\*Якщо системи непрямого охолодження, які є частиною установки повторного зрідження, застосовують інертний засіб, такий як азот, немає необхідності їхнього включення у функції системи ESD.

\*\*Немає необхідності в індикації сигналом приведення в дію системи ESD.

\*\*\*Для цих цілей виявлення пожежі на палубі можуть використовуватися плавкі вставки, точковий електронний моніторинг температури або зональний спосіб виявлення пожежі.

\*\*\*\* Відмова гідравлічної, електричної або пневматичної енергії для приводу дистанційно керованих клапанів системи ESD.

√ — функціональна вимога.

**5.3.4** Система ESD повинна мати пристрій, що дозволяє здійснити випробування по високому рівню, необхідні згідно з 3.5, 3.6 частини VIII «Контрольно-вимірювальні пристрої і системи автоматизації» (див. також 12.2.2), безпечним і керованим способом.

Для цілей проведення випробувань можуть працювати вантажні насоси, тоді як система контролю переповнення може бути виведена в неробочий стан.

Процедури випробувань пристроїв аварійно-попереджувальної сигналізації за рівнем і переустановки системи ESD після завершення випробувань аварійно-

попереджувальної сигналізації по високому рівню повинні бути враховані в судовій експлуатаційній документації.

#### **5.4 ДОДАТКОВІ ВИПАДКИ ВІДКЛЮЧЕННЯ**

**5.4.1** Вимоги 3.3.6.2.1 про захист вантажних ємкостей від зовнішнього диференційного тиску можуть бути задоволені шляхом використання незалежного відключення по низькому тиску для приведення в дію системи ESD або, як мінімум, для зупинки будь-яких вантажних насосів або компресорів.

**5.4.2** Для зупинки роботи будь-яких вантажних насосів або компресорів може бути передбачена подача сигналу в систему ESD від системи контролю переповнення, необхідної згідно з 3.2 частини VIII «Контрольно-вимірювальні пристрої і системи автоматизації», під час виявлення високого рівня, оскільки спрацювання цієї аварійно-попереджувальної сигналізації може бути викликане ненавмисною внутрішньою передачею вантажу з однієї вантажної ємкості в іншу.

## **6 РЕГУЛЮВАННЯ СКЛАДУ СЕРЕДОВИЩА ВАНТАЖОУТРИМУЮЧОЇ СИСТЕМИ**

### **6.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ**

**6.1.1** Повинна бути забезпечена цілість вантажоутримуючої системи, щоб середовище у вантажоутримуючій системі і в трюмних приміщеннях постійно підтримувалося в безпечному стані.

#### **6.1.2 Регулювання складу середовища у вантажоутримуючій системі.**

**6.1.2.1** Повинна бути передбачена система трубопроводів, яка забезпечує дегазацію кожної вантажної ємкості і безпечного наповнення паром вантажу після дегазації.

Система повинна забезпечувати зведення до мінімуму утворення газових або повітряних кишень у вантажних ємкостях після заміни середовища.

**6.1.2.2** Для займистих вантажів система повинна виключати можливість утворення займистих сумішей у вантажних ємкостях на будь-якій стадії заміни середовища шляхом використання, як проміжної операції, агента інертизації.

**6.1.2.3** Системи трубопроводів і компонентів вантажоутримуючої системи, які можуть утримувати займисті вантажі, повинні відповідати вимогам, викладеним в 6.1.2.1 та 6.1.2.2.

**6.1.2.4** Для кожної вантажної ємкості і системи вантажних трубопроводів повинна бути передбачена достатня кількість місць добору проб газу для забезпечення контролю заміни середовища.

Патрубки для добору проб газу повинні бути обладнані одним клапаном над головною (відкритою) палубою, забезпеченим корком або фланцем для їхнього закривання (див. також 3.2.9).

У трубопроводі добору проб застосування різьбових і штуцерних з'єднань повинне бути зведене до мінімуму, а для трубопроводів із зовнішнім діаметром понад 25 мм — виключене.

Відкритий спосіб добору проб допускається тільки для вантажів, залишок проби яких допускається викидати в атмосферу. Для інших вантажів повинний бути передбачений пристрій безпечного повернення проб у вантажну ємкість.

**6.1.2.5** Інертний газ може подаватися від суднової установки, або з берегу.

### **6.2 РЕГУЛЮВАННЯ СКЛАДУ СЕРЕДОВИЩА ВСЕРЕДИНИ ТРЮМНИХ ПРИМІЩЕНЬ (ВАНТАЖОУТРИМУЮЧИХ СИСТЕМ)**

**6.2.1** Регулювання складу середовища вантажоутримуючих систем, інших ніж вкладні вантажні ємкості типу С.

**6.2.1.1** Якщо судно призначене для перевезення займистих вантажів, міжбар'єрні простори і трюмні приміщення, які примикають до вантажоутримуючих систем, що вимагають повного або часткового вторинного бар'єру, повинні бути інертизовані осушеним інертним газом.

Підтримання інертизованого середовища повинне проводитися від суднової установки, як генераторної або сховищ інертного газу, розрахованих на забезпечення нормальної витрати газу протягом не менше 30 діб.

**6.2.1.2** Міжбар'єрні простори і трюмні приміщення, які примикають до вантажоутримуючих систем, що вимагають часткового вторинного бар'єру, за винятком випадків, перерахованих в частині X «Спеціальні вимоги», допускається заповнювати сухим повітрям, якщо на судні є установка інертного газу або сховище інертного газу, достатні для інертизації найбільшого із цих просторів, за умови, що їхня конфігурація, система виявлення газу і продуктивність установки інертного газу забезпечують швидке виявлення витоку з вантажних ємкостей і їхню інертизацію раніше, ніж утворюється небезпечне середовище.

Повинне бути передбачене устаткування, що виробляє достатню кількість сухого повітря для задоволення передбачуваних споживачів.

**6.2.1.3** Якщо судно призначене для перевезення незаймистих вантажів в простори, зазначені в 6.2.1.1 та 6.2.1.2, може бути передбачена подача середовища у виді сухого повітря аб інертного газу.

**6.2.1.4** У вантажних ємкостях із внутрішньою ізоляцією міжбар'єрні простори, а також простори між вторинним бар'єром і внутрішнім корпусом або конструкцією вкладної ємкості, повністю заповнені ізоляцією, яка відповідає вимогам 9.3.4 частини IV «Вантажні ємкості», інертизації не вимагають.

## **6.2.2 Регулювання складу середовища в просторах, які оточують вкладні вантажні ємкості типу С.**

**6.2.2.1** Простори, що прилягають до вкладних вантажних ємкостей типу С, які не мають вторинного бар'єру, повинні бути інертизовані сухим інертним газом або заповнені сухим повітрям. Цей стан повинний підтримуватися від суднового генератора інертного газу, суднового сховища інертного газу, або за допомогою устаткування, що забезпечує подачу сухого повітря.

Якщо вантаж перевозиться при температурі оточуючого повітря, вимоги щодо сухого повітря чи інертного газу не застосовуються.

## **6.3 ІНЕРТИЗАЦІЯ**

**6.3.1** Система інертних газів повинна забезпечувати інертизацію міжбар'єрних просторів і трюмних приміщень судна, результатом якої повинно бути створене негорюче середовище.

Застосовуваний інертний газ повинен бути хімічно сумісним в умовах експлуатації з матеріалами конструкцій і з перевезеним вантажем при будь-яких можливих в експлуатації температурах у приміщеннях і у вантажі.

До розгляду повинні бути прийняті точки роси газів.

**6.3.2** Інертний газ, який використовується для цілей пожежогасіння, повинен зберігатися окремо і не повинен використовуватися при вантажних операціях.

**6.3.3** Якщо температура зберігання інертного газу нижче 0 °С як у рідкому стані, так і у стані пари, система зберігання і подачі повинна запобігати зниженню температури конструкцій судна нижче передбачених для них меж.

**6.3.4** Повинні бути передбачені пристрої, що запобігають прохід (протитік) пари вантажу в систему інертних газів.

Якщо судновий генератор інертного газу чи сховища інертного газу розташовуються в машинних або інших приміщеннях за межами вантажної зони, магістраль інертного газу у вантажній зоні повинна бути обладнана двома незворотними клапанами або рівноцінними пристроями, і крім того, у вантажній зоні магістраль інертного газу повинна бути обладнана знімною кінцевою ділянкою.

Коли система інертного газу не використовується, повинна бути можливість її від'єднання від вантажної системи у вантажній зоні, за винятком з'єднань з трюмними приміщеннями або міжбар'єрними просторами.

**6.3.5** Система інертних газів повинна бути такою, щоб кожне приміщення, що захищається, або простір був незалежним і регулювання тиску в них забезпечувалася відповідними пристроями і запобіжними клапанами.

**6.3.6** Якщо для функціонування системи виявлення витоків в ізолюючі простори безперервно надходить інертний газ, повинно бути передбачений засіб відслідковування за кількістю газу, що подається в окремі простори.

#### **6.4 ГЕНЕРУВАННЯ ІНЕРТНОГО ГАЗУ**

**6.4.1** Генератор повинен виробляти інертний газ, що містить не більше 5 % кисню за обсягом з урахуванням вимог частини X «Спеціальні вимоги».

На трубопроводі подачі інертного газу від генератору повинні бути встановлені прилади постійного контролю вмісту кисню із сигнальним пристроєм, що подають сигнал при перевищенні 5 % вмісту кисню за обсягом з урахуванням вимог частини X «Спеціальні вимоги».

**6.4.2** Система інертного газу повинна мати прилади контролю тиску інертного газу і пристрої по визначенню складу інертного газу застосовно до вантажного середовища.

**6.4.3** Приміщення, у яких розташовані генератори інертного газу, не повинні мати безпосереднього сполучення з житловими, службовими приміщеннями і постами керування.

Генератори можуть розташовуватися в машинних приміщеннях.

Магістраль інертного газу не повинна проходити через житлові, службові приміщення і пости керування.

**6.4.4** Генератори, що використовують відкрите полум'я для одержання інертного газу, не повинні розташовуватися у вантажній зоні.

Особливо може бути розглянуте питання щодо розміщення устаткування, яке виробляє інертний газ по методу каталітичного спалювання.

**6.4.5** Зріджений азот, використовуваний як інертний газ, і одержуваний за допомогою фракційної перегонки повітря, перед надходженням у сховище на судні повинен перевірятися на вміст слідів кисню, щоб запобігти збагаченню киснем газу, що йде на інертизацію.

## 7 ЗАГАЛЬНО-СУНОВІ СИСТЕМИ

### 7.1 ОСУШУВАЛЬНА І БАЛАСТНА СИСТЕМИ

**7.1.1** Якщо вантаж перевозиться у вантажних ємкостях, що не вимагають вторинного бар'єру, трюмні приміщення повинні бути постачені відповідними пристроями осушення.

Пристрої осушення повинні бути автономними і не повинні з'єднуватися з машинним приміщенням.

Повинні бути передбачені засоби виявлення протікань для таких приміщень.

**7.1.2** Якщо є вторинний бар'єр, повинні бути передбачені відповідні пристрої осушення для видалення будь-яких протікань у трюмні приміщення або в ізольовані простори через суміжні конструкції судна.

Усмоктувальний трубопровід не повинен приєднуватися до насосів, розташованих у машинному приміщенні.

Повинні бути передбачені засоби для виявлення протікань.

**7.1.3** Трюмні і міжбар'єрні приміщення на судах з вкладними вантажними ємкостями типу А повинні бути обладнані осушувальною системою для відкачування вантажу у випадку протікань або ушкодження вантажної ємкості.

Такі засоби осушення повинні передбачати повернення витоків вантажу у вантажні ємкості.

Осушувальна система повинна бути обладнана знімними ділянками.

**7.1.4** Повинні бути передбачені відповідні автономні пристрої для осушення насосних і компресорних приміщень.

**7.1.5** Для вантажних ємкостей із внутрішньою ізоляцією засоби виявлення витоків і осушувальна система можуть не передбачатися для міжбар'єрного простору і просторів між вторинним бар'єром і внутрішнім корпусом або конструкцією вкладної вантажної ємкості, які цілком заповнені ізоляційним матеріалом згідно з вимогами 9.3.4 частини IV «Вантажні ємкості».

**7.1.6** Баластні цистерни, включаючи проникні коробчасті кілі, які використовуються як трубопроводи для баласту, паливні цистерни і газобезпечні простори можуть бути з'єднані з насосами, розташованими в машинних приміщеннях.

Сухі коробчасті кілі, які використовуються для проходу трубопроводу для баласту, днищеві тунелі для трубопроводів можуть мати з'єднання з насосами, розташованими в машинних приміщеннях за умови, що з'єднуючі ділянки трубопроводів ведуть безпосередньо до насосів і відлив від насосів проводиться безпосередньо за борт, а на будь-якій із ліній, які можуть з'єднувати трубопроводи коробчастого кіля чи днищового тунелю з трубопроводами, які обслуговують газобезпечні приміщення, відсутні клапани або маніфольди.

Клапани осушувальних насосів не повинні триматися відкритими щодо сухих коробчастих кілів, які використовуються для проходу трубопроводу для баласту.



## **7.2 СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ У ВАНТАЖНІЙ ЗОНІ. ВЕНТИЛЯЦІЯ МАШИННИХ ПРИМІЩЕНЬ КАТЕГОРІЇ А.**

### **7.2.1 Вентиляція приміщень, що вимагають відвідування в процесі вантажних операцій.**

**7.2.1.1** Системи вентиляції приміщень, які захищені надлишковим тиском стосовно газонебезпечної зони на відкритій палубі чи оточуючих приміщень та просторів, повинні відповідати положенням стандарту МЕК 60092-502 «Електричні установки на судах — Танкери — Спеціальні властивості».

Зазначена вимога поширюється на підрозд. 7.2.2 та 7.2.3.

**7.2.1.2** Приміщення електродвигунів, вантажних насосів і компресорів, а також інші закриті приміщення, які містять устаткування для перекачування вантажу, і подібні приміщення, у яких здійснюється керування вантажними операціями, повинні обладнатися штучною вентиляцією, незалежною від інших систем вентиляції і керованою ззовні цих приміщень.

Повинні бути передбачені заходи для пуску системи вентиляції цих приміщень до входу в них обслуговуючого персоналу і приведення в дію устаткування; при цьому попереджувальний напис, що вимагає включення вентиляції, повинний бути розташований поблизу входу в ці приміщення.

**7.2.1.3** Приймальні і випускні отвори штучної вентиляції повинні бути розташовані таким чином, щоб забезпечити достатній приплив повітря в приміщення для запобігання скупчення займистих або токсичних парів вантажу і забезпечення безпечної робочої атмосфери.

Система вентиляції повинна забезпечувати не менше 30 обмінів повітря за годину виходячи із загального обсягу приміщення.

Як виключення для газобезпечних ПКВО допускається 8 обмінів повітря за годину.

**7.2.1.4** Системи вентиляції приміщень повинні бути стаціонарними.

Витяжні системи вентиляції повинні забезпечувати приймання повітря з верхніх і нижніх частин приміщення залежно від щільності пари перевезених вантажів.

**7.2.1.5** В приміщеннях електродвигунів, що приводять вантажні компресори і насоси, у приміщеннях генераторів інертного газу, у ПКВО, якщо вони розглядаються як газобезпечні, а також в інших газобезпечних просторах у межах вантажної зони вентиляція повинна бути припливною і забезпечувати надлишковий тиск у цих просторах.

**7.2.1.6** У вантажних компресорних і насосних приміщеннях і в ПКВО, якщо вони розглядаються як газонебезпечні, вентиляція повинна бути витяжною.

**7.2.1.7** Канали витяжної вентиляції з газонебезпечних просторів повинні забезпечувати видалення повітря до гори.

Випускні отвори повинні розташовуватися над вантажною палубою на висоті не менше 4 м і відстояти не менше ніж на 10 м у горизонтальному напрямку від приймальних каналів вентиляції і отворів у житлові та службові приміщення, пости керування та інші газобезпечні простори.

**7.2.1.8** Приймальні отвори системи вентиляції повинні бути розташовані таким чином, щоб можливість повернення небезпечної пари, що виходить із будь-якого випускного вентиляційного отвору, була зведена до мінімуму.

**7.2.1.9** Вентиляційні канали газонебезпечних просторів не повинні проходити через машинні, житлові і службові приміщення та пости керування, за винятком зазначених у розд. 10.

**7.2.1.10** Електродвигуни, що приводять вентилятори, повинні бути розташовані поза вентиляційними каналами, якщо передбачається перевезення займистих вантажів.

Вентилятори не повинні служити джерелом запалення пари вантажу у вентиляційному приміщенні і в системі вентиляції, що обслуговує це приміщення.

Вентилятори і вентиляційні канали для газонебезпечних просторів у місцях розташування вентиляторів повинні мати конструкцію, що виключає іскроутворення, яка відповідає вимогам 5.3.3 частини IX «Механізми» Правил МС.

**7.2.1.11** Для вентиляторів кожного типу, використовуваних у вантажних зонах, повинні бути передбачені запасні крильчатки разом з валом, підшипники і електродвигуни по 1 од. кожного типу.

**7.2.1.12** Зовнішні отвори вентиляційних каналів повинні мати захисні сітки із гніздами не більше 13 мм.

### **7.2.2 Вентиляція приміщень, звичайно не відвідуваних.**

**7.2.2.1** Трюмні приміщення, міжбар'єрні і порожні простори, кофердами, приміщення вантажних трубопроводів та інші, у яких можуть накопичуватися пари вантажу, повинні мати вентиляцію, що забезпечує безпечну атмосферу при необхідності відвідування цих приміщень.

Якщо для таких приміщень не передбачена стаціонарна система вентиляції, повинні бути передбачені схвалені Регістром переносні засоби штучної вентиляції.

При необхідності основний вентиляційний канал у трюмних приміщеннях і міжбар'єрних просторах повинен бути стаціонарним.

**7.2.2.2** Вентилятори і нагнітачі повинні відповідати вимогам 7.2.1.10 і не повинні перешкоджати доступу персоналу.

### **7.2.3 Вентиляція інших приміщень.**

**7.2.3.1** Приймальні отвори системи вентиляції не повинні бути звернені до вантажної зони. Вони повинні розміщатися на перегородці, не зверненій до вантажної зони, носових або кормових навантажувально-розвантажувальних пристроїв, і/або на бортових стінках надбудови на відстані  $L/25$ , але не менше 3 м від перегородки, зверненої до вантажної зони. Ця відстань може не перевищувати 5 м.

Повинно також бути ураховуване розташування приймальних отворів системи вентиляції відносно вантажних трубопроводів, газовідвідних труб, а також вихлопних труб пристроїв, що працюють на зрідженому газі.

Регістр може допустити відступ від зазначених вимог суден, які призначені для перевезення вантажів, що не яляють небезпеки відносно токсичності або займистості, а також для невеликих суден, на яких неможливо їхнє виконання.

**7.2.3.2** Усі приймальні та випускні отвори системи вентиляції та інші отвори в житлові і службові приміщення та пости керування повинні бути обладнані закриттями, що забезпечують газонепроникність.

У випадку перевезення токсичних продуктів, повинна бути передбачена можливість приведення в дію таких закриттів зсередини указаних приміщень.

Проте при цьому:

**.1** вимога про закривання зсередини може не застосовуватися до приміщень, які рідко відвідуються, таких як палубні комори, комори на баці, майстерні.

Вимога не застосовується до ПКВО, розташованих в межах вантажної зони;

**.2** при наявності централізованого керування закриттями із централізованого поста, керування цими закриттями зсередини захищених приміщень може не передбачатися;

**.3** вигородки двигунів, приміщення вантажних механізмів, відділення електроприводів і рульових машин, розглядаються як приміщення, які рідко відвідуються, що не підпадають під дію цього пункту, отже вимога про закривання пристроїв закриття зсередини не застосовується до цих просторів;

**.4** пристрої закриття повинні володіти достатнім ступенем герметичності.

Сталеві протипожежні засувки без герметичних ущільнень не можуть вважатися такими, які задовольняють вимоги щодо герметичності.

**7.2.3.3** Простір повітряного шлюзу повинний мати штучну припливну вентиляцію з газобезпечного простору для підтримання надлишкового тиску стосовно газонезбезпечної зони на відкритій палубі.

Вентиляція повинна забезпечувати не менше 30 обмінів повітря за годину.

**7.2.3.4** Для суден з установкою регазифікації приймальні вентиляційні отвори, які зазначені в 7.2.3.2, повинні мати пристрої для дистанційного закривання з ходового містка та із ПКВО.

**7.2.3.5** Вентиляція приміщень, де розташовані споживачі газу, повинна відповідати вимогам 11.2.1 і застосовним вимогам, які зазначені в 7.2.3.2.

#### **7.2.4 Вентиляція машинних приміщень категорії А.**

**7.2.4.1** Вимоги цього підрозділу доповнюють вимоги 12.5 частини VIII «Системи і трубопроводи» Правил МС.

**7.2.4.2** У машинних приміщеннях категорії А, у яких газ використовується як паливо, повинна бути передбачена автономна система примусової вентиляції, що забезпечує відсутність застійних зон.

**7.2.4.3** Вентиляція машинних приміщень категорії А і приміщень, де розташована суднова електростанція, або інші джерела енергії для забезпечення руху судна, повинна відповідати вимогам 3.2.8.3 Правил про вантажну марку морських суден, щодо розташування вентиляторів (приймальних отворів систем вентиляції).

На зазначену систему вентиляції не поширюються вимоги 7.2.3.2.

## **8 БОРТОВІ ОТВОРИ НИЖЧЕ ПАЛУБИ НАДВОДНОГО БОРТУ**

**8.1** Обладнання і керування клапанами, які встановлені на відливних забор-тних отворах трубопроводів, що йдуть із приміщень, розташованих нижче палу-би надводного борту, або із закритих надбудов і рубок, що перебувають на палу-бі надводного борту, повинні задовольняти вимогам 4.3.2 частини VIII «Системи і трубопроводи» Правил МС.

**8.2** Вибір клапанів визначається в такий спосіб.

**8.2.1** Відливні забортні отвори, як правило, повинні бути постачені одним автоматичним незворотним клапаном із засобами примусового закривання над палубою надводного борту.

**8.2.2** Там, де відстань по вертикалі від літньої вантажної ватерлінії до кінця відливного трубопроводу, розташованого усередині корпусу судна, перевищує 0,01L відливні забортні отвори повинні бути постачені двома автоматичними незворотними клапанами без примусових засобів закривання за умови, що клапан, розташований усередині корпусу судна, завжди доступний для огляду в умовах експлуатації судна.

## **9 ВАНТАЖНІ НАСОСНІ І КОМПРЕСОРНІ ВІДДІЛЕННЯ. ТУРЕЛЬНІ ВІДСІКИ.**

**9.1** Вантажні насосні і компресорні відділення (вантажні машинні примі-щення) повинні бути розташовані на відкритій палубі, за винятком випадків, спеціально схвалених Регістром, і перебувати в межах вантажної зони.

Вогнестійкість перегородок і палуб цих приміщень повинна відповідати ви-могам 2.4.2 частини VI «Протипожежний захист» Правил МС, пропонуваним до насосних приміщень.

**9.2** Якщо вантажні насоси і компресори приводяться в рух валопроводами, що проходять через перегородку або палубу, у місцях проходу через перегородку або палубу повинні бути встановлені газонепроникні сальники з ефективним змащенням або інші засоби, що забезпечують постійну газонепроникність.

Вантажні насоси і компресори повинні бути обладнані датчиками темпера-тури сальників валів, що проходять через перегородку або палубу, підшипників і корпусів насосів.

**9.3** Устрій вантажних насосних і компресорних відділень та турельних відсі-ків повинний забезпечувати вільний доступ до них персоналу в захисному одязі і з дихальними апаратами, а також безперешкодну евакуацію потерпілих у несві-домому стані.

У вантажних насосних і компресорних відділеннях та турельних відсіках по-винні бути передбачені принаймні два шляхи евакуації, які знаходяться на зна-чній віддалі один від одного, з дверима.

У випадку, коли максимальна довжина шляху до дверей становить 5 м чи менше може бути допущений лише один шлях евакуації.

Усі клапани, використовувані при вантажних операціях, повинні бути дос-тупні для персоналу в захисному одязі.

**9.4** Турельні відсіки повинні бути спроектовані таким чином, щоб зберігати свою цілісність у випадку вибуху або некерованого виходу газу під високим тиском (надлишковий тиск/чи крихке руйнування), характеристики яких повинні бути обґрунтовані за результатами аналізу ризику з належним врахуванням можливостей устроїв скидання тиску.

**9.5** Машинні приміщення і пости керування турельних систем можуть бути розташовані у вантажній зоні до носу або до корми від вантажних ємкостей.

Доступ в такі приміщення, в яких утримуються джерела запалення, повинний бути через двері, звернені до вантажної зони, за умови, що двері розташовані за межами газонебезпечного простору або якщо доступ здійснюється через повітряні шлюзи.

## **10 ПОСТИ КЕРУВАННЯ ВАНТАЖНИМИ ОПЕРАЦІЯМИ**

**10.1** Усі пости керування вантажними операціями (ПКВО) повинні бути розташовані на відкритій палубі і, як правило, в зоні вантажних ємкостей.

ПКВО можуть бути розташовані в межах житлових і службових приміщень або інших постів керування за наступних умов:

**.1** якщо ПКВО розглядається як газобезпечний простір;

**.2** якщо вхід до ПКВО із зони вантажних ємкостей відповідає вимогам 1.2.2 частини II «Конструкція газозову» і 7.2.3.1 цієї частини, із ПКВО може бути вихід у житлові і службові приміщення або до інших постів керування;

**.3** якщо вхід до ПКВО із зони вантажних ємкостей не відповідає вимогам 1.2.2 частини II «Конструкція газозову» і 7.2.3.1 цієї частини, із ПКВО не повинно бути доступу у житлові і службові приміщення або інші пости керування, а конструкції, які обмежують зазначені приміщення, повинні бути газонепроникними перегородками типу А-60 (див. V «Протипожежний захист»).

**10.2** Якщо ПКВО розглядається як газобезпечний простір, система вимірів параметрів вантажу, по можливості, повинна мати непряму систему показань.

Конструкція системи вимірів параметрів вантажу в кожному разі повинна виключати витік газу у ПКВО.

Якщо розміщення газоаналізаторів у межах ПКВО, відповідає вимогам 6.4 частини VIII «Контрольно-вимірювальні пристрої і системи автоматизації», тоді ПКВО розглядається як газобезпечний простір.

**10.3** Якщо ПКВО на суднах, що перевозять займисті вантажі, розглядається як газонебезпечний простір, джерела запалення повинні бути відсутні.

Електричне обладнання, установлене в ПКВО, повинне мати характеристики, що забезпечують безпеку його використання.

## 11 ВИКОРИСТАННЯ ВАНТАЖУ, ЯК ПАЛИВА

### 11.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

**11.1.1** Метан (ЗПГ)<sup>2</sup> є єдиним вантажем, пара або конденсат якого можуть використовуватися як паливо в котлах, двигунах внутрішнього згоряння, генераторах інертного газу, установках для спалювання газу і газових турбінах.

Машинні приміщення категорії А, у яких газ використовується, як паливо, повинні обладнатися пристроями виявлення газу, що відповідають вимогам розд. 6 частини VIII «Контрольно-вимірювальні пристрої і системи автоматизації».

#### 11.1.2 Використання пари газу, як палива.

**11.1.2.1** Для ЗПГ в газоподібному вигляді система подачі палива повинна відповідати вимогам цієї частини, зокрема: 11.3.1.1, 11.3.1.3 і 11.3.2.1.

**11.1.2.2** Для ЗПГ в газоподібному вигляді споживачі газу не повинні мати видимого (відкритого) полум'я і повинні підтримувати температуру відпрацьованих газів на вихідному отворі газовипускного трубопроводу/каналу нижче 535 °С.

**11.1.2.3** Усі компоненти системи газоподібного палива повинні мати схвалення Регістру.

**11.1.2.4** Використання газоподібного палива для інших цілей, наприклад, для зворотного зрідження (reliquefaction) пари вантажу і продукування інертного газу, у кожному випадку є предметом спеціального розгляду Регістром.

### 11.2 УСТРІЙ ПРИМІЩЕНЬ, ДЕ РОЗТАШОВАНІ СПОЖИВАЧІ ГАЗУ

**11.2.1** Приміщення, де розташовані споживачі газу, повинні бути обладнані системою примусової вентиляції і влаштовані таким чином, щоб не створювати зон скупчення газу з урахуванням щільності пари і потенційних джерел запалення.

Система вентиляції повинна бути відокремлена від систем, які обслуговують інші приміщення.

**11.2.2** В таких приміщеннях повинні бути установлені датчики виявлення газу, особливо там, де циркуляція повітря знижена.

Система виявлення газу повинна відповідати вимогам розд. 6 частини VIII «Контрольно-вимірювальні пристрої і системи автоматизації».

**11.2.3** Електричне обладнання, розташоване усередині подвійних труб або каналів, повинне бути іскробезпечного типу, відповідати вимогам 2.1.3 частини VII «Електричне обладнання».

**11.2.4** Всі газовипускні труби споживачів газу і трубопроводи скидання тиску, які можуть утримувати газоподібне паливо, або в які таке паливо може проникнути, повинні бути виведені в безпечне місце, розташоване поза машинним приміщенням, і бути обладнані полум'ягасниками.

---

<sup>2</sup> ЗПГ (LNG) — зріджений природний газ, що складається, в основному з метану.

## 11.3 ПОДАЧА ГАЗОПОДІБНОГО ПАЛИВА

### 11.3.1 Загальні положення.

**.1** Вимоги цього підрозділу повинні застосовуватися до трубопроводів подачі газоподібного палива, розташованих поза вантажною зоною.

Трубопроводи подачі газоподібного палива не повинні проходити через житлові і службові приміщення і пости керування.

При прокладанні трубопроводів в таких районах, як комори чи місця роботи з мехнізмами, повинний бути забезпечений захист від пошкодження механічного характеру.

**.2** Для ділянок трубопроводів подачі газоподібного палива, розташованих у машинних приміщеннях, повинна бути передбачена можливість їхньої інертизації і дегазації.

**.3** Для виявлення витoku газу із трубопроводів у замкнених приміщеннях і для припинення подачі газоподібного палива повинні бути передбачені пристрої безперервного спостереження і АПС.

### 11.3.2 Прокладення трубопроводів подачі газоподібного палива.

**11.3.2.1** Трубопроводи газоподібного палива можуть проходити або прокладатися усередині інших приміщень, ніж зазначених в 11.3.1.1, якщо вони:

**.1** виконані у вигляді подвійних трубопроводів (труба в трубі); при цьому паливо подається по внутрішній трубі.

Простір між концентричними трубами заповнений інертним газом під тиском, що перевищує тиск палива.

У випадку падіння тиску інертного газу між трубами повинна бути передбачена сигналізація і автоматичне закривання головного газового клапану, устатовленого згідно з 11.3.3.1.1;

**.2** устатовлені в трубах або каналах із штучною витяжною вентиляцією, яка в повітряному просторі між зовнішньою і внутрішньою стінками труб чи каналів забезпечує не менше 30 обмінів повітря за годину, і підтримує тиск нижче атмосферного.

Якщо система вентиляції не забезпечує необхідного потоку повітря, то повинна бути передбачена сигналізація, а головний газовий клапан (див. 11.3.3.1.1) повинний автоматично відключити подачу газоподібного палива по трубопроводу.

Вентиляційні випускні отвори повинні бути виведені в місця, де не може відбутися загоряння вибухонебезпечної суміші газів і повітря.

Приймальні вентиляційні отвори повинні бути розташовані таким чином, щоб не було забору газу або суміші газу і повітря в систему вентиляції і можуть розташовуватися в газобезпечному машинному приміщенні.

Вентиляція повинна діяти завжди, коли по трубопроводу подається газоподібне паливо.

Повинний бути передбачений постійно діючий пристрій, який визначає витік, що припиняє подачу газоподібного палива в машинне приміщення відповідно до вимог 11.3.3.5.

**11.3.2.2** Подвійні трубопроводи або канали зі штучною витяжною вентиляцією, призначені для трубопроводів газоподібного палива, повинні закінчуватися біля вентиляційного розтрубу або шахти, зазначених в 11.3.2.3.

**11.3.2.3** Для районів розташування фланців, клапанів тощо, а також для трубопроводів подачі газу в місцях розміщення споживачів газу, повинні бути передбачені вентиляційний розтруб або шахта.

Якщо вентиляційний розтруб або шахта не обслуговуються витяжним вентилятором, як зазначено в 11.3.2.1.2, вони повинні бути обладнані системою витяжної вентиляції і безупиннодіючим газоаналізатором для виявлення витіку і припинення подачі газоподібного палива в машинне приміщення відповідно до вимог 11.3.3.5.

Витяжний вентилятор повинен бути встановлений таким чином, щоб подача газоподібного палива в машинне приміщення могла бути відключена, якщо витяжна вентиляція не забезпечує необхідного потоку повітря.

Вентиляційний розтруб або шахта повинні бути встановлені або змонтовані таким чином, щоб потік вентилязованого повітря міг проходити через установку, що використовує газоподібне паливо, і видалятися у верхній частині вентиляційного розтрубу або шахти.

#### **11.3.2.4 Відсікання споживачів газу.**

**.1** Трубопровід подачі газоподібного палива до кожної із установок-споживачів газу повинен бути обладнаний засобами (клапанами) припинення подачі газоподібного палива з подвійним автоматичним блокуванням і скиданням тиску в газобезпечне місце, як для звичайної експлуатації, так і для аварійних ситуацій.

Автоматичні клапани повинні мати конструкцію, яка забезпечує їхнє закриття у випадку припинення подачі енергії, яка приводить їх в дію.

**.2** В приміщеннях, де встановлені декілька установок-споживачів газу, припинення подачі палива до однієї з них не повинне порушувати подачу газоподібного палива до інших.

#### **11.3.2.5 Вимоги до газоподібного палива з тиском понад 1 МПа.**

**.1** Трубопроводи газоподібного палива між паливними насосами/компресорами високого тиску і споживачами повинні бути захищені за допомогою системи подвійних трубопроводів (труба в трубі), яка дозволяє локалізувати пошкодження трубопроводу високого тиску з урахуванням як тиску, так і низької температури.

В межах вантажної зони трубопроводи, які йдуть до відсічного(их) клапану(ів), які встановлюється згідно з 11.3.3, можуть бути виготовлені з застосуванням одностінних труб, які повинні мати стикові з'єднання з повним проваром і зазнати 100 % радіографічному контролю.



**.2** Устрій трубопроводів також може відповідати 11.3.2.1.2, якщо труба або канал будуть здатні утримати тиск у випадку ушкодження трубопроводу високого тиску, відповідно до вимог 11.3.2.6 та з урахуванням впливу тиску і низької температури, а також за умови, що впускний і випускний отвори зовнішньої труби або каналу знаходяться у вантажній зоні.

#### **11.3.2.6 Виготовлення трубопроводів і каналів.**

**.1** Трубопроводи подачі газоподібного палива в машинних приміщеннях повинні відповідати застосовним вимогам 2.2, 2.3, 3.1, 3.2.

Трубопроводи подачі газоподібного палива, наскільки це практично можливо, повинні мати зварні з'єднання.

**.2** Частина трубопроводів подачі газоподібного палива, які не вміщені у вентильовану трубу або канал відповідно до 11.3.2.1, і розташовані на відкритих палубах за межами вантажної зони, повинні мати стикові з'єднання з повним проваром і зазнати 100 % радіографічному контролю.

#### **11.3.3 Розташування споживачів газоподібного палива. Подача газоподібного палива.**

**11.3.3.1** Повинна бути передбачена можливість відсікання подачі газоподібного палива в кожне окреме приміщення, де розташований(ні) споживач(і) газоподібного палива, або через яке проходить трубопровід газоподібного палива, за допомогою головного газового клапану, розташованого у вантажній зоні.

**.1** Головний газовий клапан газоподібного палива повинен установлюватися поза машинним приміщенням.

Головний газовий клапан газоподібного палива повинен автоматично закриватися при:

виявленні витоку газового палива;

порушенні умов, зазначених в 11.3.2.1.1;

спрацьовуванні датчика концентрації масляного туману в картері двигуна або системи контролю підшипників двигуна.

Рекомендується, щоб головний газовий клапан автоматично закривався при спрацьованні головних клапанів, зазначених в 11.3.3.2, 11.3.3.3 і 11.3.3.4.

**.2** Відсікання подачі газоподібного палива головним газовим клапаном від приміщення не повинне впливати на подачу газоподібного палива в інші приміщення, де розташовані споживачі газоподібного палива, якщо вони знаходяться в двох чи більше приміщення, і не повинно викликати утрату ходу або припинення подачі електроенергії.

**11.3.3.2** Кожна установка-споживач, що використовує газоподібне паливо, повинна бути постачена окремим головним клапаном для приміщення, який складається з трьох автоматично діючих клапанів, крім головного газового клапану (див. 11.3.3.1.1).

Два з них повинні бути встановлені послідовно в трубопроводі газоподібного палива, що йде до установки, а третій — для відведення газу (вентиляції) з тієї

частини трубопроводу газоподібного палива, яка розташована між двома послідовно встановленими клапанами, в безпечне місце на відкритому повітрі.

Клапани, що перекривають, повинні бути обладнані засобами для приведення їх у робочий стан вручну.

Клапани повинні бути влаштовані таким чином, щоб порушення необхідної примусової тяги, втрата полум'я на форсунках котла, ненормальний тиск у трубопроводах подачі газоподібного палива або вихід з ладу клапану керування з гідравлічним приводом привели до автоматичного закривання двох послідовно встановлених клапанів газоподібного палива і автоматичного відкривання вентиляційного клапану.

Один із двох запірних клапанів і вентиляційний клапан можуть бути об'єднані в одній клапанній коробці, улаштованій таким чином, щоб при виникненні однієї із зазначених умов подача до установки, що використовує газоподібне паливо, була перекрита, а вентиляція відкрита.

**11.3.3.3** Якщо зовнішній рубіж системи подвійних трубопроводів (труба в трубі) подачі газоподібного палива не є безперервним через необхідність наявності вхідних отворів для повітря або через інші отвори, або якщо є місця, де одиночне ушкодження може викликати витік в приміщення, окремий головний клапан для приміщення (див. 11.3.3.2) повинний працювати за наступних обставин:

**.1** автоматично:

**.1.1** при виявленні газу всередині приміщення;

**.1.2** при виявленні витoku газу в кільцеподібний простір між подвійними (труба в трубі) трубами;

**.1.3** при виявленні витoku газу в інших відсіках в межах приміщення, де розташовані одностінні труби подачі газоподібного палива;

**.1.4** при зупинці вентиляції в кільцеподібному просторі між подвійними (труба в трубі) трубами;

**.1.5** при зупинці вентиляції в інших відсіках в межах приміщення, де розташовані одностінні труби подачі газоподібного палива; і

**.2** вручну зсередини приміщення, а також принаймні із одного віддаленого поста.

**11.3.3.4** Якщо зовнішній рубіж системи подвійних трубопроводів (труба в трубі) подачі газоподібного палива є безперервним, для кожного із споживачів газоподібного палива всередині приміщення повинен бути передбачений окремий головний клапан (див. 11.3.3.2), розташований в приміщенні.

Окремий головний клапан повинний працювати за наступних обставин:

**.1** автоматично:

**.1.1** при виявленні витoku газу в кільцеподібний простір між подвійними (труба в трубі) трубами, які обслуговуються цим окремим головним клапаном;

**.1.2** при виявленні витoku газу в інших відсіках в межах приміщення, де розташовані одностінні труби подачі газоподібного палива, які є частиною системи подачі, що обслуговується цим окремим головним газовим клапаном;

**.1.3** при зупинці вентиляції чи падінні тиску в кільцеподібному просторі між подвійними (труба в трубі) трубами; і

**.2** вручну зсередини приміщення, а також принаймні із одного віддаленого поста.

#### **11.3.3.5 Виявлення газу.**

**.1** Системи виявлення газу, зазначені в 11.2.2 і 11.3.2.2 тощо, повинні подавати сигнал при досягненні 30 % нижньої межі займистості (НМЗ) і припиняти подачу газоподібного палива в машинне приміщення раніше, ніж концентрація газу досягне 60 % НМЗ (див. 6.3.4 частини VIII «Контрольно-вимірювальні пристрої і системи автоматизації»).

**.2** З появою витoku газу подача газоподібного палива повинна бути припинена до того часу, поки витік не буде виявлений і усунутий.

Відповідні інструкції повинні перебувати на видному місці в машинному приміщенні.

### **11.4 УСТАНОВКА ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ГАЗОПОДІБНОГО ПАЛИВА І ВІДПОВІДНІ ВИТРАТНІ ТАНКИ**

#### **11.4.1 Подача газоподібного палива.**

**.1** На судні повинна бути установка для підготовки вантажу і/або його пари для використання як газоподібного палива, і витратні ємкості для його зберігання.

**.2** Все обладнання (підігрівники, компресори, випарники, фільтри тощо) для підготовки вантажу і/або його пари для використання як палива, також як і будь-які витратні танки (цистерни), повинні розташовуватися у вантажній зоні.

**.3** Якщо обладнання розташоване у закритому приміщенні, це приміщення повинне бути забезпечене вентиляцією згідно з 7.2.1, і обладнане стаціонарною ситемою пожежегасіння згідно з 3.1 частини V «Протипожежний захист», а також системи виявлення газу згідно з 6.3 частини VIII «Контрольно-вимірювальні пристрої і системи автоматизації», залежно від того, що застосоване.

#### **11.4.2 Дистанційні вимикачі.**

**.1** Все обладнання для підготовки вантажу і/або його пари для використання як палива, яке має компоненти, що обертаються, повинне бути обладнане пристроями дистанційного ручного відключення із машинного відділення.

Додаткові дистанційні вимикачі повинні розташовуватися в місцях, які завжди легкодоступні, таких як ПКВО, ходовий місток чи пост керування пожежегасіння.

**.2** Обладнання подачі газоподібного палива повинне зупинятися автоматично у випадку низького тиску на вхідному патрубку або у випадку виявлення пожежі.

Якщо конкретно не указане інше, нема необхідності застосовувати вимоги розд. 5 до компресорів газоподібного палива і насосів, коли вони використовуються для подачі палива споживачам газу.

### **11.4.3 Тепло- і холодоносії. Трубопроводи і посудини під тиском.**

.1 Якщо тепло- і холодоносії для системи підготовки газоподібного палива повертаються в приміщення, яке знаходиться за межами вантажної зони, повинна бути передбачена дегазаційна ємкість, розташована у вантажному районі, у яку спочатку повинне надходити середовище, що гріє.

У дегазаційній ємкості повинні бути передбачені засоби для виявлення вантажу або його пари в тепло- або холодоносії і подачі сигналу АПС.

Будь-який випускний вентиляційний отвір дегазаційної ємкості повинний розташовуватися в безпечному місці і бути обладнаний полум'япереривником схваленого типу.

.2 Трубопроводи і посудини під тиском, якими обладнана системи подачі газоподібного палива, повинні відповідати застосовним вимогам 2.2, 2.3, 3.1, 3.2.

### **11.4.4 Компресори.**

**11.4.4.1** Компресори повинні зупинятися автоматично до спрацьовування вакуумних запобіжних клапанів ємкостей.

Повинні бути передбачені пристрої для дистанційної зупинки компресорів з легкодоступного місця, а також з машинного відділення.

**11.4.4.2** Компресори повинні мати пристрій для автоматичної зупинки у випадку спрацьовування автоматичних клапанів, що перекривають, зазначених в 11.3.3.1.1, 11.3.3.2 і 11.3.3.4. Ці клапани повинні мати можливість повернення в робочий стан вручну.

Компресори об'ємного типу повинні бути обладнані запобіжними клапанами, з'єднаними із стороною усмоктування компресора.

Запобіжні клапани повинні мати таку пропускну здатність, щоб при будь-яких обставинах робочий тиск не міг бути перевищений більше ніж на 10 %.

## **11.5 УСТАНОВКИ-СПОЖИВАЧІ ГАЗОПОДІБНОГО ПАЛИВА**

### **11.5.1 Загальні положення.**

.1 Для виконання положень 11.1.1, крім зазначеного в 11.1 — 11.4, повинні бути виконані застосовні вимоги (залежно від випадку) Правил МС.

### **11.5.2 Особливі вимоги до головних котлів.**

#### **11.5.2.1 Устрій.**

.1 Кожний котел повинний мати окремий газовипускний трубопровід (димохід).

Будь-яке об'єднання димоходів головних котлів та об'єднання димоходів головних і допоміжних котлів не допускається.

.2 Кожний котел повинний мати власну систему створення примусової тяги.

Для використання в аварійному режимі може бути передбачена перемичка між системами створення примусової тяги з іншими котлами, за умови виконання будь-яких функцій безпеки.

.3 Топкові камери і газовипускні трубопроводи (димоходи) котлів повинні мати конструкцію, яка запобігає будь-яке накопичення газоподібного палива.

.4 Газовипускні трубопроводи (димоходи) котлів повинні відповідати застосовним вимогам розд. 11 частини VIII «Системи і трубопроводи» Правил МС.

#### **11.5.2.2 Топкові пристрої. Обладнання для розпалювання.**

**11.5.2.2.1** Топковий пристрій повинний дозволяти спалювати рідке паливо<sup>3</sup> і газоподібне паливо як окремо, так і одночасно.

Газотопковий пристрій повинний бути обладнаний запальною форсункою, що працює на рідкому паливі.

Топкові пристрої повинні мати блокування, що не відключається, і захист, зазначений в 5.3.2 — 5.3.4 частини X «Котли, теплообмінні апарати і посудини під тиском» Правил МС.

**11.5.1.2.2** Форсунки повинні мати конструкцію, яка забезпечує стійке горіння за усіх умов розпалювання.

**11.5.2.2.3** Повинна бути передбачена автоматична система перемикання з газоподібного палива на рідке без зміни режиму роботи котла у випадку припинення подачі газоподібного палива.

**11.5.2.2.4** Пристрої регулювання, захисту, блокування і сигналізації автоматичних топкових пристроїв повинні задовольняти вимогам 4.3 частини XV «Автоматизація» Правил МС.

#### **11.5.2.3 Засоби безпеки.**

**11.5.2.3.1** Повинні бути передбачені засоби, які забезпечують автоматичне перекривання подачі газоподібного палива до форсунок, якщо належне запалювання не здійснюється і не підтримується.

**11.5.2.3.2** На кожній трубі підведення газоподібного палива до форсунки повинен бути передбачений ручний клапан, що перекриває.

**11.5.2.3.3** Повинне бути передбачене автоматичне продування трубопроводів газоподібного палива, які ведуть до форсунок, за допомогою інертного газу або пари після того, як ці форсунки погашені.

**11.5.2.3.4** За роботою системи автоматичного перемикання з газоподібного палива на рідке (див. 11.5.2.2.3) повинний бути передбачений моніторинг з використанням АПС для того, щоб забезпечити безперервність її функціонування.

**11.5.2.3.5** У разі утрати полум'я усіма форсунками, які працюють, повинні бути передбачені засоби автоматичного продування топкових пристроїв до повторного розпалювання.

**11.5.2.3.6** Повинні бути передбачені засоби продування котлів вручну.

---

<sup>3</sup> Рідке паливо – рідке вуглеводневе паливо нафтового походження, що відповідає вимогам 1.1.2 частини VII «Механічні установки» Правил МС.

**11.5.3 Особливі вимоги до двигунів внутрішнього згоряння, які працюють на газоподібному паливі.**

**11.5.3.1** Двопаливними двигунами внутрішнього згоряння є такі двигуни, які використовують газоподібне паливо (із запаленням рідким паливом) і рідке паливо.

Під рідким паливом (див. виноску до 11.5.2.2.1) розуміються як дистильовані, так і важкі сорти палива.

Газовими двигунами є двигуни, що використовують тільки газоподібне паливо.

**11.5.3.2 Устрій.**

**11.5.3.2.1** Якщо газ подається у вигляді суміші з повітрям через загальний колектор, то перед кожною з головок циліндрів повинен бути встановлений полум'язатримуючий клапан.

**11.5.3.2.2** Кожний двигун повинен мати окремий газовипускний трубопровід.

**11.5.3.2.3** Форма газовипускного трубопроводу повинна запобігати будь-яке скупчення незгорілого газоподібного палива.

**11.5.3.2.4** Колектори впускних отворів для повітря, картери і камери, які продуваються, повинні бути обладнані відповідними системами скидання тиску, якщо двигуни не сконструйовані для витримування найбільшого тиску, що виникає внаслідок запалення витоків газу.

Вихідні отвори систем скидання тиску повинні бути виведені в безпечне місце для того, щоб не заподіяти шкоди персоналу.

**11.5.3.2.5** Кожний двигун повинен бути обладнаний системами газовідведення, незалежними від інших двигунів, для картерів, піддонів і систем охолодження.

**11.5.3.3 Устаткування запалювання.**

**11.5.3.3.1** До подачі газоподібного палива повинне бути перевірене належне функціонування системи упорскування рідкого палива для кожного двигуна.

**11.5.3.3.2** Для двигунів з іскровим запаленням у випадку, якщо система моніторингу роботи двигуна не виявила запалювання за характерний для двигуна період часу після відкриття клапана подачі газоподібного палива, подача повинна бути автоматично перервана, а дії по пускові двигуна припинені.

Необхідно переконатися в тому, що будь-яка суміш незгорілого газу вилучена із системи випуску.

**11.5.3.3.3** Для двопаливних двигунів, обладнаних системою упорскування рідкого палива для запалювання, повинна бути передбачена система автоматичного перемикавання з газу на рідке паливо, що забезпечує мінімальну зміну потужності двигуна при перемиканні.

**11.5.3.3.4** У випадку нестійкої роботи двигунів, обладнаних, як зазначено в 11.5.3.3.3, при спалюванні газоподібного палива, двигун повинен автоматично перемкнутися на режим роботи на рідкому паливі.

**11.5.3.4 Безпека.**

**11.5.3.4.1** У процесі зупинки двигуна подача газоподібного палива повинна бути автоматично припинена до припинення роботи джерела запалювання.

**11.5.3.4.2** Повинні бути передбачені засоби для того, щоб до початку процесу запалювання в системі вихлопних газів була забезпечена відсутність незгорілого газоподібного палива.

**11.5.3.4.3** Газовідводи з картерів, піддонів, камер, що продуваються, і систем охолодження повинні бути обладнані засобами виявлення газу (див. розд. 6 частини VIII «Контрольно-вимірвальні пристрої»).

**11.5.3.4.4** Конструкцією двигуна повинна бути передбачена можливість безперервного спостереження за можливими джерелами запалення усередині картера.

Прилади, установлені усередині картера, повинні відповідати вимогам розд. 2 частини VII «Електричне обладнання».

**11.5.3.4.5** Повинний бути передбачений засіб моніторингу і виявлення неповного згоряння або пропуску запалювання, результатом яких може стати попадання незгорілого газоподібного палива у випускну систему в ході експлуатації. У випадку виявлення цього подача газоподібного палива повинна бути припинена.

Прилади, установлені в системі випуску, повинні відповідати вимогам розд. 2 частини VII «Електричне обладнання».

**11.5.4 Особливі вимоги до судових газотурбінних двигунів (ГТД).****11.5.4.1 Устрій.**

**11.5.4.1.1** Кожний ГТД повинен мати окремий газовипускний канал.

**11.5.4.1.2** Газовипускні канали повинні мати належну форму для того, щоб запобігати будь-яке скупчення незгорілого газоподібного палива.

**11.5.4.1.3** Газовипускні канали повинні бути обладнані відповідними системами скидання тиску з урахуванням можливості вибухів внаслідок витоків газу, якщо двигуни не сконструйовані для витримування найбільшого надлишкового тиску, що виникає внаслідок запалення витоків газу.

Вихідні отвори систем скидання тиску повинні бути виведені в безпечне місце для того, щоб не заподіяти шкоди персоналу.

**11.5.4.2 Устаткування запалювання.**

**11.5.4.2.1** Повинна бути передбачена автоматична система для легкого і швидкого перемикання з режиму використання газоподібного палива на рідке паливо, яка забезпечує мінімальну зміну потужності при перемиканні.

**11.5.4.3 Безпека.**

**11.5.4.3.1** Повинний бути передбачений засіб моніторингу і виявлення неповного згоряння, результатом якого може стати попадання незгорілого газоподібного палива у випускну систему в ході експлуатації. У випадку виявлення цього подача газоподібного палива повинна бути припинена.

**11.5.4.3.2** Кожний ГТД повинен бути обладнаний автоматичним пристроєм зупинки при високій температурі вихлопних газів.

**11.5.5 Особливі вимоги щодо використання альтернативних видів газоподібного палива.**

**11.5.5.1** Як паливо можуть використовуватися інші гази вантажів, які перевозяться, за умови забезпечення такого ж рівня безпеки, який передбачений цією частиною для ЗПГ.

**11.5.5.2** Використання вантажів, які визначені як токсичні продукти, не допускається.

**11.5.5.3** Для вантажів, інших ніж ЗПГ, система подачі палива повинна відповідати вимогам 11.3.1, 11.3.2.1 і 11.4, залежно від того, що застосовне, і повинна мати засоби запобігання конденсації пари в системі.

**11.5.5.4** Системи подачі палива у зрідженому стані повинні відповідати положенням 11.3.2.4.

**11.5.5.5** На доповнення до вимог 11.3.2.1.2, як вхідний, так і вихідний отвори системи вентиляції повинні розташовуватися поза машинного приміщення.

Вхідний отвір повинний розташовуватися в газобезпечному районі, а вихідний – у газобезпечному місці.



## 12 ВИПРОБУВАННЯ

### 12.1 ВИПРОБУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ ТРУБОПРОВODІВ І НАСОСІВ ДО УСТАНОВЛЕННЯ НА СУДНІ

#### 12.1.1 Клапани.

**12.1.1.1** Випробування клапанів систем трубопроводів повинні відповідати вимогам 21.1 частини VIII «Системи і трубопроводи» Правил МС.

Крім того, для арматури і клапанів вантажної системи і трубопроводів, що містять при експлуатації вантаж або пару вантажу, повинні бути проведені типові і приймальні випробування, як це зазначено в 12.1.1.1.1 і 12.1.1.1.2.

**12.1.1.1.1** Типові випробування компонентів трубопроводів.

**12.1.1.1.1.1** Кожний з типів клапанів, призначений для використання при робочій температурі нижче  $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ , повинен бути схваленого типу і пройти процедуру типових випробувань.

Типові випробування для всіх клапанів повинні проводитися в присутності інспектора Регістру і повинні включати перевірку роботи при температурі не менше мінімальної розрахункової температури і тиску не нижче, ніж максимальний розрахунковий тиск.

Типові випробування повинні включати гідравлічне випробування корпусу клапану тиском, рівним 1,5 розрахункового тиску, а також криогенні випробування, що включають функціональну перевірку роботи або перевірку тиску спрацювання запобіжних клапанів.

Додатково для всіх клапанів, крім запобіжних, повинна бути перевірена герметичність при тиску, рівному 1,1 розрахункового тиску.

При типових випробуваннях:

**.1** кожний з типорозмірів клапанів повинен бути підданий випробуванням на герметичність при різноспрямованому потоці і різних температурах у всьому діапазоні значень робочого тиску, що змінюється через інтервали, аж до номінального розрахункового тиску клапана.

У ході випробувань повинне перевірятися задовільне функціонування клапану;

**.2** витрата або продуктивність повинні бути сертифіковані відповідно до визнаного стандарту для кожного з типорозмірів клапанів;

**.3** піддані дії тиску компоненти повинні бути випробувані тиском, що становить щонайменше 1,5 розрахункового; і

**.4** для клапанів аварійного відключення системи ESD, виготовлених з матеріалів з температурою плавлення нижче  $925\text{ }^{\circ}\text{C}$ , типові випробування повинне включати випробування на вогнестійкість.

Проведення типових випробувань для клапанів, призначених для роботи при температурі вище  $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ , не потрібно.

**12.1.1.1.1.2** Всі клапани системи аварійного відключення повинні бути безвідмовного типу (див. 3.1.2), що повинно бути підтвержене випробуваннями.

**12.1.1.1.2** Приймальні випробування.

**12.1.1.1.2.1** Усі клапани повинні бути випробувані в присутності інспектора Регістру на стенді виготовлювача.

Обов'язкова присутність інспектора для ізолюючих манометрових клапанів номінальним діаметром не більше 25 мм не потрібна.

Випробування повинні включати гідравлічне випробування корпусу клапана тиском, рівним 1,5 розрахункового тиску для всіх клапанів, перевірку на щільність сідла і штоку клапану тиском, рівним 1,1 розрахункового тиску для всіх клапанів (крім запобіжних), а також криогенні випробування, що включають функціональну перевірку і перевірку щільності не менше 10 % клапанів (крім запобіжних) кожного типорозміру, якщо вони призначені для роботи при температурі нижче  $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Тиск відкривання кожного запобіжного клапану повинний бути перевірений при температурі  $+ (25 \pm 10)\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Як альтернатива, якщо того вимагають відповідні виготовлювачі, огляд клапанів може бути виконаний за умови, що:

**.1** клапани схвалені відповідно до вимог 12.1.1.1.1 для клапанів, призначених для роботи при температурі нижче  $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

**.2** на підприємстві діє визнана система якості, сертифікована Регістром і підлягаюча періодичним перевіркам;

**3** програма керування якістю підприємства містить вимоги про проведення гідравлічних випробувань корпусу кожного клапану тиском, рівним 1,5 розрахункового тиску і перевірки на щільність сідел і штоків клапанів (крім запобіжних) тиском, рівним 1,1 розрахункового тиску при робочій температурі.

Тиск відкриття кожного запобіжного клапана повинний бути перевірений при температурі  $+ (25 \pm 10)\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Відомості про випробування повинні зберігатися виготовлювачем;

**.4** криогенні випробування клапанів (крім запобіжних), призначених для роботи при температурі нижче  $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ , що включають функціональну перевірку і перевірку щільності не менше 10 % клапанів кожного типорозміру, виконані в присутності інспектора Регістру.

### **12.1.2 Сильфонні компенсатори.**

**12.1.2.1** Сильфони кожного типу, використовувані у вантажному трубопроводі, розташованому поза вантажною ємкістю та, якщо потрібно, усередині неї, повинні бути піддані наступним типовим випробуванням:

**.1** елемент сильфона, не підданий попередньому стиску, повинен бути випробуваний тиском, що перевищує розрахунковий не менше ніж в 5 разів, протягом не менше 5 хв., без появи розриву;

**.2** типове розширювальне з'єднання з усією арматурою (фланці, зв'язки, шарніри) повинне бути випробуване тиском, у 2 рази перевищуючим розрахунковий, при крайніх положеннях зсуву, які рекомендовані виготовлювачем, і при яких не виникає залишкових деформацій.

Залежно від застосовуваних матеріалів Регістр може зажадати проведення випробувань при мінімальній розрахунковій температурі;

.3 циклічні випробування для обліку термічних зміщень повинні проводитися на повністю зібраному з'єднанні, яке повинне успішно витримати принаймні стільки циклів в умовах тиску, температури, осьового зсуву, обертального і поперечного зсувів, скільки їх може виникнути в процесі експлуатації.

Випробування при кімнатній температурі допускаються у тих випадках, якщо вони будуть проведені в тому ж обсязі, що й випробування при робочій температурі;

.4 циклічні випробування на утому (від деформації судна) повинні проводитися на повністю зібраному з'єднанні без внутрішнього тиску за допомогою зсуву сильфонів, відповідного до довжини компенсації труби, принаймні для 2000000 циклів при частоті не більше 5 циклів за секунду.

Такі випробування потрібні тільки в тих випадках, коли розташування трубопроводу дозволяє практично визначити навантаження від деформації судна.

### 12.1.3 Випробування КСТ.

12.1.3.1 КСТ повинні проходити випробування типу.

Випробування типу повинні включати:

- .1 перевірку пропускної здатності при попусканні;
- .2 криогенні випробування у випадку, якщо вони експлуатуються при розрахункових температурах нижче - 55 °С;
- .3 установлення непроникності сідла клапану;
- .4 випробування підданих тиску вузлів тиском, який перевищує розрахунковий тиск принаймні в 1,5 рази.

КСТ повинні проходити випробування відповідно з визнаними стандартами<sup>4</sup>.

12.1.3.2 Кожний КСТ повинний бути випробуваний з метою установлення того, що:

.1 він відкривається при запропонованому настановному тиску з допуском, який не перевищує:

- ± 10% для значень тиску від 0 до 0,15 МПа (0—1,5 кг/см<sup>2</sup>);
- ± 6% для значень тиску від 0,15 до 0,30 МПа (1,5 — 3,0 кг/см<sup>2</sup>); і
- ± 3% для значень тиску 0,30 МПа (3 кг/см<sup>2</sup>) та вище;

.2 непроникність сідла клапану є прийнятною; і

.3 вузли, піддані тиску, витримують тиск, який перевищує розрахунковий тиск принаймні в 1,5 рази.

КСТ повинні бути перевірені і опломбовані інспектором Регістру.

Відповідний запис про це робиться в акті, видаваному на судно.

В акті вказується також максимально допустимий настановний тиск КСТ.

---

<sup>4</sup> ISO 21013-1:2008 –«Криогенні посудини. Арматура для скидання тиску для криогенних додатків - частина 1: Запірні клапани для скидання тиску»;

а також ISO 4126-1:2004 –«Пристрої безпеки для захисту від надлишкового тиску- частина 1 і частина 4: Запобіжні клапани».

**12.1.4 Вантажні насоси.****12.1.4.1 Типові випробування.**

**12.1.4.1.1** Насоси кожного типорозміру повинні бути схваленого типу і пройти процедуру типових випробувань у присутності інспектора Регістру.

Замість типових випробувань може бути розглянутий представлений виробником позитивний досвід експлуатації існуючої конструкції насоса, схваленої Регістром.

Типові випробування повинні включати гідравлічне випробування корпусу насосу тиском, рівним 1,5 розрахункового тиску і перевірку подачі.

Для заглибних насосів із приводом від заглибного електродвигуна перевірка подачі повинна бути виконана із проектним середовищем або із середовищем з температурою нижче мінімальної робочої температури.

Для заглибних насосів із приводом від двигуна, розташованого на палубі, через минаючий крізь палубу вал, перевірка подачі може бути виконана водою.

Додатково, для насосів повинне бути проведене випробування на обертання, при якому необхідно продемонструвати задовільну роботу зазорів у підшипниках, зношування кілець і ущільнювальних пристроїв при мінімальній робочій температурі.

Для виконання випробування на обертання не потрібно повної довжини вала, але вона повинна бути достатньою і включати, щонайменше, один підшипник і ущільнювальний пристрій.

Після завершення випробувань насос повинен бути оглянутий у розібраному виді.

**12.1.4.2 Приймальні випробування.**

**12.1.4.2.1** Усі насоси повинні бути випробувані в присутності інспектора Регістру на стенді виготовлювача.

Випробування повинні включати гідравлічне випробування корпусу насосу тиском, рівним 1,5 розрахункового тиску і перевірку подачі.

Для заглибних насосів із приводом від заглибного електродвигуна перевірка подачі повинна бути виконана із проектним середовищем або із середовищем з температурою нижче мінімальної робочої температури.

Для заглибних насосів із приводом від двигуна, розташованого на палубі, через минаючий крізь палубу вал, перевірка подачі може бути виконана водою.

Як альтернатива, якщо того вимагають відповідні виготовлювачі, огляд насосів може бути виконаний за умови, що:

**.1** насоси схвалені відповідно до 12.1.4.1;

**.2** на підприємстві діє визнана система якості, сертифікована Регістром і підлягаюча періодичним перевіркам;

**.3** програма керування якістю підприємства містить вимоги про проведення гідравлічних випробувань корпусу кожного насосу тиском, рівним 1,5 розрахункового тиску і перевірку продуктивності.

Відомості про випробування повинні зберігатися виготовлювачем.

## 12.2 ВИПРОБУВАННЯ ВАНТАЖНИХ СИСТЕМ І ТРУБОПРОВІДІВ НА СУДНІ

**12.2.1** Після виготовлення всі вантажні і технологічні трубопроводи повинні бути піддані гідравлічним випробуванням тиском не менше 1,5 розрахункового тиску.

Проте якщо системи трубопроводів або їхні частини повністю виготовлені і оснащені всією арматурою, гідравлічні випробування можуть бути проведені до установаження на судні. При цьому зварні з'єднання, виконані на борті судна, випробовуються гідравлічним тиском не менше 1,5 розрахункового тиску.

Якщо вода не може застосовуватися і перед передачею системи в експлуатацію трубопроводи не можуть бути просушені, альтернативні рідини або засоби для випробувань повинні бути представлені Регістру для схвалення.

Після складання на судні кожна система вантажних і технологічних трубопроводів повинна бути випробувана на герметичність тиском, величина якого призначається залежно від способу випробування та випробного середовища (повітря, галоген, інертний газ тощо).

**12.2.2** Усі системи трубопроводів, включаючи клапани, арматуру і устаткування для операцій з вантажем і парою вантажу, повинні бути піддані випробуванням у робочих умовах при нормальних експлуатаційних умовах не пізніше, ніж під час першого навантаження.

**12.2.3** За узгодженням з Регістром обсяг випробувань, зазначений в 12.2.1 і 12.2.2, може бути зменшений для вантажних трубопроводів усередині вантажних емкостей і труб, що мають відкриті кінці.

**12.2.4** Трубопроводи, у яких при експлуатації не утримується рідкий вантаж або його пара, повинні бути піддані випробуванням, зазначеним в 21.2 частини VIII «Системи і трубопроводи» Правил МС.

# ЧАСТИНА VII. ЕЛЕКТРИЧНЕ ОБЛАДНАННЯ

---

## 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

### 1.1 ОБЛАСТЬ ПОШИРЕННЯ

**1.1.1** Вимоги цієї частини поширюються на електричні установки і окремі види електричного обладнання суден, призначених для перевезення наливом зріджених газів та інших речовин, зазначених в 1.1 частини I «Класифікація», і доповнюють вимоги частини XI «Електричне обладнання» Правил МС.

**1.1.2** Додатково до перерахованого в 1.3.2 частини XI «Електричне обладнання» Правил МС огляду на судні підлягає електричне обладнання:

- .1 вантажотримуючої системи;
- .2 установок повторного зрідження газів;
- .3 системи інертних газів;
- .4 системи регулювання тиску і температури вантажу;
- .5 приводів і систем керування охолодженням зріджених газів;
- .6 вантажних насосів і компресорів;
- .7 систем вентиляції вибухонебезпечних приміщень і повітряних шлюзів;
- .8 систем виміру, сигналізації та індикації:
  - .8.1 рівня вантажу у вантажних ємкостях;
  - .8.2 температури у вантажних трубопроводах;
  - .8.3 тиску у вантажних ємкостях і трубопроводах;
  - .8.4 тиску в системах вентиляції, що забезпечують надлишковий тиск у повітряних шлюзах, приміщеннях, оболонках вибухозахищеного електрообладнання;
  - .8.5 концентрації пари вантажу (газу) у контрольованих приміщеннях і просторах;
  - .8.6 витоку вантажу;
  - .8.7 наявності води в міжбар'єрних просторах;
  - .8.8 вибухонебезпечної концентрації і небезпечного рівня токсичності газів;
  - .9 систем автоматичного і дистанційного відключення приводів;
  - .10 систем дистанційного керування клапанами пристроїв обігріву корпусних конструкцій;
  - .11 систем пожежної сигналізації виявлення пожежі на відкритих палубах вантажної зони і/або в приміщеннях вантажних механізмів відповідно до вимог 5.3.2 частини VI «Системи і трубопроводи» (див. також 3.1.5.2 частини VI «Протипожежний захист»).

**1.1.3** На додаток до 1.3.3 частини XI «Електричне обладнання» Правил МС огляду при виготовленні підлягає електричне обладнання газозовів LG, зазначене в 1.1.2 цієї частини.

**1.1.4** Простори, у яких перебувають пристрої виявлення газу, і простори для утилізації газу, який випаровується, використовуваного як паливо, відповідного до вимог розд. 11 частини VI «Системи і трубопроводи», не розглядаються як вибухонебезпечні простори.

## 2 ЕЛЕКТРИЧНА УСТАНОВКА

### 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

**2.1.1** Електричні установки повинні бути такими, щоб звести до мінімуму ризик заpalення і вибуху легкозаймистого вантажу.

**2.1.2** Електричне обладнання або кабелі не повинні встановлюватися в газо-небезпечних просторах або зонах, крім обладнання необхідного для роботи в цих зонах, за умови виконання вимог, викладених у цій частині.

**2.1.3** Електричне обладнання, установлене в газонебезпечних просторах або зонах, повинне задовольняти вимогам цих Правил і стандарту МЕК 60092-502 «Електричні установки на судах — Танкери — Спеціальні властивості», бути схваленим Регістром і допущеним (тобто мати свідоцтво) для роботи у вибухонебезпечній атмосфері відповідною компетентною організацією.

**2.1.4** Системи одержання і розподілу електроенергії і пов'язані з ними системи керування повинні мати таку конструкцію, щоб одинична відмова не приводила до втрати здатності підтримувати тиск у вантажних ємкостях, як це потрібно згідно з частиною VI «Системи і трубопроводи», і температуру конструкцій корпусу, як це потрібно згідно з частиною IV «Вантажні ємкості», у допустимих для нормальної експлуатації межах.

Проектант повинен розробити і надати на узгодження «Аналіз наслідків відмов» (відповідно зі стандартом МЕК 60812).

### 2.2 ЕЛЕКТРИЧНЕ ОБЛАДНАННЯ У ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРОСТОРАХ І ЗОНАХ

**2.2.1** Для правильного вибору електричного обладнання і приладів вибухонебезпечні приміщення і простори повинні бути розділені на зони, наступним чином:

**2.2.1.1** *Небезпечний район* — район, в якому присутнє або може бути присутнє вибухонебезпечне газове середовище у кількості, для якої можуть знадобитися спеціальні заходи обережності в частині конструкції, установлення і використання електричних установок і приладів.

**1** *Зона «0» небезпечного району*— район, в якому вибухонебезпечне газове середовище присутнє постійно або протягом тривалого періоду часу.

**2** *Зона «1» небезпечного району*— район, в якому імовірна поява вибухонебезпечного газового середовища протягом звичайної експлуатації.

**3** *Зона «2» небезпечного району*— район, в якому малоімовірна поява вибухонебезпечного газового середовища протягом звичайної експлуатації і, якщо таке середовища з'являється, це буває не часто і триває протягом короткого періоду часу.

**2.2.1.2** *Безпечний район* — район, в якому виникнення вибухонебезпечного газового середовища не очікується у кількості, для якої можуть знадобитися спеціальні заходи обережності в частині конструкції, установлення і використання електричних установок і приладів.

**2.2.1.3** У вибухонебезпечних просторах і зонах допускається встановлювати електричне обладнання тільки вибухозахищеного виконання, що має свідоцтва (сертифікати) компетентної організації про відповідний вид вибухозахисту, як зазначено далі.

Автоматичне відключення електричного обладнання при виявленні займистого газу, як еквівалентна заміна використанню обладнання не задовольняючого зазначеним вимогам, не допускається

**2.2.1.4** У всіх вибухонебезпечних просторах і зонах «0» (постійна присутність вибухонебезпечної газоповітряної суміші) допускається встановлювати тільки іскробезпечно електричне обладнання і кабелі, що стосуються до цього обладнання.

### **2.2.2 Вантажотримуючі системи.**

**2.2.2.1** У вантажотримуючих системах допускається встановлювати заглибні вантажні насоси і їхні кабелі живлення.

Повинні бути передбачені пристрої захисту, що автоматично відключають електродвигуни при зниженні рівня рідкого газу нижче допустимого.

Ці захисні пристрої можуть бути виконані з використанням чутливих елементів, що реагують:

на зниження тиску при розвантаженні насосу;

на зниження струму навантаження електродвигуна;

на досягнення небезпечно низького рівня зрідженого газу.

При спрацюванні захисту повинен бути передбачений сигнал АПС у приміщенні поста керування вантажними операціями (ПКВО).

Електродвигуни заглибних вантажних насосів повинні мати пристрої електричного від'єднання від їхніх систем живлення (включаючи фідери живлення), ці пристрої повинні завчасно приводитися в дію на період роботи газовідвідної системи.

### **2.2.3 Вантажні та деякі інші простори.**

**2.2.3.1** У вантажних просторах (ємкостях), де вантаж утримується у вантажотримуючих системах, потребуючих вторинний бар'єр, допускається прокласти кабелі живлення електродвигунів заглибних вантажних насосів.

**2.2.3.2** У вантажних просторах (ємкостях), де вантаж утримується у вантажних системах, що не вимагають вторинного бар'єру, і в просторах, відділених від вантажотримуючих просторів однією газонепроникною перегородкою, допускається встановлювати наступне електричне обладнання:

транзитні кабелі;

освітлювальну арматури вибухозахищеного виконання: з оболонкою під надлишковим тиском (*Exp*) або вибухонепроникною оболонкою (*Exd*).

Система освітлення повинна відповідати вимогам розд. 9;

електричні датчики виміру рівня, прилади лагу, ехолоту, а також аноди (електроди) системи катодного захисту з накладеним струмом. Ці прилади і пристрої повинні мати газонепроникні оболонки.



У просторах, відділених газонепроникними перегородками від вантажних, зазначених в цьому пункті, допускається встановлювати:

електродвигуни вибухозахищеного виконання для дистанційного керування клапанами вантажної або баластної системи;

звукові прилади вибухозахищеного виконання системи авральної сигналізації.

#### **2.2.4 Приміщення вантажних насосів і вантажних компресорів.**

**2.2.4.1** Освітлювальні прилади (світильники) системи освітлення повинні бути вибухозахищеного виконання: з оболонкою під надлишковим тиском (*Exp*) або із вибухонепроникною оболонкою (*Exd*).

Система освітлення повинна одержувати живлення, як мінімум, від двох фідерів.

Усі вимикачі і захисні пристрої повинні розмикати всі полюси або фази, і повинні бути розташовані в газобезпечних просторах.

**2.2.4.2** Електродвигуни вантажних насосів або вантажних компресорів повинні бути відділені від приміщень насосів (компресорів) газонепроникною перегородкою або палубою.

Для центрування валів електродвигунів і привідних механізмів повинні застосовуватися гнучкі муфти, або інші рівноцінні пристрої, і, додатково відповідні сальники для проходження валів через газонепроникні перегородки або палуби. Ці електродвигуни і відповідне устаткування (пускачі тощо) повинні розміщатися в газобезпечних просторах.

**2.2.4.3** Якщо є такі експлуатаційні або структурні вимоги, які роблять неможливим реалізацію методу, зазначеного в 2.2.4.2, то для привода повинні застосовуватися електродвигуни вибухозахищеного виконання:

з підвищеною надійністю проти вибуху (*Exe*), із вибухонепроникною оболонкою (*Exd*), з оболонкою під надлишковим тиском (*Exp*).

**2.2.4.4** Звукові прилади авральної сигналізації повинні бути вибухозахищеного виконання з вибухонепроникною оболонкою (*Exd*).

#### **2.2.5 Зони на відкритій палубі, не вантажні простори.**

**2.2.5.1** У зонах на відкритих палубах, або не закритих просторах на відкритій палубі на відстані до 3 м від будь-якого відкриття вантажної ємкості, газовипускних пристроїв, фланцевих з'єднань вантажних труб, клапанів вантажної системи або входів і вентиляційних відкриттів відділень вантажних насосів і вантажних компресорів, у зонах на відкритій палубі над вантажною зоною і на 3 м вперед та назад від вантажної зони на відкритій палубі і нагору на висоту 2,4 м вище палуби, у зонах на відстані 2,4 м від зовнішньої поверхні вантажоутримуючої системи, де така поверхня відкрита впливу погодних умов, допускається:

.1 установлення устаткування вибухозахищеного виконання;

.2 транзитна прокладка кабелів.

**2.2.5.2** У закритих або напівзакритих просторах, у яких розміщені трубопроводи, утримуючі вантаж, і в приміщеннях для вантажних шлангів допускається:

**.1** установлення освітлювальної арматури з оболонкою під надлишковим тиском або із вибухонепроникною оболонкою (*Exd*).

Система освітлення повинна бути розділена і одержувати живлення, як мінімум, від двох фідерів.

Усі вимикачі і захисні пристрої повинні відключати всі полюси або фази і розміщатися в газобезпечних просторах, як зазначено в розд. 9;

**.2** транзитна прокладка кабелів.

**2.2.5.3** У закритих або напівзакритих просторах, що мають безпосередні відкриття в будь-який газонебезпечний простір або зону, допускається встановлювати електричне обладнання, відповідне до вимог, пропонованих до установок, розташовуваних у цих газонебезпечних просторах або зонах.

**2.2.5.4** Електричне обладнання, розташоване в приміщеннях, захищених за допомогою повітряних шлюзів, повинне бути вибухозахищеного виконання, якщо воно не обладнане пристроями автоматичного відключення при втраті надлишкового тиску повітря в приміщенні.

**2.2.5.5** Класифікація і розміри небезпечних зон суден з установкою регазифікації повинні визначатися відповідно зі стандартом МЕК 60092-502.

Проте у жодному разі вони не повинні бути менше зазначених в 2.2.5.1.

### **3 ЗАЗЕМЛЕННЯ**

**3.1** Металеві засоби захисту від механічних ушкоджень кабелів, прокладених по верхній палубі і проходячих через вибухонебезпечні простори, повинні бути заземлені принаймні на обох кінцях кожного засобу захисту (кожуха, сталеві труби, броньового оплетення тощо).

**3.2** Металеві вантажні ємкості і трубопроводи, відділені від конструкцій корпусу тепловою ізоляцією, а також з'єднання трубопроводів і шлангів, що мають прокладки, повинні бути заземлені.

### **4 ДЖЕРЕЛА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ**

**4.1** Генератори із приводними двигунами, що використовують вантаж як паливо, не повинні розглядатися як основні джерела електричної енергії.

### **5 ЖИВЛЕННЯ ВІДПОВІДАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ**

**5.1** Від шин головного розподільного щита повинні одержувати живлення наступні споживачі:

**.1** щити вантажних насосів;

**.2** щит компресорних установок повторного зрідження газу;

**.3** щит установки інертного газу;

**.4** щит сигналізації про наявність пари вантажу в приміщеннях;

.5 щит сигналізації і керування системами, пов'язаними із зберіганням і перекачуванням вантажу;

.6 щит вентиляторів, що створюють надлишковий тиск у повітряних шлюзах у вибухозахищеному електричному устаткуванні;

.7 щити бустерних насосів і газоповітрядувок.

**5.2** Живлення споживачів, зазначених в 5.1.4 і 5.1.5, допускається здійснювати від об'єднаних пультів керування вантажоутримуючою системою.

Живлення цих споживачів рекомендується здійснювати через аварійний розподільний щит (АРЩ).

**5.3** Живлення електричних (електронних) систем автоматизації повинне відповідати вимогам частини XV «Автоматизація» Правил МС, за винятком живлення пристроїв автоматизації пуску аварійного дизель-генератора, яке повинне відповідати вимогам 4.4.2 частини XI «Електричне обладнання» Правил МС.

## **6 РОЗПОДІЛ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ВІД АВАРІЙНИХ ДЖЕРЕЛ**

**6.1** Від шин АРЩ повинні одержувати живлення по окремих фідерах наступні споживачі:

.1 щит сигналізації про наявність пари вантажу в приміщеннях;

.2 щит вентиляторів, що створюють надлишковий тиск у повітряних шлюзах і вибухозахищеному електричному устаткуванні;

.3 щит сигналізації положення дверей повітряних шлюзів;

.3 усі електричні компоненти принаймні однієї із систем для обігріву елементів поперечного набору корпусу, як зазначено в 9.4 частини частини IV «Вантажні ємкості».

**6.2** У випадку, зазначеному в 6.1.3, передбачається наявність на судні схвалених Регістром пристроїв для обігріву елементів поперечного набору корпусу

## **7 РОЗМІЩЕННЯ РОЗПОДІЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ**

**7.1** Розміщення розподільних пристроїв у приміщеннях повітряних шлюзів не допускається.

## **8 ЕЛЕКТРИЧНІ ПРИВОДИ СУДНОВИХ МЕХАНІЗМІВ І ПРИСТРОЇВ**

### **8.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ**

**8.1.1** Електричні двигуни не вибухозахищеного виконання, установлені в приміщеннях, доступ у які здійснюється через повітряні шлюзи, повинні мати пристрої, що автоматично відключають живлення при втраті надлишкового тиску в повітряному шлюзі, і запобігають включення живлення до моменту відновлення тиску до колишнього встановленого значення.

## 8.2 ЕЛЕКТРИЧНІ ПРИВОДИ НАСОСІВ

**8.2.1** Електричні приводи вантажних насосів, бустерних насосів і компресорів повинні мати пристрої автоматичного відключення при закритті швидкозапінних клапанів на трубопроводах.

**8.2.2** Електричні приводи заглибних вантажних насосів повинні мати пристрої автоматичного відключення по зниженому рівню рідини у вантажній ємкості, як зазначено в 2.2.2.

**8.2.3** Електричні двигуни вантажних насосів, бустерних насосів, газоповітрянок і компресорів установок повторного зрідження газів повинні розміщатися в приміщеннях, відділених від відповідних вибухонебезпечних приміщень газонепроникними перегородками, і повинні бути зв'язані зі своїми механізмами за допомогою еластичних муфт.

У місцях проходу валопроводів приводів повинні бути передбачені газонепроникні сальники.

## 8.3 ЕЛЕКТРИЧНІ ПРИВОДИ ВЕНТИЛЯТОРІВ

**8.3.1** Електричні приводи вентиляторів, що забезпечують надлишковий тиск у повітряних шлюзах, приміщеннях, що захищаються повітряними шлюзами, і корпусах електричного устаткування вибухозахищеного виконання, не повинні використовуватися для інших цілей.

**8.3.2** Електричні двигуни вентиляторів не повинні розташовуватися у вентиляційних каналах витяжної і припливної вентиляції вибухонебезпечних приміщень.

**8.3.3** Можливість відкривання дверей і включення електричного устаткування, встановленого в вибухонебезпечних приміщеннях, повинні бути заблоковані із приводом вентиляторів таким чином, щоб вхід у приміщення і включення електричного устаткування були можливі тільки після пуску вентиляторів і їхньої роботи протягом часу, необхідного для 3 — 4 обмінів повітря в цьому приміщенні.

## 9 ОСВІТЛЕННЯ

**9.1** Мережа освітлення вибухонебезпечних приміщень і просторів повинна бути розділена принаймні на два ланцюги і одержувати живлення від різних розподільних щитів.

**9.2** Вимикачі і захисні пристрої мережі освітлення вибухонебезпечних приміщень і просторів повинні встановлюватися поза вибухонебезпечними приміщеннями і просторами і відключати всі фази.

**9.3** Освітлювальна арматури вибухонебезпечних приміщень і просторів повинна бути вибухозахищеного виконання: з оболонкою під надлишковим тиском (*Exp*) або із вибухонепроникною оболонкою (*Exd*).

## 10 СИСТЕМА АВАРІЙНО-ПОПЕРЕДЖУВАЛЬНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ (АПС)

**10.1** Повинна бути передбачена стаціонарна система АПС виявлення пари вантажу в приміщеннях і просторах, зазначених в 6.3 частини VIII «Контрольно-вимірювальні пристрої і системи автоматизації».

**10.2** Світловий і звуковий сигнали про появу небезпечної концентрації пари вантажу повинні подаватися в місця (приміщення) добору проб газу, на ходовий місток і на пост керування вантажними операціями (ПКВО).

У місцях несення постійної ваhti повинні подаватися узагальнені сигнали АПС про наявність концентрації газів вище встановлених меж.

**10.3** У системі сигналізації повинні бути передбачені два незалежні джерела живлення.

Основним джерелом повинна бути суднова мережа, резервним — акумуляторна батарея.

**10.4** Якщо система сигналізації одержує живлення від суднової мережі через щит аварійного генератора, ємкість батареї повинна бути достатньою для безперервного живлення цієї системи протягом не менше 30 хв.

У всіх інших випадках, цей час повинний бути не менше зазначеного в 9.3.1 частини XI «Електричне обладнання» Правил МС.

**10.5** Сигналізація про автоматичне відключення заглибних вантажних насосів, закриття швидкозапирних клапанів вантажних трубопроводів, наявності води в міжбар'єрних просторах, наявності витоку вантажу в конденсаті підігрівників вантажу і роботі установки інертного газу повинна бути встановлена в ПКВО.

Сигнал про наявність води в міжбар'єрних просторах повинен дублюватися на ходовому містку.

**10.6** При використанні вантажу як палива, сигналізація про падіння тиску в паливному трубопроводі або про припинення подачі газового палива до механізмів машинного відділення повинна бути встановлена в ЦПК.

**10.7** У ЦПК і у місцях несення постійної ваhti повинна бути встановлена сигналізація про зникнення надлишкового тиску в повітряних шлюзах і електричному устаткуванні вибухозахищеного виконання з оболонкою під надлишковим тиском (*Exp*).

**10.8** На ходовому містку і в місцях несення постійної ваhti повинна бути встановлена сигналізація про стан дверей в повітряних шлюзах відповідно до 1.3.6.2 частини I «Конструкція газозова».

## 11 КОНСТРУКЦІЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

**11.1** Частини електричного обладнання і кабелі, що перебувають у постійному контакті із зрідженими газами або їхніми парами або, що вступають із ними в короточасний контакт, повинні виготовлятися з матеріалів, стійких до їхнього хімічного впливу.

**11.2** Кабелі, призначені для прокладання у вибухонебезпечних приміщеннях і просторах, повинні витримувати без ушкоджень температури, які тривало існують у зазначених приміщеннях, а також відносні подовження, рівні 1/700 довжини металевих конструкцій, по яких вони прокладені.

# ЧАСТИНА VIII. КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИБОРИ І СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

---

## 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

**1.1** Кожна вантажна ємкість повинна бути обладнана приладами для вказівки рівня, тиску і температури вантажу.

У системах трубопроводів для рідкого вантажу і пари, в установках для охолодження вантажу і в системі інертного газу повинні бути встановлені прилади для вимірювання тиску і температури відповідно до вимог цієї частини.

**1.2** Якщо потрібен вторинний бар'єр, повинні встановлюватися стаціонарні контрольно-вимірювальні прилади для виявлення протікань вантажу при порушенні непроникності первинного бар'єру або контакту рідкого вантажу із вторинним бар'єром відповідно з вимогами 5.5 та 6.18.

**1.3** Якщо навантаження або розвантаження судна проводиться за допомогою дистанційно керованих клапанів і насосів, усі засоби керування та індикації, пов'язані з вантажною ємкістю, повинні бути зосереджені в одному посту керування/посту керування вантажними операціями (ПКВО).

**1.4** Контрольно-вимірювальні прилади повинні бути випробувані в робочих умовах, і піддаватися калібруванню через регулярні проміжки часу.

Процедура випробувань і інтервали між калібруваннями повинні бути схвалені Регістром.

**1.5** Вимоги цієї частини поширюються на засоби індикації рівня, тиску і температури вантажу та систем автоматизації суден, призначених для перевезення наливом зріджених газів та інших речовин, зазначених в 1.1 частини I «Класифікація», і доповнюють вимоги частини XV «Автоматизація» Правил МС.

## 2 ІНДИКАТОРИ РІВНЯ РІДИНИ У ВАНТАЖНИХ ЄМКОСТЯХ

**2.1** Кожна вантажна ємкість повинна бути обладнана не менше ніж одним пристроєм вимірювання рівня рідини, розташованим таким чином, щоб у будь-який час забезпечувати можливість зчитування рівня при експлуатації вантажної ємкості.

Пристрій повинний забезпечувати роботу у всьому діапазоні розрахункових значень тиску у вантажній ємкості і в діапазоні специфікаційних температур вантажу.

Якщо встановлений тільки один пристрій вимірювання рівня рідини, він повинен бути розміщений таким чином, щоб його обслуговування і ремонт були можливі без спорожнювання або дегазації вантажної ємкості.

**2.2** Пристрої вимірювання рівня рідини у вантажній ємкості за умови дотримання спеціальних вимог для конкретних вантажів, зазначених у ствпці 8 таблиці технічних вимог (див. Додаток 1), можуть бути наступних типів:

**.1** пристрої непрямого виміру, які визначають кількість вантажу за допомогою зважування або за допомогою витратомірів, установлених в потоці на трубопроводах;

**.2** пристрої закритого типу, які не встановлюються усередині вантажної ємкості, такі як пристрої, що використовують радіоактивні ізотопи, або ультразвукові пристрої;

**.3** пристрої закритого типу, які проникають через границю вантажної ємкості/встановлюються усередині вантажної ємкості, та створюють частину закритої системи і не допускають витоку вантажу, наприклад, пневматичні пристрої, пристрої з поплавковими, електронними і магнітними датчиками,

Якщо вимірювальний пристрій закритого типу не встановлений безпосередньо на вантажній ємкості, він повинний бути поставлений запірним клапаном, розташованим якнайближче до вантажної ємкості;

**.4** пристрої напівзакритого типу, які проникають через границю вантажної ємкості/встановлюються усередині вантажної ємкості, і які при використанні допускають витік в атмосферу невеликої кількості пари вантажу або рідини, такі як вимірювальні пристрої з закріпленою трубою або ковзною трубою.

У непрацюючому стані ці пристрої повинні бути повністю закриті.

Конструкція і установлення таких пристроїв повинні виключати небезпечний витік вантажу при їхньому відкриванні.

Такі пристрої повинні мати таку конструкцію, щоб діаметр максимального отвору не перевищував 1,5 мм або еквівалентну площу перерізу, якщо пристрій не обладнаний перепускним клапаном.

**2.3** Як додаткові засоби виміру у вантажних ємкостях, розрахованих на тиск пари не вище 70 кПа, Регістр може допустити оглядові стекла із внутрішньою шкалою і відповідною захисною кришкою, розташовані вище рівня рідини.

**2.4** Застосування циліндричних стекел як показників рівня рідини не допускається.

Для палубних ємкостей Регістр може допустити застосування мірних стекел плоского типу, аналогічних установлюваних на котлах з високим тиском, і поставлених пропускними клапанами.

### **3 СИГНАЛІЗАЦІЯ ПРО РІВЕНЬ РІДИНИ**

**3.1** Кожна вантажна ємкість, за винятком випадків, зазначених в 3.4, повинна бути обладнана пристроями аварійно-попереджувальної сигналізації (АПС) по високому рівню, що подають світловий і звуковий сигнал по верхньому граничному рівню рідини в ПКВО і на ходовий місток, які працюють незалежно від інших показників рівня рідини.

**3.2** Кожна вантажна ємкість, додатково до зазначеного в 3.1, повинна бути обладнана пристроєм АПС по високому рівню, що працює незалежно від сигналізації по високому рівню рідини (див. 3.1), який забезпечує автоматичне приведення в дію відсічного (аварійного) клапану, щоб уникнути надлишкового тис-



ку рідини у вантажній магістралі і запобігти переповненню вантажної ємкості рідиною.

**3.3** Як відсічний (аварійний) клапан (див. 3.2) може бути використаний відсічний клапан, зазначений в 3.2.5.1 частини VI «Системи і трубопроводи» або бути безпосередньо задіяний із складу системи аварійного відключення (ESD) (див. 5.2 частини VI «Системи і трубопроводи»).

У разі устанавлення клапана, який не входить до складу ESD, на судні повинна бути відповідна інформація щодо його параметрів.

**3.4** Крім випадків, зазначених у частині X «Спеціальні вимоги», сигналізація про перевищення верхнього граничного рівня рідини і автоматичне відключення при заповненні вантажної ємкості не потрібні, якщо вантажна ємність:

є посудиною під тиском обсягом не більше 200 м<sup>3</sup>; або

витримує максимально можливий тиск під час операції навантаження, причому цей тиск буде нижче тиску початку відкривання запобіжного клапану вантажної ємкості.

**3.5** Повинна бути забезпечена

**.1** можливість перевірки положення датчиків усередині вантажних ємкостей;

**.2** можливість функціонального випробування усіх елементів пристрою АПС по високому рівню, включно з електричними ланцюгами (колами) і датчиками, а також сигналізації про перевищення верхнього граничного рівня рідини, без заповнення вантажних ємкостей;

**.3** можливість функціонального випробування АПС відповідно до вимог 3.5.2 у судна, поставленого в сухий док.

**3.6** Якщо передбачені засоби перемикання системи контролю перевищення верхнього граничного рівня рідини (переливання) на ручний режим, вони повинні виключати ненавмисне спрацювання буді-якої із систем.

При такому перемиканні на відповідному(их) посту(ах) керування і ходовому містку повинна бути забезпечена постійна візуальна індикація процесу.

#### **4 ПРИЛАДИ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ТИСКУ**

**4.1** На кожній вантажній ємкості в паровому просторі повинен бути встановлений манометр безпосереднього зчитування. Крім того на посту керування/ПКВО (див. 1.3) повинна бути забезпечена непряма індикація тиску.

На приладах повинні бути відзначені максимальний і мінімальний допустимий тиск.

**4.2** На ходовому містку і посту керування/ПКВО повинні бути передбачені пристрої АПС по високому тиску і, при наявності захисту від вакууму, пристрої АПС по мінімальному тиску.

АПС повинна спрацювати до досягнення тиску настановних значень.

**4.3** На вантажних ємкостях, обладнаних КСТ<sup>1</sup>, які можуть бути установлені більше ніж на одне значення настановного тиску (див. 3.3.2 частини VI «Системи і трубопроводи»), повинні бути передбачені пристрої АПС по високому тиску для кожного із значень настановного тиску.

**4.4** На кожному нагнітальному трубопроводі вантажного насосу і на кожному вантажному маніфольді для рідини і пари повинен бути встановлений принаймні один манометр.

**4.5** На маніфольдах повинні бути передбачені манометри з місцевим відліком для вказівки тиску між запірними клапанами і місцями підключення шлангів, що йдуть із берега.

**4.6** Трюмні приміщення і міжбар'єрні простори, що не мають відкритого виходу в атмосферу, повинні бути постачені манометрами.

**4.7** Всі манометри повинні забезпечувати можливість вимірювання у всьому діапазоні значень тиску в процесі експлуатації.

**4.8** Труби продування манометрів повинні виводитися в безпечне місце.

## 5 ПРИСТРОЇ ІНДИКАЦІЇ ТЕМПЕРАТУРИ

**5.1** Кожна вантажна ємкість повинна бути постачена не менше ніж двома пристроями для індикації температури вантажу, один з яких повинний бути розташований біля дна вантажної ємкості, а інший — поблизу верхньої частини вантажної ємкості нижче максимально допустимого рівня рідини.

На пристроях для індикації температури повинна бути помічена мінімальна температура, при якій допускається експлуатація вантажної ємкості.

**5.2** Пристрої для індикації температури повинні забезпечувати можливість вимірювання температури у всьому діапазоні очікуваних температур експлуатації вантажної ємкості.

**5.3** Якщо для вимірювання температури необхідно використання заглиблення/колодязя, їхня конструкція повинна зводити до мінімуму небезпеку отримання утомних ушкоджень в процесі звичайної експлуатації.

**5.4** Кількість і розташування пристроїв для індикації температури в кожному випадку є предметом спеціального розгляду Регістром.

**5.5 Додаткові вимоги для вантажоутримуючих систем<sup>2</sup>, які вимагають вторинний бар'єр<sup>3</sup>.**

**5.5.1** Кількість і розташування пристроїв для індикації температури повинно відповідати конструкції вантажоутримуючої системи і вимогам проведення вантажних операцій.

**5.5.2** Якщо вантаж перевозиться у вантажоутримуючій системі із вторинним бар'єром при температурі нижче - 55 °С, пристрої для індикації температури по-

---

<sup>1</sup> КСТ (PRV/Pressure relief valve) — клапан для скидання тиску (див. 1.5 частини VI «Системи і трубопроводи»).

<sup>2</sup> Див. 1.2 частини I «Класифікація».

<sup>3</sup> Див. 1.2 частини I «Класифікація».

винні бути розташовані усередині ізоляції або усередині конструкції корпусу, пов'язаних з вантажоутримуючою системою.

Пристрої повинні давати показання через регулярні проміжки часу і при необхідності подавати звуковий сигнал, якщо температура конструкцій наближається до мінімальної, на яку розрахований матеріал корпусу.

**5.5.3** Якщо вантаж перевозиться при температурі нижче - 55 °С, межі вантажних ємностей, якщо це сумісно з конструкцією вантажоутримуючої системи, повинні бути обладнані пристроями для індикації температури, що задовольняють наступним умовам:

**.1** кількість пристроїв повинна бути достатньою для встановлення того, що не відбувається небажаний перепад температур;

**.2** крім пристроїв, зазначених вище, на кожній вантажній ємності повинні бути встановлені пристрої, що дозволяють контролювати початковий процес охолодження. Ці пристрої можуть бути тимчасовими або постійними.

## **6 ПРИСТРОЇ ВИЯВЛЕННЯ ГАЗУ**

**6.1** Відповідно до стовпця 7 таблиці технічних вимог (див. Додаток 1), залежно від перевезеного вантажу, повинно бути встановлене обладнання для виявлення газу (газоаналізатори схваленого Регістром типу) з метою спостереження за цілістю вантажоутримуючої системи, за обробленням вантажу і роботою допоміжних систем.

**6.2** Розташування стаціонарних пристроїв для добору проб газу повинне визначатися з урахуванням щільності пари перевезених вантажів і зниження їхньої концентрації в результаті продувки або вентиляції приміщення.

Будь-який стан, який викликає спрацювання АПС у складі системи виявлення газу, повинний приводити в дію звуковий і світловий сигнали:

**.1** на ходовому містку;

**.2** в ПКВО чи відповідному(их) посту(ах) керування, де безперервно реєструються рівні вмісту газу; та

**.3** на місці зчитування показів датчика.

**6.3** Повинна бути встановлена стаціонарна система виявлення газу з пристроями звукової і світлової АПС:

**.1** у всіх закритих вантажних приміщеннях і вантажних машинних приміщеннях (див. 1.2 частини I «Класифікація») включаючи турельні відсіки, в яких утримуються трубопроводи для газу, газове обладнання і споживачі газу;

**.2** в інших закритих і напівзакритих просторах, де можуть накопичуватися пари, включаючи трюмні приміщення і міжбар'єрні простори для вкладних вантажних ємностей, крім ємностей типу С;

**.3** в приміщеннях електродвигунів вантажних насосів/компресорів та інших установок для обробки вантажу;

**.4** в приміщеннях, де встановлені установки-споживачі, які працюють на газоподібному паливі (див. розд. 11 частини VI «Системи і трубопроводи»);

**.5** у ПКВО, якщо вони не розглядаються як газобезпечні простори;

.6 у вентиляційних кожухах і каналах для газу, якщо це потрібно згідно до розд. 11 частини VI «Системи і трубопроводи»;

.7 у повітряних шлюзах;

.8 у магістралях подачі інертного газу від генераторів інертного газу;

.9 в контурах для охолодження/підігрівання згідно з вимогами 4.1.8 частини VI «Системи і трубопроводи»

Звукова і світлова сигналізація при спрацюванні системи виявлення газу повинна бути передбачена в ПКВО, на ходовому містку і у місці зняття показів.

**6.4** Якщо газоаналізатори встановлюються в газобезпечному просторі, повинні бути виконані наступні умови:

.1 трубопроводи добору проб повинні бути обладнані полум'ягасниками;

.2 кожний трубопровід добору проб повинен бути обладнаний ручним запірним ізолюючим клапаном, установленим на газонепроникній перегородці з газобезпечної сторони;

.3 вузли проходу трубопроводів добору проб через газонепроникні перегородки повинні бути схваленого типу і мати таку ж вогнестійкість, як перегородки;

.4 використаний пробний газ повинен надходити в атмосферу через спеціальну випускную трубу, розташовану в безпечному місці;

.5 прилади і устаткування для газоаналізу повинні бути розташовані в спеціальній герметичній сталевій шафі.

Одна із точок виміру повинна бути розташована усередині шафи. Повинний проводитися постійний моніторинг середовища в шафі;

.6 при досягненні усередині шафи концентрації небезпечних газів 30 % нижньої межі займистості (НМЗ) у повітрі, підведення газу до газоаналізатора повинне автоматично припинятися;

**6.5** Якщо немає можливості розмістити шафу для газоаналізу на газонепроникній перегородці, то трубопроводи добору проб повинні бути як можна більше короткі, виконані зі сталі або еквівалентного їй матеріалу.

Рознімні з'єднання, за винятком з'єднань із шафою газоаналізу та ізолюючими клапанами (див. 6.4.2) на газонепроникній перегородці, не допускаються.

**6.6** Стационарні системи виявлення газу повинні бути безперервної дії і володіти здатністю негайного реагування.

Якщо вони не використовуються для реалізації функцій відключення з умов безпеки, необхідних згідно з 6.4.6 і розд. 11 частини VI «Системи і трубопроводи», може бути допущене наступне.

У випадку виявлення газу шляхом добору проб газоаналізатори повинні:

.1 забезпечувати добір і аналіз проб з кожного місця добору проб послідовно через проміжки часу, що не перевищують 30 хв., крім виявлення газу у вентиляційних кожухах і каналах для газу, зазначених в 6.3.6, де добір проб повинен бути безперервний;

.2 повинні бути передбачені окремі трубопроводи від місць добору проб до відповідного обладнання виявлення газу.

Застосування загальних трубопроводів для добору проб, що ведуть до газоаналізаторів, не допускається;

**.3** трубопроводи, що йдуть від пристроїв для добору проб, не повинні прокладатися через газобезпечні простори, крім випадків, коли це дозволене в 6.4.5 чи 6.5.

**6.7** Пристрої АПС повинні спрацьовувати, коли:

**.1** концентрація газу/пари займистих газів досягає значення, еквівалентного 30 % НМЗ у повітрі;

**.2** у приміщеннях, перерахованих в 6.3, концентрація газу/пари займистих газів досягає значення, еквівалентного 30 % НМЗ у повітрі, і припиняти подачу газоподібного палива в машинне приміщення раніше, ніж концентрація газу досягне 60 % НМЗ у повітрі.

Картери двигунів внутрішнього згоряння, які працюють на газоподібному паливі, повинні мати пристрій сигналізації, установлений на спрацювання до досягнення концентрації газу/пари займистих газів значення, еквівалентного 100 % НМЗ.

**6.8** Для перевезення займистих вантажів у вантажоутримуючих системах інших, ніж вкладні вантажні ємкості, трюмні приміщення і/або міжбар'єрні простори, які підлягають інертизації, повинні бути обладнані стаціонарною системою виявлення газу, що забезпечує вимір концентрації газу від 0 до 100 % за обсягом.

**6.9** Під час перевезення токсичних вантажів трюмні приміщення і міжбар'єрні простори повинні бути обладнані стаціонарною системою трубопроводів для добору проб із цих приміщень і просторів на наявність газу.

Аналіз із кожного місця розташування пристрою для добору проб повинен проводитися за допомогою стаціонарного або переносного устаткування через проміжки часу, що не перевищують 4 год., і в кожному разі перед входом персоналу в приміщення і через кожні 30 хв. протягом часу перебування персоналу.

**6.10** Під час перевезення токсичних або займистих і токсичних вантажів замість стаціонарних систем виявлення газу в приміщеннях, перерахованих в 6.3, Регістр може допустити використання переносного устаткування для виявлення токсичних газів, за умови, що таке устаткування буде використовуватися перед входом персоналу в ці приміщення і через кожні 30 хв. протягом часу перебування персоналу.

Використання переносного устаткування не допускається під час перевезення вантажів, для яких в стовпці 10 таблиці технічних вимог (див. Додаток 1) дається посилання на розд. 6 частини X «Спеціальні вимоги».

**6.11** Конструкція газоаналізаторів повинна забезпечувати можливість їхнього швидкого випробування і калібрування за будь-якої необхідності.

Для забезпечення можливості проведення випробування і калібрування через регулярні проміжки часу, на судні повинні бути встановлені метрологічними службами стаціонарні з'єднання.

**6.12** Кожне судно повинне бути постачене принаймні двома комплектами схваленого Регістром переносного устаткування для виявлення газу, яке відповідає перевезеному вантажу.

**6.13** На судні повинен бути встановлений прилад для виміру рівня вмісту кисню в атмосфері інертних газів.

**6.14** Вантажні машинні приміщення і трюмні приміщення для вкладних вантажних ємкостей інших ніж вкладні вантажні ємкості типу С суден, сертифікованих для перевезення незаймистих продуктів, відповідно в стовпці 7 таблиці технічних вимог (див. Додаток 1) позначені літерою «А» (Asphixiant), повинні бути обладнані засобами моніторингу за недостатнім вмістом кисню залежно від перевезеного вантажу.

Крім цього, засоби моніторингу за недостатнім вмістом кисню повинні бути установлені в замкнутах і напівзамкнутах приміщеннях, де установлене обладнання, здатне створити середовище, збіднене киснем, таке як генератори азоту, генератори інертного газу або системи охолодження з використанням азотного циклу.

**6.15** У вантажоутримуючих системах мембранного типу для основних і втринних ізолюючих просторів повинна бути передбачена можливість їхньої інертизації, а склад газового середовища в них повинний аналізуватися окремо.

Устрій АПС у вторинному ізолюючому просторі повинний відповідати вимогам 6.7.1, а устрій АПС у основному ізолюючому просторі повинний бути установлений на значення, схвалене Адміністрацією або визаною компетентною організацією.

**6.16** Газоаналізатори, призначені для виявлення газу в житлових і службових приміщеннях і в постах керування, повинні мати діапазон виміру в межах максимально допустимих концентрацій газів, для перевезення яких призначене судно.

**6.17** На суднах з установкою регазифікації система виявлення газу на додаток до вимог, викладених в 6.3, повинна мати достатню кількість детекторів (оповісників) газу безперервної дії для контролю в районах:

- установок регазифікації;
- станції виміру відвантаження;
- усмоктувального колектору;
- маніфольду видачі;
- резервуарів для зберігання будь-яких горючих рідин або газів, якщо вони встановлені на верхній палубі;
- повітрязабірних вентиляційних отворів, що ведуть у газобезпечні приміщення;
- установки одорації;
- відсіку турелі.

**6.18 Додаткові вимоги для вантажоутримуючих систем, які вимагають вторинний бар'єр.**

**6.18.1** У випадках, коли вимагається вторинний бар'єр, повинна бути передбачена стаціонарна вимірвальна апаратура для виявлення порушень цілісті основного бар'єру в будь-якому місці або для виявлення контакту рідкого вантажу з вторинним бар'єром в будь-якому місці.

**6.18.2** Апаратура, зазначена в 6.18.1, повинна складатися із відповідних приладів для виявлення газу.

Проте від апаратури не вимагається визначення місця протікання через основний бар'єр або місця, де рідкий вантаж вступив в контакт з вторинним бар'єром.

**7 СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ**

**7.1** Вимоги цього розділу застосовуються в тих випадках, коли для здійснення функцій керування, контролю/аварійно-попереджувальної сигналізації і захисту, необхідних згідно з Правилами LG, використовуються системи автоматизації.

**7.2** Системи автоматизації повинні бути сконструйовані, установлені і випробувані відповідно із Правилами LG і стандартом МЕК 60092-504:2001 «Електричні установки на судах — Спеціальні технічні характеристики. Контроль і вимірвальна апаратура».

**7.3** Повинне застосовуватися устаткування схваленого типу, призначене для використання в морських умовах експлуатації.

**7.4** Усі функції програмного забезпечення, що передбачаються, повинні бути розроблені, докладно зазначені в технічній документації, перевірені і зафіксовані в протоколах випробувань.

**7.5** Використовуваний інтерфейс повинен бути розроблений таким чином, щоб кероване устаткування в будь-який час могло працювати безпечним і діючим способом.

**7.6** Відмова апаратної частини або помилка оператора системи не повинні приводити до розвитку небезпечних наслідків.

Повинні бути передбачені заходи, що виключають неправильну експлуатацію.

**7.7** Не повинні сполучатися функції керування, контролю/аварійно-попереджувальної сигналізації і захисту.

Функції керування, контролю/аварійно-попереджувальної сигналізації і захисту повинні бути передбачені для всіх частин системи автоматизації, які задіяні у виконанні перерахованих функцій, включаючи приєднані пристрої і джерела живлення.

**7.8** Повинний бути передбачений захист від випадкового або несанкціонованого втручання, здатного привести до змін у програмах керування або величинах граничних значень контрольованих параметрів.

**7.9** Будь-які зміни в програмному забезпеченні повинні бути відображені в схваленій технічній документації.

На судні повинна бути передбачена процедура керування такими змінами і здійснюватися реєстрація.

**7.10** Процедури розробки і супроводу інтегрованих (комплексних) систем повинні відповідати стандартам МЕК 15288:2008 «Системна інженерія. Процеси життєвого циклу систем» і ISO 17894:2005 «Судна і морські технології. Застосування ЕОМ. Загальні принципи розробки і застосування програмувальних електронних систем на морських судах».

Ці процедури повинні включати відповідне виявлення ризиків і керування ними.

### **7.11 Системна інтеграція.**

**7.11.1** Повинні бути визначені істотні функції безпеки для зменшення ризиків заподіяння шкоди персоналу або збитку об'єкту керування/контролю або навколишньому середовищу, як у процесі експлуатації, так і при відмовах.

Функції повинні бути розроблені з урахуванням принципу виходу з ладу в безпечний стан.

Серед учасників проектування інтегрованих систем повинен бути визначений і погоджений сторонами системний інтегратор.

**7.11.2** Функціональні вимоги для кожної з підсистем, що є складовою частиною інтегрованої системи, повинні бути чітко визначені відповідно до призначення і установленими вимогами безпеки і з урахуванням будь-яких обмежень об'єкту керування/контролю.

**7.11.3** Повинні бути визначені основні наслідки відмов для інтегрованої системи шляхом використання відповідних методів на основі оцінки ризиків.

Проектант повинен розробити і представити на узгодження «Аналіз наслідків відмов» (відповідно зі стандартом МЕК 60812:2006 «Метод аналізу видів і наслідків відмов»).

**7.11.4** Інтегрована система повинна володіти відповідними засобами зворотного керування.

Альтернативні засоби керування, незалежні від інтегрованої системи, повинні бути передбачені для всіх відповідальних функцій.

**7.11.5** Відмова однієї частини інтегрованої системи (модуля, блоку апаратури або підсистеми) не повинна впливати на функціонування інших частин, крім тих функцій, які безпосередньо залежать від роботи елемента, що відмовив.

Повна відмова зв'язків між частинами інтегрованої системи не повинна впливати на функціонування частин системи в незалежному режимі.

**7.11.6** Функціонування об'єктів керування в рамках інтегрованої системи повинне бути не менше ефективним і надійним, ніж їхнє функціонування в автономних умовах.



**7.11.7** Повинна бути продемонстрована надійність роботи основних механізмів і систем у ході звичайної експлуатації і при відмовах.

Відмови можуть моделюватися з достатнім ступенем реалістичності, щоб наочно показати виявлення відмов у системі і реагування системи на такі відмови.

# ЧАСТИНА ІХ. МАТЕРІАЛИ І ЗВАРЮВАННЯ

---

## 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

**1.1** Вимоги цієї частини поширюються на листовий і профільний прокат, труби, кування і виливки, призначені для виготовлення вантажних ємкостей, технологічних посудин під тиском, вантажних і технологічних трубопроводів, вторинних бар'єрів, а також на зварні конструкції зазначених виробів.

Вимоги також поширюються на листовий і профільний прокат із суднобудівної сталі згідно з 3.2 частини XIII «Матеріали» Правил МС, призначений для виготовлення конструкцій, що сприймають низьку температуру, але, що не є частиною вторинного бар'єру. Суднобудівна сталь повинна також відповідати вимогам 3.2 для сталі відповідної категорії.

Вимоги до прокату, кувань і виливок наведені в табл. 2-1 — 2-5, до зварних конструкцій — у розд. 3 цієї частини.

**1.2** Виготовлення, випробування, огляд і документація повинні задовольняти вимогам частини XIII «Матеріали» Правил МС, погодженим стандартам і вимогам цієї частини.

**1.3** Якщо Регістром не вимагається інше, повинні бути проведені випробування на ударний вигин відповідно з 2.2.3 частини XIII «Матеріали» Правил МС на зразках згідно з рис. 2.2.3.1-2 і табл. 2.2.3.1-2 зазначеної частини; при цьому встановлюються норми мінімальної роботи удару **KV** згідно з 2.2.3.1 і табл. 2.2.3.1-4 зазначеної частини. Вимоги до випробувань металу товщиною менше 5 мм повинні відповідати стандартам.

У всіх випадках повинні виготовлятися зразки найбільшого розміру для даної товщини матеріалу; поздовжня вісь зразку повинна розташовуватися посередині між поверхнею і центром перерізу по товщині.

Надріз виконується перпендикулярно до поверхні.

За узгодженням з Регістром на додаток до випробувань на ударний вигин або замість них можуть проводитися інші випробування для визначення стійкості проти крихких руйнувань (тріщино-стійкість), наприклад, випробування падаючим вантажем.

**1.4** Тимчасовий опір, границя плинності і відносне подовження матеріалу повинні бути зазначені в документації, що підлягає схваленню Регістром.

**1.5** Випробування на вигин може не проводитися для основного матеріалу, проте потрібне при випробуванні зварних з'єднань.

**1.6** Регістр може допустити матеріали з іншим хімічним складом і/або іншими механічними властивостями.

**1.7** Якщо передбачається термічна обробка після зварювання, властивості основного матеріалу повинні визначатися в стані термічної обробки відповідно до табл. 2.1-1 — 2.1-5, властивості зварного з'єднання — після термічної обробки згідно з вимогами розд. 3, а вимоги до випробувань можуть бути змінені за узгодженням з Регістром.

## 2 ВИМОГИ ДО МАТЕРІАЛІВ

**2.1** Вимоги до конструкційних матеріалів наведені в наступних таблицях:

табл. 2.1-1: листи, труби (безшовні і зварні), профілі і кування для вантажних ємкостей і технологічних посудин під тиском для розрахункових температур не нижче 0 °С;

табл. 2.1-2: листи, профілі і кування для вантажних ємкостей, вторинних бар'єрів і технологічних посудин під тиском для розрахункових температур від 0 до -55 °С;

табл. 2.1-3: листи, профілі і кування для вантажних ємкостей, вторинних бар'єрів і технологічних посудин під тиском для розрахункових температур від -55 до -165 °С;

табл. 2.1-4: труби (безшовні і зварні), кування і виливки для вантажних і технологічних трубопроводів для розрахункових температур від 0 до -165 °С;

табл. 2.1-5: листові і профільні сталі для корпусних конструкцій, що сприймають знижену температуру вантажу.

**Таблиця 2.1-1 Листи, труби (безшовні і зварні)<sup>1</sup>, профілі і кування для вантажних ємкостей і технологічних посудин під тиском для розрахункових температур не нижче 0 °С**

№ з/п	Параметри	
1	Хімічний склад	
1.1	Вуглецево-марганцева сталь. Спокійна. Мілкозерниста, якщо товщина перевищує 20 мм	
1.2	Невеликі добавки легуючих елементів за погодженням з Регістром	
1.3	Хімічний склад сталі повинен бути схвалений Регістром	
2	Термічна обробка	
2.1	Нормалізація або гартування і відпуск <sup>2</sup>	
3	Випробування на розтягання і ударний вигин	
3.1	Листи. Випробуванням піддається кожний виріб	
3.2	Профілі і кування. Випробування по партіях	
3.3	Випробування на розтягання. Розрахункова мінімальна межа плинності не повинна перевищувати <sup>3</sup> 410 МПа	
4	Випробування на ударний вигин	
4.1	Листи. Поперечні зразки. Мінімальна середня робота удару $KV27$ Дж	
4.2	Профілі і кування. Поздовжні зразки. Мінімальна середня робота удару $KV41$ Дж	
5	Температура випробування на ударний вигин. Товщина $S$ (мм)	
	Товщина $S$ (мм)	Температура випробування (°С)
	$S \leq 20$	0
	$20 < S \leq 40$	-20

<sup>1</sup> Для безшовних труб і арматури – відповідно до вимог Правил МС. Застосування зварних труб з поздовжнім і спіральним зварним швом підлягають спеціальному схваленню Регістром.

<sup>2</sup> За спеціальним схваленням Регістром замість нормалізації або гартування і відпуску може бути застосована прокатка за контрольованої температури.

## Закінчення табл. 2.1-1

<sup>3</sup> Матеріали з розрахунковою мінімальною межею плинності понад 410 МПа можуть бути використані після спеціального схвалення Регістром.

Твердість зварного шва і зони термічного впливу повинна відповідати прийнятним нормам.

**Таблиця 2.1-2 Листи, профілі і кування<sup>1</sup> для вантажних ємкостей, вторинних бар'єрів і технологічних посудин під тиском для розрахункових температур від 0 до -55 °С. Мінімальна товщина<sup>2</sup> 25 мм**

№ з/п	Параметри					
1	Хімічний склад					
1.1	Вуглецево-марганцева сталь. Спокійна. Мілкозерниста, оброблена алюмінієм					
1.2	Хімічний склад (ковшова проба), %:					
	C	Mn	Si	S	P	
	0,16 макс. <sup>3</sup>	0,70–1,60	0,10–0,50	0,035 макс.	0,035 макс.	
	Легуючі і подрібнюючі елементи в загальному випадку можуть відповідати нормам, %:					
	Ni	Cr	Mo	Cu	Nb	V
	0,80 макс.	0,25 макс.	0,08 макс.	0,35 макс.	0,05 макс.	0,10 макс.
2	Термічна обробка					
2.1	Нормалізація або гартування і відпуск <sup>4</sup>					
3	Випробування на розтягання і ударний вигин					
3.1	Листи. Випробуванням піддається кожний виріб					
3.2	Профілі і кування. Випробування по партіях					
4	Випробування на ударний вигин					
4.1	Листи. Поперечні зразки. Мінімальна середня робота удару KV27 Дж					
4.2	Профілі і кування <sup>1</sup> . Поздовжні зразки. Мінімальна середня робота удару KV41 Дж					
5	Температура випробування на ударний вигин					
5.1	На 5 °С нижче розрахункової температури або - 20 °С, дивлячись по тому, що менше					

<sup>1</sup> Вимоги до хімічного складу і величини роботи удару для кувань є в кожному випадку предметом спеціального схвалення Регістром.

<sup>2</sup> Випробування на ударний вигин матеріалів товщиною понад 25 мм повинне виконуватися наступним чином:

№ з/п	Товщина матеріалу, S, мм	Температура випробувань, °С
1	25 < S ≤ 30	На 10 °С нижче розрахункової температури або - 20 °С, дивлячись по тому, що менше
2	30 < S ≤ 35	На 15 °С нижче розрахункової температури або - 20 °С, дивлячись по тому, що менше
3	35 < S ≤ 40	На 20 °С нижче розрахункової температури

<sup>1</sup> Величина роботи удару повинна відповідати наведеній в таблиці для відповідного зразку.

## Закінчення табл. 2.1-2

<sup>2</sup>Для матеріалу товщиною понад 40 мм величина роботи удару є предметом спеціального розгляду Регістром.

Матеріали для вантажних ємкостей та їхніх частин, які повністю піддаються термічній обробці для зняття напружень після зварювання, можуть випробовуватися при температурі на 5 °С нижче розрахункової температури або - 20 °С, дивлячись по тому, що менше.

Матеріали для фундаментів та їхніх з'єднань повинні випробовуватися при температурі, яка вимагається для відповідної товщини сусідньої вантажної ємкості.

<sup>3</sup>За узгодженням з Регістром вміст вуглецю може бути збільшений до 0,18 за умови, що розрахункова температура не нижче - 40 °С.

<sup>4</sup>За узгодженням з Регістром замість нормалізації або гартування і відпуску може бути застосована прокатка за контрольованою температурою.

Для матеріалів товщиною понад 25 мм, для яких температура випробувань рівна - 60°С і нижче, Регістр може вимагати застосування спеціально обробленої сталі або сталі згідно з табл. 2.1-3.

**Таблиця 2.1-3 Листи, профілі і кування<sup>1</sup> для вантажних ємкостей, вторинних бар'єрів і технологічних посудин під тиском для розрахункових температур<sup>2</sup> нижче -55 °С до -165 °С. Мінімальна товщина<sup>3</sup> 25 мм**

№ з/п	Мінімальна розрахункова температура, °С	Хімічний склад <sup>4</sup> і термічна обробка	Температура випробування на ударний вигин, °С
1	2	3	4
1	-60	Сталь з 1,5 % Ni Нормалізована	-65
2	-65	Сталь з 2,25 % Ni Нормалізована або нормалізована і відпущена <sup>5</sup>	-70
3	-90	Сталь з 3,5 % Ni Нормалізована або нормалізована і відпущена <sup>5</sup>	-95
4	-105	Сталь з 5 % Ni Нормалізована або нормалізована і відпущена <sup>5,6</sup>	-110
5	-165	Сталь з 9 % Ni Двічі нормалізована або нормалізована і відпущена або гартована і відпущена	-196
6	-165	Аустенітні сталі типів* 304, 304L, 316, 316L, 321, 347. Оброблені на твердий розчин <sup>7</sup>	-196
7	-165	Алюмінієві сплави типа* 5083 Відпалені	Випробування не потрібні

## Закінчення табл. 2.1-3

1	2	3	4
8	-165	Аустенітний сплав Fe- Ni(36% Ni) Термічна обробка за погодженням з Регістром	Випробування не потрібні
9	Випробування на розтягання і ударний вигин		
9.1	Листи. Випробуванням піддається кожний виріб		
9.2	Профілі і кування. Випробування по партіях		
10	Випробування на ударний вигин		
10.1	Листи. Поперечні зразки. Мінімальна середня робота удару KV 27 Дж		
10.2	Профілі і кування. Поздовжні зразки. Мінімальна середня робота удару KV 41 Дж		

<sup>1</sup> Випробування на ударний вигин кувань відповідального призначення є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром.

<sup>2</sup> Вимоги до розрахункових температур нижче -165 °C є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром.

<sup>3</sup> Для сталей з 1,5 % Ni, 2,25 % Ni, 3,5 % Ni і 5 % Ni товщиною понад 25 мм випробування на ударний вигин повинні проводитися наступним чином:

№ з/п	Товщина матеріалу, S, мм	Температура випробувань, °C
1	$25 < S \leq 30$	На 10 °C нижче розрахункової
2	$30 < S \leq 35$	На 15 °C нижче розрахункової
3	$35 < S \leq 40$	На 20 °C нижче розрахункової

В будь-якому випадку температура випробувань, °C, не повинна перевищувати зазначену в таблиці.

Величина роботи удару повинна відповідати зазначеній в таблиці для застосованого зразку.

Для сталей з 5 % Ni, аустенітних нержавіючих сталей і алюмінієвих сплавів застосування товщин понад 25 мм є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром.

<sup>4</sup> Граничні значення хімічного складу повинні бути схвалені Регістром.

<sup>5</sup> Для загартованих і відпущених сталей за погодженням з Регістром може бути допущена більше низька мінімальна розрахункова температура.

<sup>6</sup> Сталь після спеціальної термічної обробки, наприклад, сталь з 5 % Ni після потрібної термічної обробки може бути використана при температурі -165 °C за спеціальним погодженням з Регістром за умови, що випробування на ударний вигин проводяться при температурі -196 °C.

<sup>7</sup> За погодженням з Регістром випробування на ударний вигин не проводиться.

\*Відповідно з міжнародними і національними стандартами.

**Таблиця 2.1-4 Труби (безшовні і зварені)<sup>1</sup>, кування<sup>2</sup> і виливки<sup>2</sup> для вантажних і технологічних трубопроводів для розрахункових температур<sup>3</sup> від 0 до -165 °С. Максимальна товщина 25 мм**

№ з/п	Мінімальна розрахункова температура, °С	Хімічний склад <sup>4</sup> і термічна обробка	Випробування на ударний вигин (поздовжній зразок)	
			Температура випробувань, °С	Мінімальна середня робота удару, Дж
1	2	3	4	5
1	- 55	Вуглецево-марганцева сталь. Спокійна. Мілкозерниста. Нормалізована і оброблена за спеціальним погодженням з Регістром <sup>6</sup>	- <sup>5</sup>	27
2	- 65	Сталь з 2,25 % Ni Нормалізована або нормалізована і відпущена <sup>6</sup>	- 70	34
3	- 90	Сталь з 3,5 % Ni Нормалізована або нормалізована і відпущена <sup>6</sup>	- 95	34
4	- 165	Сталь з 9 % Ni <sup>7</sup> Двічі нормалізована і відпущена або гартована і відпущена	- 196	41
5	- 165	Аустенітні сталі типів* 304, 304L, 316, 316L, 321, 347. Оброблені на твердий розчин*	- 196	41
6	- 165	Алюмінієві сплави типа* 5083 Відпалені		Випробування не потрібні
7	Випробування на розтягання і ударний вигин Випробуванням піддається кожна партія			
8	Випробування на ударний вигин Поздовжні зразки			

<sup>1</sup>Застосування зварних труб з поздовжнім і спіральним зварним швом підлягають спеціальному погодженню з Регістром.

<sup>2</sup>Вимоги до кувань і вливок можуть бути предметом спеціального погодження з Регістром.

<sup>3</sup>Вимоги до розрахункових температур нижче -165 °С є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром.

<sup>4</sup>Граничні значення хімічного складу повинні бути схвалені Регістром.

<sup>5</sup>Температура випробувань, °С повинна бути на 5 °С нижче розрахункової температури або - 20 °С, дивлячись по тому, що менше.

<sup>6</sup>Для гартованої і відпущеної сталей за погодженням з Регістром може бути допущена більша низька мінімальна розрахункова температура.

<sup>7</sup>Цей хімічний склад не застосовується для вливок.

<sup>8</sup>За погодженням з Регістром випробування на ударний вигин можуть не проводитися.

\*Відповідно з міжнародними і національними стандартами.

**Таблиця 2.1-5 Листова і профільна сталь для корпусних конструкцій, що сприймають знижену температуру вантажу (див. 9.4 і 10.4 частини IV «Вантажні ємкості»)**

№ з/п	Мінімальна розрахункова температура конструкцій корпусу, °С	Максимальна товщина, мм, для сталі категорії:						
		A	B	D	E	A32 A36 A40	D32 D36 D40	E32 E36 E40
1	0 і вище <sup>1</sup> -5 і вище <sup>2</sup>	Відповідно до 1.4 частини II «Корпус» Правил МС						
2	Нижче ніж -5	15	25	30	50	25	45	50
3	Нижче ніж -10	*	20	25	50	20	40	50
4	Нижче ніж -20	*	*	20	50	*	30	50
5	Нижче ніж -30	*	*	*	40	*	20	40
6	Нижче -30	Відповідно до табл. 2.1-2, за винятком того, що обмеження за товщиною, наведені в виносці <sup>2</sup> до цієї таблиці, не застосовуються						

<sup>1</sup> Для випадків, зазначених в 9.3 частини IV «Вантажні ємкості».

<sup>2</sup> Для випадків, зазначених в 9.1 частини IV «Вантажні ємкості».

\* Застосування сталі цієї категорії не допускається



## **3 ЗВАРЮВАННЯ І НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ**

### **3.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ**

**3.1.1** Вимоги цього розділу, як правило, застосовуються для вуглецевих, вуглецево-марганцевих, легованих нікелем і нержавіючих сталей і можуть становити основу для приймальних випробувань інших матеріалів.

За узгодженням з Регістром випробування на ударний вигин зварних з'єднань із нержавіючої сталі і алюмінієвих сплавів можуть не проводитися.

Регістр може зажадати інші види випробувань для будь-якого матеріалу.

#### **3.1.2 Методи неруйнівного контролю.**

**3.1.2.1** Неруйнівний контроль зварних з'єднань може виконуватися наступними методами:

- .1** зовнішнім оглядом і вимірюванням (VT);
- .2** магнітопорошковим (MT);
- .3** капілярним, включаючи кольоровий, люмінесцентний і люмінесцентно-кольоровий (PT);
- .4** радіографічним, включаючи рентгено-і гаммаграфічний (RT);
- .5** ультразвуковим (UT);
- .6** контролю непроникності і герметичності.

**3.1.2.2** Можливості різних методів неруйнівного контролю та їхнього застосування для різних типів зварних з'єднань наведені в підрозд. 3.1.1 частини XIV «Зварювання» Правил МС.

### **3.2 ЗВАРЮВАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ**

**3.2.1** Зварювальні матеріали, призначені для зварювання вантажних ємкостей, повинні бути визнані Регістром, мати відповідне Свідоцтво про схвалення зварювальних матеріалів, і відповідати погодженим з Регістром стандартам і/або специфікаціям.

**3.2.2** Для всіх зварювальних матеріалів, якщо інше не застережене, повинні проводитися випробування наплавленого металу і стикового зварного з'єднання.

Результати, отримані при проведенні випробувань на розтягання і ударний вигин на зразках з V-подібним надрізом, повинні задовольняти вимогам Регістру.

Хімічний склад наплавленого металу підлягає узгодженню з Регістром.

### 3.3 ТЕХНОЛОГІЧНІ ВИПРОБУВАННЯ ПРИ ЗВАРЮВАННІ ВАНТАЖНИХ ЄМКОСТЕЙ, ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОСУДИН ПІД ТИСКОМ І ВТОРИННИХ БАР'ЄРІВ

#### 3.3.1 Кількість і розташування проб для випробувань.

3.3.1.1 На всіх стикових швах повинні проводитися технологічні випробування:

- для кожного основного матеріалу;
- для кожного зварювального матеріалу і способу зварювання;
- для кожного положення шва.

Стикові проби з листів сталі повинні бути підготовлені таким чином, щоб напрямок зварювання збігався з напрямком прокатки.

Діапазон товщин для кожного технологічного випробування встановлюється за узгодженням з Регістром.

За розсудом виготовлювача або Регістру може проводитися радіографічний або ультразвуковий контроль.

Технологічні випробування зварювальних матеріалів для зварювання кутових швів повинні виконуватися відповідно до вимог частини XIV «Зварювання» Правил МС; при цьому зварювальні матеріали повинні забезпечувати необхідну величину роботи удару при випробуванні на ударний вигин.

#### 3.3.2 Обсяг випробувань.

3.3.2.1 Для кожної проби повинен установлюватися наступний порядок випробувань способу зварювання:

- .1 випробування на розтягання зразків, вирізаних поперек звареного шва;
- .2 випробування на загин зразків, вирізаних поперек зварного шва.

За розсудом Регістру випробування на вигин може проводитися таким чином, щоб у зоні розтягання був верх або корінь шва, або може бути проведене випробування на бічний вигин.

Проте, у тих випадках, коли основний матеріал і метал шва мають різні рівні міцності, замість випробувань на поперечних зразках можуть вимагатися випробування на зразках, вирізаних уздовж зварного шва;

.3 випробування на ударний вигин (ударну в'язкість) — один комплект із трьох зразків з V-подібним надрізом повинен бути відібраний з наступних місць, зазначених на рис. 3.3.2.1.3,

де розташування зразків з V-подібним надрізом:

- 1 - вісь симетрії зварного шва;
- 2 - надріз на лінії сплавлення (ЛС);
- 3 - надріз в зоні термічного впливу (HAZ) на відстані 1 мм від ЛС;
- 4 - надріз в зоні термічного впливу (HAZ) на відстані 3 мм від ЛС;
- 5 - надріз в зоні термічного впливу (HAZ) на відстані 5 мм від ЛС.

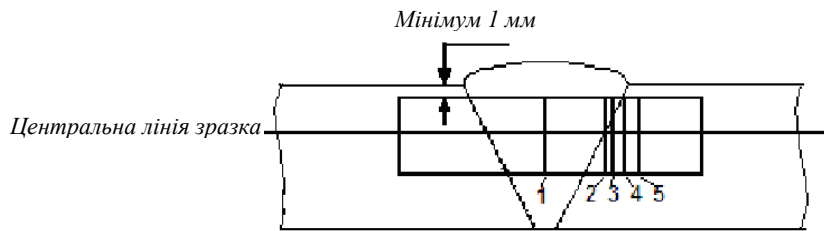
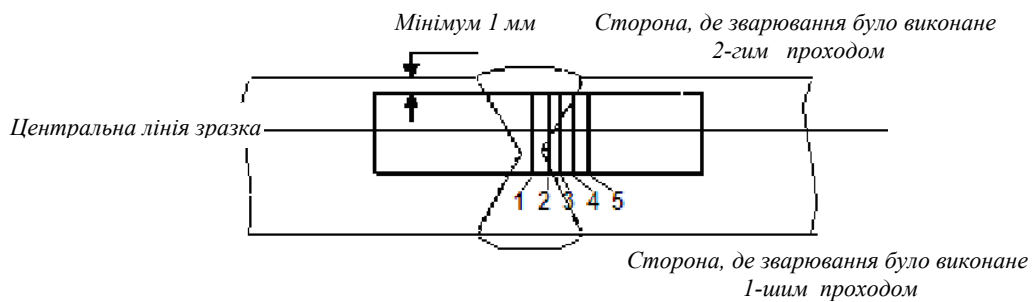
*V-подібний стиковий шов зі скосом двох кромek**X-подібний стиковий шов з двома скосами двох*

Рис. 3.3.2.1.3 Орієнтація зразка для випробувань на ударний вигин і зразка з V-подібним надрізом.

.4 огляд шліфів. Регістр може зажадати також аналіз макро-мікроструктури і визначення твердості.

### 3.4 ВИПРОБУВАННЯ

#### 3.4.1 Випробування на розтягання.

3.4.1.1 Тимчасовий опір при випробуванні зварних з'єднань повинний бути не менше необхідного для основного металу.

Тимчасовий опір металу зварного шва менший тимчасового опору основного металу допускається за спеціальним узгодженням з Регістром, якщо при випробуванні на розтягання зразка, вирізаного поперек зварного шва, тимчасовий опір буде не менше запропонованого тимчасового опору металу зварного шва.

У кожному разі для відомості повинне повідомлятися місце руйнування.

#### 3.4.2 Випробування на вигин.

3.4.2.1 При вигині на оправці діаметром, рівним чотирьом товщинам зразка, не повинно бути тріщин при куті вигину до 180°, якщо інше не застережене особливо.

### **3.4.3 Випробування на ударний вигин зразків з V- подібним надрізом.**

**3.4.3.1** Випробування повинні проводитися при температурі, запропонованій для основних матеріалів, що зварюються.

При випробуванні металу шва на ударний вигин величина роботи удару повинна бути не менше 27 Дж.

Вимоги при випробуванні зразків менших розмірів і величина роботи удару, що допускається, на одному зразку повинна відповідати 2.2.3.1 і табл. 2.2.3.1-4 частини XIII «Матеріали» Правил МС.

Результати випробувань на ударний вигин по лінії сплавлення і зоні термічного впливу повинні задовольняти вимогам до основного матеріалу для поздовжніх або поперечних зразків залежно від того, що застосовне, а зразків менших розмірів — аналогічно зазначеному в 1.3.

## **3.5 ТЕХНОЛОГІЧНІ ВИПРОБУВАННЯ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ ТРУБОПРОВОДІВ**

**3.5.1** Повинні бути проведені технологічні випробування зварних з'єднань трубопроводів, які повинні бути аналогічні випробуванням, зазначеним в 3.2.

Якщо не застережене інше, вимоги до випробувань повинні відповідати наведеним в 3.4.

## **3.6 ВИПРОБУВАННЯ ЗВАРНИХ ШВІВ У ПРОЦЕСІ ВИРОБНИЦТВА**

**3.6.1** Для всіх вантажних ємкостей і технологічних посудин під тиском, за винятком вбудованих і мембранних вантажних ємкостей, випробування зварних швів у процесі виробництва повинні, як правило, проводитися приблизно на кожні 50 м стикових зварних з'єднань і представляти кожне положення шва.

Для вторинних бар'єрів повинні бути проведені ті ж випробування, але їхній обсяг може бути зменшений за узгодженням з Регістром.

До вторинних бар'єрів можуть, на розсуд Регістру, вимагатися інші випробування, ніж для вантажних ємкостей або тих що, зазначені в 3.6.2 — 3.6.4.

**3.6.2** Випробування в процесі виробництва для вкладних вантажних ємкостей типів А і В і напівмембранних ємкостей включають наступні випробування:

**3.6.2.1** Випробування на вигин і ударний вигин, якщо вони потрібні при технологічних випробуваннях.

Один комплект, що складається із трьох зразків, повинен бути випробуваний на кожні 50 м зварних швів.

Випробування на ударний вигин повинні проводитися на зразках з надрізом, розташованим або по центру зварного шва, або в зоні термічного впливу (найбільше критичне місце встановлюється за результатами технологічних випробувань).

Для аустенітної нержавіючої сталі всі надрізи повинні бути по центру зварного шва.

**3.6.2.2** Вимоги до випробувань аналогічні застосовним вимогам 3.4, за винятком того, що випробування на ударний вигин, які не відповідають випробувано

запропонованим вимогам до величини роботи удару, можуть бути прийняті за спеціальним узгодженням з Регістром після проведення випробувань падаючим вантажем. У цих випадках повинні бути два зразки за умови, що отримана середня величина роботи удару при випробуванні на ударний вигин становить не менш 70 % необхідної.

Задовільним вважається результат, якщо обидва зразки не руйнуються при тій же температурі, яка потрібна для випробувань на ударний вигин.

**3.6.3** Крім випробувань для вкладних вантажних ємкостей типу С і технологічних посудин під тиском повинні бути також проведені випробування на розтягання зразків, вирізаних поперек зварного шва.

Вимоги до випробувань викладені в 3.4.

При одержанні незадовільних результатів випробувань на ударний вигин повинні бути проведені повторні випробування згідно з 3.6.2.2.

**3.6.4** Випробування зварних швів у процесі виробництва для вкладних вантажних ємкостей і мембранних ємкостей повинні виконуватися відповідно до вимог Регістру.

### 3.7 НЕРУЙНІВНИЙ КОТРОЛЬ

**3.7.1** Для вкладних вантажних ємкостей типу А і напівмембранних ємкостей, якщо розрахункова температура рівна або нижче  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , і для вкладних вантажних ємкостей типу В незалежно від температури 100 % стикових зварних швів з повним проваром листів обшивки вантажних ємкостей повинні зазнати неруйнівного контролю радіографічним методом (RT).

**3.7.1.1** При розрахунковій температурі вище  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  усі перетинання стикових зварних швів з повним проваром і щонайменше 10 % інших стикових зварних швів з повним проваром конструкцій вантажних ємкостей повинні бути піддані неруйнівному контролю радіографічним методом (RT).

**3.7.1.2** У кожному випадку зварні шви інших конструкцій вантажних ємкостей, включаючи зварювання ребер жорсткості та іншої арматури і кріплення, повинні бути піддані неруйнівному контролю за узгодженням з Регістром.

**3.7.1.3** Усі методи неруйнівного контролю і критерії оцінки повинні бути погоджені з Регістром.

За узгодженням з Регістром замість неруйнівного контролю радіографічним методом або на додаток до нього може проводитися неруйнівний контроль ультразвуковим методом (UT).

**3.7.2** Неруйнівний контроль вкладних вантажних ємкостей типу С і технологічних посудин під тиском повинен проводитися відповідно до вимог розд. 11 частини IV «Вантажні ємкості».

**3.7.3** Неруйнівний контроль швів зварних з'єднань внутрішнього корпусу або конструкцій вкладних ємкостей, що підтримують ємкості із внутрішньою ізоляцією, повинен проводитися з урахуванням розрахункових критеріїв, зазначених в 4.7 частини IV «Вантажні ємкості».

Обсяг і методи неруйнівного контролю підлягають узгодженню з Регістром.

**3.7.4** Для вбудованих і мембранних вантажних ємкостей спеціальні методи неруйнівного контролю зварних швів і критерії оцінки підлягають узгодженню з Регістром.

**3.7.5** Зварні шви конструкцій вторинного бар'єра підлягають неруйнівному контролю радіографічним методом в обсязі, погодженому з Регістром.

Якщо зовнішня обшивка корпусу є частиною вторинного бар'єру, усі стикові шви ширстреку і перетинання всіх зварних стикових швів і бортової обшивки підлягають неруйнівному контролю радіографічним методом.

**3.7.6 Неруйнівний контроль зварних з'єднань трубопроводів.**

**3.7.6.1** Повинні бути проведені наступні випробування:

**.1** 100 % рентгенографічна або ультразвукова перевірка (UT) стикових зварних з'єднань для розрахункових температур нижче – 10 °С та з внутрішнім діаметром труб понад 75 мм, або з товщиною стінки понад 10 мм;

**.2** стикові зварні з'єднання, виконані з використання автоматичних зварювальних процесів, можуть бути піддані меншому обсягу рентгенографічної або ультразвукової (UT) перевірки, проте цей обсяг повинний становити не менше 10% для кожного з'єднання.

При виявленні дефектів обсяг повинний бути збільшений до 100%, також повинні бути перевірені раніше прийняті шви;

**.3** для інших стикових зварних з'єднань, не зазначених в 3.7.6.1.1 і 3.7.6.1.2, повинна виконуватися вибіркова рентгенографічна або ультразвукова (UT) перевірка, або застосовуватися інші неруйнівні засоби контролю.

В загальному випадку, рентгенографічній (RT) або ультразвуковій (UT) перевірці повинні бути піддані не менше 10% стикових зварних з'єднань.

## ЧАСТИНА X. ОСОБЛИВІ ВИМОГИ

---

### 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

**1.1** Вимоги цієї частини застосовуються лише в тому разі, коли в стовпці 10 «Особливі вимоги» таблиці технічних вимог (див. Додаток 1), наведене посилення на вимоги цієї частини чи на інші, дотичні до цієї частини, і доповнюють загальні вимоги Правил LG.

### 2 ЗАХИСТ ЕКІПАЖУ

#### 2.1 ВИМОГИ ДО ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ

**2.1.1** Для кожної особи на судні повинні бути передбачені відповідні засоби захисту органів дихання і зору, на випадок евакуації при аварії:

**.1** засоби захисту органів дихання, що використовують фільтри, не допускаються;

**.2** автономний дихальний апарат.

Автономний дихальний апарат повинен працювати в нормальному режимі не менше 15 хв. (щодо комплектації — відповідати вимогам 5.2.2.1 частини V «Протипожежний захист»);

**.3** засоби захисту органів дихання, призначені на випадок евакуації при аварії, не повинні використовуватися при гасінні пожежі або проведенні вантажних операцій і повинні бути відповідним чином марковані.

**2.1.2** Повинні бути передбачені місця зберігання захисного спорядження індивідуального користування та обладнання безпеки, такі як шафи, що розташовані в легкодоступних місцях та відповідно марковані.

**2.1.3** На ходовому містку і в ПКВО повинні бути два додаткові комплекти засобів захисту органів дихання і зору, які відповідають вимогам 2.1.1.

#### 2.2 ДОДАТКОВІ ВИМОГИ ЩОДО ЗАХИСТУ ЕКІПАЖУ І СУДНА

**2.2.1** Кожне судно, додатково до положень 4.1 і розд. 5 частини V «Протипожежний захист», повинне бути обладнане засобами захисту екіпажу:

**2.2.1.1** на палубі в зручних місцях повинні бути розташовані відповідним чином марковані незаражуючі, з урахування розмірів та устрою судна, одне чи два душові приміщення і пункти для промивання очей. Їхня працездатність повинна забезпечуватися за будь-яких умов навколишнього середовища;

**2.2.1.2** на суднах вантажною місткістю 2000 м<sup>3</sup> і більше повинні бути два повні комплекти спорядження безпеки, відповідні до 5.2.2 частини V «Протипожежний захист». Для кожного автономного дихального апарату, необхідного згідно з цим пунктом, повинне бути передбачене не менше трьох запасних заряджених повітряних балонів;

**2.2.1.3** на судні типу 1G повинне бути передбачене спеціальне приміщення колективного захисту в зоні житлових приміщень, згідно з 6.4.

### 3 КОНСТРУКЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

**3.1** Ртуть, мідь, цинк, сплави, що містять мідь, не повинні використовуватися для виготовлення вантажних ємкостей і пов'язаних з ними трубопроводів, клапанів, арматури та інших частин устаткування, які можуть зазнати впливу рідкого вантажу або його пари.

**3.2** Мідь, срібло, ртуть, магній та інші метали, що утворюють ацетиленісті з'єднання, не повинні використовуватися як конструкційні матеріали для вантажних ємкостей і пов'язаних з ними трубопроводів, клапанів, арматури та інших частин устаткування, які можуть зазнати впливу рідкого вантажу або його пари.

**3.3** Алюміній і утримуючі алюміній сплави не повинні використовуватися як конструкційні матеріали для вантажних ємкостей і пов'язаних з ними трубопроводів, клапанів, арматури та інших частин устаткування, які можуть зазнати впливу рідкого вантажу або його пари.

**3.4** Мідь, мідні сплави, цинк або оцинкована сталь не повинні використовуватися як конструкційні матеріали для вантажних ємкостей і пов'язаних з ними трубопроводів, клапанів, арматури та інших частин устаткування, які можуть зазнати впливу рідкого вантажу або його пари.

**3.5** Алюміній, мідь та їхні сплави не повинні використовуватися як конструкційні матеріали для вантажних ємкостей і пов'язаних з ними трубопроводів, клапанів, арматури та інших частин устаткування, які можуть зазнати впливу рідкого вантажу або його пари.

**3.6** Мідь і утримуючі мідь сплави із вмістом міді більше 1 % не повинні використовуватися як конструкційні матеріали для вантажних ємкостей і пов'язаних з ними трубопроводів, клапанів, арматури та інших частин устаткування, які можуть зазнати впливу рідких вантажів або його пари.

### 4 ВКЛАДНІ ВАНТАЖНІ ЄМКОСТІ

**4.1** Вантажі повинні перевозитися тільки у вкладних вантажних ємкостях.

**4.2** Вантажі повинні перевозитися у вкладних вантажних ємкостях типу С; при цьому повинні виконуватися вимоги 4.1.2.2 частини VI «Системи і трубопроводи».

При розрахунках тиску вантажної ємкості повинний враховуватися тиск будь-якого середовища, застосовуваного для відокремлення повітря від вантажу, і/або тиск пари при вивантаженні.

### 5 СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ

**5.1** Повинна використовуватися тільки система непрямого охолодження, яка зазначена в 4.1.3.1.2 частини VI «Системи і трубопроводи».

**5.2** На суднах, які повинні перевозити вантажі, що легко утворюють небезпечні перекиси, повторно конденсований вантаж не повинен утворювати застійні зони з неінгібірованою рідиною.

Це повинне бути забезпечене за допомогою використання: одним із наступних засобів:



.1 використання системи непрямого охолодження, зазначеної в 4.1.3.1.2 частини VI «Системи і трубопроводи», з конденсатором усередині вантажної ємкості; або

використання системи прямого охолодження, зазначеної в 4.1.3.1.1 або комбінованої системи, зазначеної в 4.1.3.1.3 тієї ж частини, з конденсатором поза вантажною ємкістю.

Конденсатна система повинна мати конструкцію, що не допускає місця, в яких може накопичуватися і затримуватися рідина конденсованого вантажу.

Якщо це неможливо здійснити, у потік рідини конденсованого вантажу, який входить в такі місця, повинна додатково вводитися інгібіруюча присадка.

## **6 ДОДАТКОВІ ВИМОГИ ДО СУДЕН ТИПУ 1G**

**6.1** Вимоги цього розділу застосовуються там, де наведене посилання на нього (тобто: розд. 6) в стовпці 10 таблиці технічних вимог (див. Додаток 1), і доповнюють загальні вимоги Правил LG до суден типу 1G залежно від типу продукту, перевезення якого передбачається судном.

**6.2** Повинна бути виконана 100 -відсоткова радіографія (RT) всіх стикових зварних з'єднань у вантажних трубопроводах, діаметр яких перевищує 75 мм.

**6.3** Носові або кормові вантажно-розвантажувальні трубопроводи не повинні прокладатися в житлових і службових приміщеннях і постах керування.

**6.4** Для захисту від наслідків більших витоків вантажу на судні повинне бути передбачене спеціальне приміщення колективного захисту в зоні житлових приміщень, проектування і устаткування якого є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром (див. 2.2.1.3).

**6.5** ПКВО повинні розташовуватися тільки в газобезпечних районах і, крім того, всі прилади повинні бути непрямої дії.

**6.6** Трубопроводи добору проб не повинні проводитися в газобезпечні райони або проходити через них.

При досягненні концентрації пари граничних значень повинні спрацьовувати пристрої аварійно-попереджувальної сигналізації згідно з вимогами 6.3 частини VIII «Контрольно-вимірювальні пристрої і системи автоматизації».

**6.7** Використовування переносного обладнання для виявлення газу, як альтернатива стаціонарних систем виявлення газу згідно з 6.10 частини VIII «Контрольно-вимірювальні пристрої і системи автоматизації», не допускається.

**6.8** Доступ в приміщення бака не повинний розташовуватися на стороні зверненій до вантажної зони, за винятком випадку, коли передбачений повітряний шлюз.

**6.9** Доступ в машинні приміщення і пости керування турельних систем, незважаючи на 9.5 частини VI «Системи і трубопроводи», не дозволяється через вхід, розташований на стороні зверненій до вантажної зони.

## **7 НОСОВІ АБО КОРМОВІ ВАНТАЖНО-РОЗВАНТАЖУВАЛЬНІ ТРУБОПРОВІДИ**

7.1 На газозах типів 2G і 2PG носові або кормові вантажно-розвантажувальні трубопроводи можуть використовуватися для перекачування небезпечних вантажів тільки за узгодженням з Регістром.

## **8 ВИДАЛЕННЯ ПОВІТРЯ З ПАРОВИХ ПРОСТОРІВ**

8.1 Повітря повинне бути видалене з вантажних ємкостей і пов'язаних з ними трубопроводів до навантаження і згодом не допускатися в них за допомогою:

.1 уведення інертного газу для підтримки позитивного тиску. Запаси або виробництво інертного газу повинні бути достатніми для задоволення нормальних експлуатаційних потреб і компенсації витоків через запобіжні клапани.

Вміст кисню в інертному газі в будь-який час не повинен перевищувати 0,2 % за обсягом; або

.2 регулювання температури таким чином, щоб постійно підтримувався позитивний тиск.

## **9 КОНТРОЛЬ ЗА ВОЛОГІСТЮ**

9.1 Для незаймистих газів, які можуть стати корозійно-агресивними або вступити у небезпечну реакцію з водою, необхідно контролювати і регулювати вологість, щоб забезпечити осушення вантажних ємкостей перед навантаженням і ввести в них під час вивантаження сухе повітря або пару вантажу для запобігання виникнення тиску нижче атмосферного.

Сухим повітрям вважається повітря, яке має точку роси – 45 °C і нижче при атмосферному тиску.

## **10 ІНГІБІРУВАННЯ**

10.1 Повинне бути забезпечене достатнє інгібування вантажу протягом усього рейсу для запобігання полімеризації.

## **11 ВАНТАЖНІ НАСОСИ І ПРИСТРОЇ РОЗВАНТАЖЕННЯ**

11.1 Повинна бути забезпечена можливість інертизації до позитивного тиску простору, заповненого парами займистих рідин, вантажної ємкості, обладнаної заглибними електричними насосами, до завантаження, в період перевезення і в процесі розвантаження.

11.2 Вантаж повинен розвантажуватися лише насосами з низьким розташуванням усмоктувального патрубка або гідравлічними заглибними насосами.

Такі насоси повинні належати до типу, призначеного для запобігання дії тиску рідини на ущільнення валу.

11.3 Для вивантаження вантажу із вкладної ємкості типу С може застосовуватися витиснення інертним газом за умови, що вантажна система розрахована передбачений тиск.

## 12 ОКИС ЕТИЛЕНУ

**12.1** При перевезенні окису етилену застосовуються вимоги розд. 18 з доповненнями і змінами, наведеними в цьому розділі.

**12.1** Для перевезення окису етилену не повинні використовуватися палубні вантажні ємкості.

**12.2** Трюмні приміщення повинні бути інертизовані відповідно до 8.1.

До завантаження і постійно протягом того часу, коли вантажна ємкість містить рідкий окис етилену або його пару, вантажна ємкість повинна бути інертизована азотом.

**12.3** Парові простори вантажних ємкостей повинні бути заповнені азотом відповідно до 8.1 при тиску, рівному різниці між тиском пари вантажу при 30 °С і тиском підриву запобіжного клапана. Вантаж повинен перевозитися під відповідним захисним шаром азоту.

Захисний шар азоту (див. 18.22) повинний бути таким, щоб у будь-який момент часу концентрація азоту в прострі вантажної ємкості, зайнятому парами, становила менше 45% за об'ємом.

**12.4** Вантаж може вивантажуватися тільки заглибними вантажними насосами з низьким розташуванням усмоктувального патрубку або за допомогою витиснення інертним газом (див. 18.10).

**12.5** Вантаж повинен перевозитися охолодженим і утримуватися при температурі нижче 30 °С.

**12.6** Тиск підриву запобіжних клапанів (КСТ) вантажної ємкості повинний бути не менше 0,55 МПа.

**12.7** Повинний бути передбачений пристрій для аварійного скидання окису етилена у випадку виникнення некерованої реакції.

**12.8** Алюміній і алюмінієві сплави, мідь і мідні сплави, срібло і срібні сплави, магній і магнієві сплави, нержавіючі сталі, чавун, ртуть, азбест не повинні використовуватися як конструкційні матеріали.

**12.9** Система водорозпилення, яка необхідна згідно з 18.25 і система водорозпилення, яка необхідна згідно з 3.3 частини V «Протипожежний захист», повинні працювати в автоматичному режимі у разі пожежі у вантажоутримуючій системі.

## 13 СУМІШІ МЕТИЛАЦЕТИЛЕНУ І ПРОПАДІЕНУ

**13.1** Суміші метилацетилену і пропадієну повинні бути відповідним чином стабілізовані для перевезення.

Крім цього, для сумішей повинні бути зазначені верхні і нижні межі температури і тиску під час охолодження.

**13.2** Судно, що перевозить суміші метилацетилену і пропадієну, повинне бути обладнане непрямою системою охолодження, зазначеною в 4.1.3.1.2 частини VI «Системи і трубопроводи».

Допускається застосування безпосереднього охолодження випаром холодоагенту за умови виконання обмежень по тиску і температурі залежно від складу

сумішей. У цьому випадку для стабілізованих сумішей, зазначених у стовпці 1 таблиці технічних вимог (див. Додаток 1), повинне бути передбачене наступне:

**.1** паровий компресор, який не підвищує температуру і тиск пари вище 60 °С і 1,75 МПа та не дозволяє парі застоюватися в компресорі, поки він продовжує працювати;

**.2** випускний трубопровід від кожного ступеня компресора або від кожного циліндра того ж ступеня поршневого компресора повинен мати:

**.2.1** два температурні датчики, що спрацьовують при 60 °С і нижче;

**.2.2** два датчики тиску, що спрацьовують при 1,75 МПа і нижче;

**.2.3** запобіжний клапан скидання тиску, що спрацьовує при тиску 1,8 МПа, і нижче та має відведення в газовідвідну систему, зазначену в підрозд. 3.3.6 частини VI «Системи і трубопроводи», а не в приймальну лінію компресора;

**.3** сигнальний пристрій, що подає звуковий і світловий сигнал у ПКВО і на ходовому містку при спрацюванні датчиків тиску або температури.

**13.3** Система трубопроводів, що включає систему охолодження вантажу для ємкостей, призначених для перевезення сумішей метилацетилену і пропандієну, повинна бути незалежною або повинна бути відділена від системи трубопроводів і системи охолодження інших ємкостей за допомогою видалення знімних патрубків, клапанів або інших секцій трубопроводу і установа в цих місцях глухих фланців.

Вимога про відділення ставиться до всіх трубопроводів для рідини і випуску пари і будь-яких інших можливих з'єднань, наприклад, до загального трубопроводу подачі інертного газу.

## **14 АЗОТ**

**14.1** Конструкційні матеріали та ізоляція повинні бути стійкими до впливу високих концентрацій кисню, викликаних конденсацією і збагаченням при низьких температурах, що виникають у частинах вантажної системи.

У місцях, де може відбутися конденсація, повинна бути забезпечена вентиляція, що запобігає розшарування збагаченої киснем атмосфери.

## **15 ХЛОП**

### **15.1 ВАТАЖНІ ЄМКОСТІ**

**15.1.1** Місткість кожної вантажної ємкості не повинна перевищувати 600 м<sup>3</sup>, а загальна місткість усіх вантажних ємкостей не повинна перевищувати 1200 м<sup>3</sup>.

**15.1.2** Розрахунковий тиск пари у вантажній ємкості повинний бути не нижче 1,35 МПа (див. також 4.1.2.2 частини VI «Системи і трубопроводи» вимоги до умов навколишнього середовища і 4.2 цієї частини щодо застосовуваних вантажних ємкостей).

**15.1.3** Частини вантажних ємкостей, що виступають над верхньою палубою, повинні мати захист від теплового випромінювання з урахуванням повного охолодження вогнем.

**15.1.4** Кожна вантажна ємкість повинна бути постачено двома КСТ.

Між вантажною ємкістю і КСТ повинні бути встановлені запобіжні мембрани.

Тиск розриву запобіжної мембрани повинний бути на 0,1 МПа нижче тиску підриву запобіжного клапану, який повинний встановлюватися рівним розрахунковому тиску пари у вантажній ємкості, але не нижче 1,35 МПа.

Простір між мембраною і КСТ повинний з'єднуватися через перепускний клапан з манометром і системою газовиявлення.

Повинні бути передбачені заходи для підтримки в цьому просторі в процесі нормальної експлуатації атмосферного тиску або близького до атмосферного.

**15.1.5** Випускні отвори запобіжних клапанів повинні бути влаштовані таким чином, щоб звести до мінімуму небезпеку для судна і оточуючого середовища.

Витоки із запобіжних клапанів повинні надходити в абсорбуючу установку для зниження концентрації газів у максимально можливому ступені.

Випускний трубопровід запобіжних клапанів повинен розміщатися в носовій частині судна для випуску пари за борт на рівні палуби; при цьому повинний бути передбачений пристрій для перемикання роботи трубопроводу на лівий або правий борт, а також механічне блокування, що забезпечує постійне відкривання однієї з ліній трубопроводу.

**15.1.6** Регістр може зажадати, щоб хлор перевозився в охолодженому стані при запропонованому або максимальному тиску.

## 15.2 ВАНТАЖНІ ТРУБОПРОВОДИ

**15.2.1** Вивантаження вантажу повинне проводитися за допомогою стисненої пари хлору з берега, сухого повітря або іншого прийняттого газу або заглибними вантажними насосами.

Тиск в паровому просторі вантажної ємкості під час вивантаження не повинний перевищувати 1,05 МПа.

Установлення на борті судна компресорів для вивантаження вантажу не допускається.

**15.2.2** Розрахунковий тиск у системі вантажних трубопроводів повинний бути не менше 2,1 МПа.

Внутрішній діаметр вантажних трубопроводів не повинен перевищувати 100 мм.

Для компенсації теплових розширень трубопроводів допускаються тільки коліна труб.

Застосування фланцевих з'єднань повинне бути зведене до мінімуму, а в тих випадках, коли вони застосовуються, фланці повинні бути із приварювальною шийкою, тобто — фланець має виступаючу з тіла центральну циліндричну частину (шийку), як у пляшки (*neck type*), що приварюється в стик до труби (аналогічні типу *A* на рис. 2.4.3.2 частини VIII «Системи і трубопроводи» Правил МС) кільцевим зварним швом, контактна поверхня повинна мати виступи і канавки для ущільнювальної прокладки (конструктивні параметри — див. 5.3 частини IX «Матеріали і зварювання» Правил CNG).

**15.2.3** Запобіжні клапани системи вантажних трубопроводів повинні випускати пару в абсорбуючу установку; при цьому повинний враховуватися протитиск у газовідвідних магістралях, зазначений в 3.3.4.3 та 3.3.4.4 частини VI «Системи і трубопроводи».

### **15.3 МАТЕРІАЛИ**

**15.3.1** Вантажні ємкості і системи вантажних трубопроводів повинні бути виготовлені зі сталі, відповідної до вантажу і температури - 40 °С, навіть якщо передбачається перевезення вантажу при більшій високій температурі.

**15.3.2** Вантажні ємкості повинні бути піддані термічній обробці для зняття внутрішніх напружень.

Механічне зняття внутрішніх напружень, як еквівалентний захід, не допускається.

### **15.4 КОНТРОЛЬНО – ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ, ПРИСТРОЇ БЕЗПЕКИ**

**15.4.1** На судні повинна бути передбачена абсорбуюча установка для хлору, підключена до системи вантажних трубопроводів і вантажних ємкостей.

Абсорбуюча установка повинна забезпечувати нейтралізацію із прийнятною інтенсивністю поглинання вантажу в кількості не менше 2 % загальної вантажомісткості.

**15.4.2** Під час дегазації пара хлору не повинна випускатися в атмосферу.

**15.4.3** Повинні бути передбачені пристрої виявлення газу, здатні контролювати концентрацію пари хлору, яка становить за обсягом не менше 1 частини на мільйон.

Місця добору проб повинні бути розташовані:

поблизу днища вантажних ємкостей;

біля трубопроводів, що йдуть від запобіжних клапанів;

біля вихідного отвору абсорбуючої установки;

біля вхідного отвору вентиляційних систем житлових і службових приміщень, постів керування і машинних приміщень;

на палубі в носовій, середній і кормовій частині вантажної зони (для використання тільки під час вантажних операцій і дегазації).

При досягненні концентрації пари хлору вище 5 частин на мільйон у приміщеннях, перерахованих в 6.3 частини VIII «Контрольно-вимірювальні пристрої і системи автоматизації», а також на ходовому містку повинна бути передбачена звукова і світлова сигналізація.

**15.4.4** Кожна вантажна ємкість повинна мати сигналізацію високого тиску, що подає звуковий сигнал при тиску 1,05 МПа.

## 15.5 ЗАХИСТ ЕКІПАЖУ

**15.5.1** На додаток до вимог розд. 2 повинні бути виконані наступні вимоги.

**.1** Повинна бути передбачена можливість легкого і швидкого доступу в спеціальне приміщення колективного захисту, зазначене в 6.4, з відкритої палуби і з житлових приміщень, а також швидкого закриття цього приміщення із забезпеченням газонепроникності.

Доступ у це приміщення з палуби та з інших житлових приміщень повинен здійснюватися через повітряний шлюз.

**.2** Приміщення повинне бути спроектоване таким чином, щоб у ньому міг розміститися весь екіпаж судна, і повинне бути постачене джерелом незабрудненого повітря, розрахованого на роботу протягом не менше 4 год.

**.3** Один зі знезаражуючих душів, зазначених в 2.2.1.1, повинен розташовуватися поблизу повітряного шлюзу цього приміщення.

**.4** В приміщенні повинний знаходитися один комплект для кисневої терапії.

## 15.6 МЕЖІ ЗАПОВНЕННЯ ВАНТАЖНИХ ЄМКОСТЕЙ

**15.6.1** Вимоги 3.4.1.3.2 частини VI «Системи і трубопроводи» не застосовуються, якщо передбачається перевезення хлору.

**15.6.2** Вміст хлору в атмосфері, що перебуває в паровому просторі вантажної ємкості після навантаження, повинний перевищувати 80 % за обсягом.

## 16 ВІНІЛ ХЛОРИСТИЙ

**16.1** Повинне бути забезпечене достатнє інгібування вантажу для запобігання його полімеризації під час рейсу.

**16.2** При нестачі або недостатній кількості інгібітора будь-який інертний газ, використовуваний згідно з розд. 8, повинен містити не більше 0,1 % кисню.

До початку навантаження повинні бути взяті для аналізу проби інертного газу з вантажних ємкостей і трубопроводів.

**16.3** Під час перевезення вінілу хлористого, а також під час рейсів в баласті між послідовними перевезеннями вантажу у вантажних ємкостях повинний постійно підтримуватися тиск вище атмосферного.

## 17 ЕФІР ДІЕТИЛОВИЙ І ЕФІР ВІНІЛЕТИЛОВИЙ

**17.1** У випадку вивантаження за допомогою насосів вантаж повинен вивантажуватися тільки заглибними вантажними насосами з гідравлічним приводом.

Ці насоси повинні бути спроектовані таким чином, щоб уникнути впливу тиску рідини на сальникове ущільнення вала.

**17.2** Вивантаження вантажу із вкладної ємкості типу С може проводитися витисненням інертним газом за умови, що вантажна система розрахована на передбачуваний тиск.

## **18 ОКСИД ПРОПІЛЕНУ І СУМІШІ ОКСИДУ ЕТИЛЕНУ І ОКСИДУ ПРОПІЛЕНУ ІЗ ВМІСТОМ ОКСИДУ ЕТИЛЕНУ НЕ БІЛЬШЕ 30 % ЗА ВАГОЮ**

**18.1** Вантажі, перевезені відповідно до вимог цього розділу, не повинні містити ацетилену.

**18.2** Вантажні ємкості для перевезення цих вантажів повинні бути виготовлені зі сталі або нержавіючої сталі.

**18.3** Усі клапани, фланці, арматура і допоміжне устаткування повинні бути типу, придатного до застосування в середовищі цих вантажів, і повинні бути виготовлені зі сталі, нержавіючої сталі або іншого матеріалу, допущеного Регістром.

Хімічний склад усіх використовуваних матеріалів повинен бути представлений Регістру на схвалення до виготовлення.

Диски або поверхні дисків, гнізда та інші поверхні клапанів, що зношуються, повинні виготовлятися з нержавіючої сталі зі змістом хрому не менше 11%.

**18.4** Прокладки повинні бути виготовлені з матеріалів, які не вступають у реакцію із цими вантажами, не розчиняються в них або не знижують їхню температуру самозапалювання, а також є вогнестійкими і мають відповідні механічні властивості.

Поверхня, що стикається з вантажем, повинна бути виготовлена з тефлону або матеріалів, що забезпечують аналогічний ступінь безпеки внаслідок своєї інертності.

Регістр може допустити застосування спіралеподібних прокладок з нержавіючої сталі з наповнювачем з тефлону або аналогічного фторованого полімеру.

**18.5** Ізоляція і ущільнення, якщо вони використовуються, повинні бути виготовлені з матеріалу, який не вступає в реакцію із цими вантажами, не розчиняється в них або не знижує їхню температуру самозапалювання.

**18.6** Наступні матеріали, як правило, вважаються непридатними для виготовлення прокладок, ущільнень і для аналогічних цілей у вантажоутримуючих системах для цих вантажів і повинні пройти випробування перед схваленням Регістром:

неопрен або натуральний каучук, якщо вони взаємодіють із цими вантажами;

азбест або зв'язувальні речовини, застосовувані з азбестом;

матеріали, що містять окиси магнію, наприклад, мінеральна вата.

**18.7** Кінці наповнювального і випускного трубопроводів повинні відстояти від дна вантажної ємкості або будь-якого відстійника не більше ніж на 100 мм.

**18.8** Навантаження і вивантаження повинні проводитися таким чином, щоб не відбулося випуску пари з ємкості в атмосферу.

Якщо під час завантаження ємкостей проводиться повернення пари на берег, система повернення пари, з'єднана із вантажоутримуючою системою, повинна бути ізольована від усіх інших вантажоутримуючих систем.



Термін «ізольована» означає, що система трубопроводів або система вентиляції не має ніяких з'єднань із іншою системою і відсутні будь-які засоби потенційного зв'язку з іншими системами (див. 1.2 частини I «Класифікація»).

**18.9** Під час вивантаження у вантажній ємкості повинний підтримуватися тиск вище 7 кПа.

**18.10** Вивантаження вантажу повинне проводитися тільки заглибними насосами з гідравлічним приводом або за допомогою витиснення інертним газом.

Кожний вантажний насос повинен бути влаштований таким чином, щоб виключити значне нагрівання вантажу, якщо випускний трубопровід насоса перекритий або заглушений іншим способом.

**18.11** Вентиляція вантажних ємкостей, у яких перевозяться такі вантажі, повинна бути незалежною від вентиляції вантажних ємкостей, у яких перевозяться інші вантажі.

Повинні бути передбачені пристрої для добору проб вмісту вантажних ємкостей без відкривання ємкості в атмосферу.

**18.12** Вантажні шланги, використовувані для перекачування таких вантажів, повинні мати напис:

**«ТІЛЬКИ ДЛЯ ПЕРЕКАЧУВАННЯ ОКСИДУ АЛКІЛЕНУ».**

**18.13** Трюмні приміщення, що оточують вантажні ємкості, повинні контролюватися на присутність цих вантажів.

Трюмні приміщення, що оточують вкладні ємкості типу А і В повинні бути інертизовані і контролюватися на присутність кисню.

Вміст кисню в цих приміщеннях повинний підтримуватися на рівні нижче 2 %.

Допускається використання переносного устаткування для взяття проб.

**18.14** Перед від'єднанням берегових трубопроводів тиск у трубопроводах для рідини і пари повинний бути знижений через відповідні клапани, установлені на вантажному колекторі.

Рідина і пара із цих трубопроводів не повинні випускатися в атмосферу.

**18.15** Вантажні ємкості повинні бути розраховані на максимальний тиск, який передбачається при навантаженні, перевезенні або вивантаженні вантажу.

**18.16** Вантажні ємкості для перевезення оксиду пропілену, розрахунковий тиск пари у яких нижче 60 кПа, і вантажні ємкості для перевезення сумішей оксиду етилену і оксиду пропілену з розрахунковим тиском менше 120 кПа повинні мати систему охолодження або підтримання температури вантажу на рівні нижче стандартної (стандарна температура – див. 3.4.1.3 частини VI «Системи і трубопроводи»).

**18.17** Для вкладних ємностей типу С настановний тиск підриву КСТ повинний бути не менше 21 кПа і не більше 0,7 МПа для перевезення оксиду пропілену, і не більше 0,53 МПа для перевезення сумішей оксиду етилену і оксиду пропілену.

**18.18** Система трубопроводів для ємкостей, що завантажуються цими вантажами, повинна бути повністю відділена від систем трубопроводів для всіх інших ємкостей, включаючи порожні ємкості, і від усіх вантажних компресорів.

Якщо система трубопроводів для ємкостей, що завантажуються цими вантажами, не є ізольованою, як визначено в 18.8, необхідне відділення трубопроводів повинне здійснюватися за допомогою зняття знімних патрубків, клапанів або інших секцій трубопроводів і установа в цих місцях глухих фланців.

Необхідне відділення вимагається для всіх трубопроводів для рідини і пари, газів і газівідвідних трубопроводів для рідини і пари і всіх інших можливих з'єднань, наприклад, до загальної магістралі для подачі інертного газу.

**18.19** Вантажі можуть перевозитися тільки відповідно до планів вантажних операцій, схвалених Регістром.

Кожна передбачувана схема навантаження повинна бути показана на окремому плані вантажних операцій.

У планах вантажних операцій повинна бути показана вся система вантажних трубопроводів і місця установа глухих фланців, необхідних для задоволення зазначених вище вимог щодо відділення трубопроводів.

Екземпляр кожного схваленого плану вантажних операцій повинен перебувати на судні.

У Свідоцтві повинне бути зроблене посилання на схвалені плани вантажних операцій.

**18.20** Перед навантаженням вантажу від компетентного органу, визнаного Регістром, повинне бути отримане Свідоцтво, яке підтверджує, що було забезпечене необхідне відділення трубопроводів. Це Свідоцтво повинне перебувати на судні.

Кожне з'єднання між глухим фланцем і фланцем трубопроводу повинне мати дріт з пломбою, поставленою представником компетентного органу, що виключає можливість випадкового зсуву глухого фланця.

**18.21** Максимально допустимі межі заповнення кожної вантажної ємкості повинні бути зазначені в переліку, схваленому Регістром, для кожної температури навантаження, яка може застосовуватися, і для застосовної максимальної розрахункової температури.

Екземпляр цього переліку повинен постійно перебувати на судні.

**18.22** Вантаж повинен перевозитися під відповідним захисним шаром азоту.

Для утворення захисного шару повинен використовуватися технічно чистий азот (99,9 % за обсягом).

Повинна бути передбачена автоматична система поповнення азоту для запобігання падіння тиску у вантажній ємкості нижче 7 кПа при зниженні температури вантажу в результаті впливу умов навколишнього середовища або неполадок у роботі систем охолодження.

На судні повинен перебувати достатній запас азоту, необхідний для задоволення потреби системи автоматичного регулювання тиску.

Батарея балонів з азотом, з'єднаних з вантажними ємкостями за допомогою редуційного клапана, задовольняє терміну «автоматичний» у даному контексті.

**18.23** Паровий простір вантажної ємкості повинний перевірятися перед навантаженням і після нього з тим, щоб упевнитися, що вміст кисню становить 2 % за обсягом і менше.

**18.24** У місцях, де проводяться операції навантаження і вивантаження, повинна бути передбачена система водорозпилення, продуктивність і розташування якої повинні забезпечувати ефективне зрошення ділянки навколо вантажного трубопроводу, що виступає над палубою, а також куполів вантажних ємкостей.

Розташування системи водорозпилення повинне також забезпечувати змивання будь-яких витоків вантажу

Розташування трубопроводів і стволів повинно забезпечувати рівномірну інтенсивність подачі води, рівну 10 л/хв·м<sup>2</sup>.

**18.25** Система водорозпилення повинна мати місцеве ручне і дистанційне керування на випадок пожежі у вантажоутримуючій системі.

Дистанційне керування повинне бути улаштоване таким чином, щоб дистанційний пуск насосів, які подають воду в систему водорозпилення, а також дистанційне керування будь-якими звичайно закритими клапанами в системі могли здійснюватися із відповідного місця поза вантажної зони, що прилягає до житлових приміщень; воно повинне бути легкодоступним і забезпечувати виконання належних функцій у випадку пожежі в захищених районах.

Крім того, якщо дозволяє температура навколишнього повітря, до ствола повинен бути приєднаний водяний рукав під тиском, готовий до негайного використання під час операцій навантаження і вивантаження.

## 19 АМІАК

**19.1** Безводний аміак може викликати тріщини внаслідок корозії під напруженням в системах перевезення і обробки вантажу, виконаних з вуглецево-марганцевої сталі або сталі, легованої нікелем.

Для зменшення ризику появи тріщин необхідно вживати заходи, зазначені в 19.2 — 19.8, залежно від того, що застосовне.

**19.2** У випадку використання вуглецево-марганцевої сталі, вантажні ємкості, посудини під тиском для обробки і вантажні трубопроводи повинні виготовлятися із дрібнозернистої сталі з необхідною мінімальною границею плинності, що не перевищує 355 МПа, і з фактичною границею плинності, що не перевищує 440 МПа.

Слід також застосувати один з наступних конструктивних і експлуатаційних заходів.

**19.2.1** Повинен використовуватися матеріал з мінімальним тимчасовим опором при розтяганні, що не перевищує 410 МПа.

**19.2.2** Повинна бути зроблена термічна обробка вантажних ємкостей, трубопроводів тощо з метою зняття напружень після зварювання.

**19.2.3** Температура під час перевезення повинна підтримуватися на рівні, близькому до температури кипіння продукту, рівної  $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ , але в жодному разі не вище, ніж  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**19.2.4** Аміак повинен містити не менше  $0,1\%$  води за вагою.

**19.3** Якщо при виготовленні вантажних ємкостей, трубопроводів або інших конструкцій застосовувалася вуглецево-марганцева сталь із границею плинності, що перевищує зазначену в 19.2, то ці конструкції підлягають термічній обробці для зняття залишкових напружень після зварювання.

**19.4** Ємкості під тиском для обробки (технологічні посудини під тиском) і трубопроводи конденсатної частини системи охолодження вантажу повинні пройти термічну обробку після зварювання з метою зняття напружень у випадку, якщо вони виготовлені з матеріалів, зазначених в 19.1.

**19.5** Необхідні границя плинності і тимчасовий опір наплавленого металу для застосовуваних зварювальних матеріалів повинні перевищувати відповідні характеристики кожного з матеріалів, що зварюються.

**19.6** Сталі, леговані нікелем і утримуючі більше  $5\%$  нікелю, а також вуглецево-марганцеві сталі, що не відповідають вимогам 19.2 і 19.3, особливо піддані тріщино-утворенню від корозії під напруженням, не повинні використовуватися для систем і трубопроводів обробки і перевезення аміаку.

**19.7** Леговані нікелем сталі, що містять не більше  $5\%$  нікелю, можуть використовуватися за умови, що температура перевезення відповідає вимогам 19.2.3.

**19.8** Для зменшення ризику тріщино-утворення внаслідок корозії під напруженням, викликаной аміаком, доцільно підтримувати вміст розчиненого кисню менше  $2,5$  частин на мільйон за вагою.

Щонайкраще це може бути досягнуто зниженням середнього вмісту кисню у вантажних ємкостях перед навантаженням аміаку до величин нижче, ніж зазначена в табл. 19.8.

**Таблиця 19.8**

Температура перевезення, $^{\circ}\text{C}$	$\geq -30$	-20	-10	0	10	20	30
Вміст кисню, % за об'ємом	0,90	0,50	0,28	0,16	0,10	0,05	0,03

Примітка. Відсоток вмісту кисню для проміжних температур визначається лінійною інтерполяцією

## 20 ТРУБОПРОВОДИ ПОВЕРНЕННЯ ПАРИ

**20.1** Повинні бути передбачені трубопроводи повернення пари на берег у процесі навантаження.

## 21 ТОКСИЧНІ ВАНТАЖИ

**21.1** Токсичні вантажі повинні мати окремі системи трубопроводів.

## **22 ПОЛУМ'ЯЗАХИСНІ ЕКРАНИ ГАЗОВІДВІДНИХ ОТВОРІВ**

**22.1** Якщо перевозиться вантаж, зазначений у цій частині, вентиляційні отвори вантажних ємкостей повинні бути постачені стаціонарними або легко замінними і ефективними полум'язахисними екранами або головками, що запобігають влучення іскор і полум'я у вантажні ємкості.

При проектуванні полум'язахисних екранів і головок газовідвідних труб повинна бути забезпечена їхня працездатність в умовах можливого замерзання пари вантажу або зледеніння при несприятливих погодних умовах.

Після зняття полум'язахисних екранів повинні встановлюватися звичайні захисні екрани.

## **23 МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМА КІЛЬКІСТЬ ВАНТАЖУ В ОДНІЙ ЄМКОСТІ**

**23.1** Якщо перевозиться вантаж, зазначений у цій частині, його кількість не повинна перевищувати 3000 м<sup>3</sup> у будь-якій одній вантажній ємкості.

## **24 НЕСУМІСНІ ВАНТАЖІ**

**24.1** Несумісні вантажі — це речовини, які при взаємодії вступають у небезпечну реакцію або утворюють нові небезпечні речовини.

Конструкція і устаткування судна, призначеного для перевезення несумісних вантажів, є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром.

## **25 ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ, ВІДЗНАЧЕНИХ (\*) У ТАБЛИЦІ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ (ДОДАТОК 1)**

**25.1** У випадку перевезення вантажів, відзначених (\*) у таблиці технічних вимог (див. Додаток 1), судно повинне також відповідати застосовним вимогам Правил класифікації і побудови хімовозів.

## **26 ЗМІШАНІ ВАНТАЖІ С4**

**26.1** Вантажі, які можуть перевозитися окремо відповідно до вимог Кодексу, особливо бутан, бутилени і бутадієн, можуть перевозитися у вигляді сумішей за умови відповідності положенням цього розділу.

Ці вантажі можуть різним чином згадуватися як «Натуральні С4», «Натуральний бутадієн», «С4 парофазного крекінгу», «Відпрацьовані С4 парофазного крекінгу», «Клас С4», «Рафінат С4» або можуть відправлятися під іншим описом.

У всіх випадках необхідно одержати дані з паспорту безпеки матеріалу (ПБМ), оскільки вміст у суміші бутадієну є найважливішою обставиною, тому що він є потенційно токсичним і здатним вступати в реакції.

Хоча відомо, що бутадієн характеризується досить низьким тиском пари, у випадку присутності бутадієну в сумішах зазначені вантажі повинні розглядатися як токсичні. Це викликає необхідність відповідних запобіжних заходів.

**26.2** Якщо змішані вантажі С4, перевезені відповідно до умов цього розділу, містять більше ніж 50 % (молярних) бутадієну, повинні бути вжиті заходи обмеженості з застосуванням інгібітора, зазначені в 10.1.

**26.3** Якщо для конкретної суміші, яка підлягає навантаженню, не наведені відомості про коефіцієнти розширення рідкої фази, обмеження на межу заповнення відповідно до 3.4 частини VI «Системи і трубопроводи» повинні розраховуватися так, як для вантажу, що на 100 % складається з компоненту з найбільшим коефіцієнтом розширення.

## **27 ДВООКИС ВУГЛЕЦЮ: ВИСОКИЙ СТУПІНЬ ОЧИЩЕННЯ**

**27.1** Некерована втрата тиску вантажу може викликати «сублімацію», коли вантаж з рідкого стану може перейти у тверде.

Про точну температуру «потрійної точки» конкретного вантажу двоокису вуглецю повинно бути повідомлено до навантаження; ця температура залежить від чистоти даного вантажу, що повинно бути враховане при регулюванні вантажної апаратури.

Настановний тиск пристрою аварійно-попереджувальної сигналізації, описаного в цьому розділі, повинний бути щонайменше на 0,05 МПа вище «потрійної точки» конкретного перевезеного вантажу.

«Потрійна точка» для чистого двоокису вуглецю спостерігається при тиску 0,5 МПа (манометричний) і -54,4 °С.

**27.2** Існує можливість переходу вантажу у твердий стан у випадку відмови клапану безпеки вантажної ємкості, встановленого відповідно до 3.3.2 частини VI «Системи і трубопроводи», у відкритому стані.

Щоб уникнути цього, повинні бути передбачені засоби відсікання клапанів безпеки вантажної ємкості, а вимоги 3.3.2.11 частини VI «Системи і трубопроводи» під час перевезення двоокису вуглецю не застосовуються.

Зливальні патрубки від клапанів безпеки повинні бути сконструйовані таким чином, щоб уникати влучення в них сторонніх предметів, які могли б привести до засмічення.

Вихідні отвори зливальних патрубків клапанів безпеки не повинні обладнуватися захисними екранами, отже таким чином, вимоги 3.3.5.8 вище названої частини не застосовуються.

**27.3** Під час перевезення двоокису вуглецю повинен здійснюватися постійний моніторинг можливого зниження тиску у вантажних ємкостях.

В ПКВО і на ходовий місток повинні подаватися звуковий і світловий сигнали аварійно-попереджувальної сигналізації.

Якщо тиск у вантажній ємкості продовжує знижуватися до значень у межах 0,05 МПа від «потрійної точки», певної для конкретного вантажу, система моніторингу повинна автоматично закрити всі клапани вантажного маніфольду для рідини та пари і зупинити вантажні компресори і вантажні насоси. Для цієї мети може бути використана система ESD операцій з вантажем.

**27.4** Усі матеріали, використовувані для вантажних ємкостей і вантажних трубопроводів, повинні бути придатні для найбільше низької температури, яка може бути в процесі експлуатації. Ця температура визначається як температура насичення вантажу двоокису вуглецю при настановному тиску автоматичної системи безпеки, як потрібно згідно з 27.1.

**27.5** Приміщення вантажних трюмів, вантажних компресорів та інших закритих приміщень, де можливе скупчення двоокису вуглецю, повинні бути обладнані пристроями постійного моніторингу вмісту двоокиси вуглецю.

Ця стаціонарна система виявлення газу заміняє необхідну згідно з розд. 6.3 частини VIII «Контрольно-вимірювальні пристрої і системи автоматизації», а моніторинг трюмних приміщень повинен здійснюватися постійно навіть у тому випадку, якщо судно має систему утримання вантажу типу С.

## **28 ДВООКИС ВУГЛЕЦЮ: НИЗЬКИЙ СТУПІНЬ ОЧИЩЕННЯ**

**28.1** До таких вантажів застосовуються вимоги розд. 27.

При виборі конструкційних матеріалів для виготовлення вантажоутримуючої системи повинні враховуватися можливість корозії у випадках, коли вантаж двоокису вуглецю низького очищення містить такі домішки, як вода, двоокис сірки тощо, які можуть викликати кислотну корозію або привести до інших проблем.

# ЧАСТИНА XI. СУДНА-БУНКЕРУВАЛЬНИКИ ЗПГ

---

## 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

### 1.1 ОБЛАСТЬ ПОШИРЕННЯ

**1.1.1** Вимоги цієї частини застосовуються до газозовів, що перевозять зріджений природний газ (ЗПГ) наливом, і призначених для забезпечення передачі ЗПГ на судна, що використовують ЗПГ як паливо — далі: судна-бункерувальники ЗПГ.

### 1.2 ВИЗНАЧЕННЯ І ПОЯСНЕННЯ

**1.2.1** В цій частині прийняті наступні визначення і пояснення (додатково до наведених в 1.2 частини I «Класифікація»):

*Бункерування* — передача рідкого (ЗПГ) або газоподібного палива з плаваючих пристроїв у штатні судові цистерни або підключення знімних цистерн до системи подачі палива.

*З'єднання бункерувальні (Bunkering connections)* — з'єднання, передбачені на кінцях фіксованих трубопроводів, використовуваних для передачі рідких продуктів і повернення пари продукту на судно-бункерувальник ЗПГ (тобто для систем із гнучкими вантажними шлангами — з'єднання на маніфольді, а для системи з вантажним стендером — з'єднання перед шарнірним з'єднанням).

*Кодекс МКП (IGF Code)* — Міжнародний кодекс з безпеки для суден, що використовують гази або інші види палива з низькою температурою спалаху прийнятий КБМ резолюцією ІМО MSC.391(95)<sup>1</sup>.

*Криогенні температури (низькі температури)* — температури, що лежать нижче точки кипіння рідкого повітря, біля 80 К (-193.15°C). Звичайно криогенними температурами слід називати температури нижче 120 К (-153.15°C).

*Муфта аварійного роз'єднання (ERC) (Emergency release coupling)* — пристрій, розташований в шланговій лінії на приймальному маніфольді системи приймання ЗПГ судна, що приймає, містить спеціальну саморознімну «слабку» ланку і самозапірні клапани, які автоматично спрацьовують і запобігають розливу палива:

при виникненні надлишкового тиску або гранично допустимих сил, прикладених до заданої секції;

при ручному або автоматичному керуванні в надзвичайній ситуації.

*Пост керування бункерувальними операціями (LNG bunkering control room)* — розташований у безпечному місці пост керування, з якого здійснюється керування вантажними насосами і арматурою і передбачений контроль індикації рівня рідини в паливних танках (ємкостях) і сигналізації про перелив палива.

*Слошінг* — ефект коливання рідини при великій вільній поверхні у вантажних і паливних танках (ємкостях).

---

<sup>1</sup> Далі — Кодекс МКП



*Система аварійного відключення (ESD) (Emergency shut-down system)* — система, яка у випадку виникнення надзвичайної ситуації в процесі бункерування безпечно і ефективно зупиняє передачу ЗПГ і пари вантажу між судном, що приймає, і судном-бункерувальником, і переводить систему в безпечний стан.

*Станція бункерування ЗПГ (LNG bunkering station)* — приміщення або простір, що включає наступне устаткування:

шлангові лінії і з'єднання трубопроводів, використовуваних для передачі рідини і повернення пари, у тому числі запірні клапани і клапани аварійного відключення;

системи автоматизації і сигналізації;

піддон із дренажним пристроєм та інші механізми і системи, призначені для захисту конструкцій судна;

системи моніторингу і виявлення газу і витоків ЗПГ;

відповідні системи пожежогасіння.

*Швидкокорознімне з'єднання (QCDC) (Quick connect/disconnect coupler)* — ручний або гідравлічний механічний пристрій, який використовується для швидкого підключення і від'єднання системи передачі ЗПГ на приймальний бункерний маніфольд судна.

## 2 СИМВОЛ КЛАСУ

### 2.1 СИМВОЛ КЛАСУ СУДНА

**2.1.1** Основний символ класу судна-бункерувальника ЗПГ і додаткові знаки присвоюються відповідно до вимог 2.2 частини I «Класифікація» Правил класифікації.

### 2.2 СЛОВЕСНА ХАРАКТЕРИСТИКА В СИМВОЛІ КЛАСУ

**2.2.1** Суднам-бункерувальникам ЗПГ, що відповідають вимогам частини I «Класифікація» та вимогам частини XI, за винятком розд. 13, після словесної характеристики **газовоз (gas carrier)** у символі класу додається словесна характеристика **LNG bunkering ship**.

**2.2.2** При наявності на судні-бункерувальнику ЗПГ додаткових функцій, пов'язаних з обслуговуванням суден, що використовують ЗПГ як паливо, і виконанні відповідно вимог, зазначених в розд. 13, у символі класу після словесної характеристики **LNG bunkering ship** додається один (або декілька) з наступних знаків:

**RE** — передбачене приймання ЗПГ із працюючого на газі судна, паливні ємкості (цистерни) якого повинні бути очищені від ЗПГ;

**Ig-supply** — передбачена подача інертного газу і сухого повітря для забезпечення дегазації і аерації відповідно до положень 6.10.4 Кодексу МКП;

**BOG** — передбачена система контролю і утилізації пари вантажу, що утворюється в процесі бункерування.

### 3 ПРОЕКТНА ДОКУМЕНТАЦІЯ СУДНА В ПОБУДОВІ

#### 3.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

**3.1.1** На додаток до технічної документації, зазначеної в розд. 5 частини I «Класифікація», Регістру повинні бути надані наступні технічні дані і документи:

**.1** креслення загального розташування судна із вказівкою станції бункерування ЗПГ, поста керування бункерувальними операціями і шляхів евакуації;

**.2** схема і опис вантажної системи;  
креслення шлангових ліній, шарнірних з'єднань, вантажних стендерів (якщо застосовне);

**.3** схема і опис системи повернення і обробки пари ЗПГ;  
документація системи повторного зрідження (якщо застосовне);  
розрахунки максимально допустимої витрати ЗПГ при бункеруванні;

**.4** технічна документація системи аварійного відключення (ESD);

**.5** електричні однолінійні схеми для всіх іскробезпечних ланцюгів;

**.6** схема розташування електроустаткування у вибухонебезпечних зонах, у районі проведення бункерувальних операцій;

**.7** технічна документація системи пожежної сигналізації та системи виявлення газу для бункерувальної установки, включаючи схему розташування датчиків виявлення газу, сполучних трубопроводів, клапанів і місць добору проб на борті судна;

**.8** технічна документація систем(и) виміру, сигналізації та індикації тиску у вантажних танках (ємкостях) і трубопроводах;

**.9** технічна документація системи керування і аварійно-попереджувальної сигналізації (АПС) вантажних насосів;

**.10** схеми і опис систем, процедур бункерування суден з необхідними розрахунками суден-бункерувальників ЗПГ, які у символі класу після словесної характеристики **LNG bunkering ship** мають один (або декілька) з додаткових знаків згідно з 2.2.2, відповідно до випадку згідно з розд. 13.

**3.1.2** Повинна бути надана наступна експлуатаційна документація:

**.1** аналіз ризиків, пов'язаних з бункеруванням газовим паливом і можливими наслідками його витоку за методикою, погодженою з Регістром.

В аналізі повинні бути розглянуті ризики ушкодження елементів конструкцій корпусу і відмов будь-якого устаткування в результаті аварії, пов'язаної з витоком газового палива.

Результати аналізу ризиків повинні бути враховані в Посібнику з експлуатації судна;

**.2** інструкції для експлуатації з описом процедур проведення бункерування, інертизації і керування поверненням пари вантажу.

## 4 УСТРІЙ, КОРПУС І ОСТІЙНІСТЬ СУДНА-БУНКЕРУВАЛЬНИКА ЗПГ

### 4.1 УСТРІЙ. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

#### 4.1.1 Станція бункерування ЗПГ.

4.1.1.1 Станція бункерування ЗПГ повинна бути розташована на відкритій палубі в районі з достатньою природною вентиляцією.

Станція бункерування ЗПГ повинна бути фізично відділена або конструктивно захищена від житлових приміщень і постів керування.

4.1.1.2 Повинен бути організований безпечний доступ до шляхів евакуації персоналу, зайнятого в проведенні бункерувальних операцій.

Станція бункерування ЗПГ повинна мати надійне освітлення від двох джерел світла, що виключають тіньові ділянки на палубі, і розташованих на висоті, що виключає осліплення персоналу, який бере участь у проведенні бункерувальних операцій.

#### 4.1.2 Устрій бункерувального пристрою.

4.1.2.1 Бункерувальні з'єднання повинні бути добре видимі з ходового містка і поста керування бункеруванням, з якого повинне здійснюватися безперервне спостереження під час бункерування.

При неможливості прямого спостереження за проведенням бункерувальних операцій допускається застосування телевізійних камер.

4.1.2.2 Устрій робочих платформ у районах, де можливий розлив ЗПГ, повинний виключати нагромадження розлитого вантажу на поверхні платформи.

Настили, використовувані в районах, де можливий розлив ЗПГ, повинні бути проникні і придатні для низьких температур.

Площа під настилами повинна бути обладнана дренажними пристроями, придатними для відведення накопиченого розливу за борт. Злив повинен бути постачений запірним клапаном.

4.1.2.3 Повинні бути встановлені піддони і дренажні пристрої під бункерувальними з'єднаннями в місцях можливого витоку ЗПГ, який може привести до ушкодження конструкцій судна.

У піддоні повинні бути розташовані теплові датчики.

Піддони повинні бути виготовлені з нержавіючої сталі.

Злив ЗПГ із піддонів повинен бути організований через борт судна без ризику ушкодження конструкцій суден, що беруть участь у бункеруванні.

4.1.2.4 У тому випадку, коли температура кипіння бункерного палива нижче допустимої температури сталі корпусу судна, корпусні конструкції в зоні можливого розливу прийнятого ЗПГ повинні бути надійно захищені від низької температури у випадку великого розливу.

Якщо для захисту корпусу використовується водяна завіса, повинне бути передбачене резервування насосів.

## 4.2 КОРПУС І ОСТІЙНІСТЬ

**4.2.1** Конструкція корпусу і остійність судна-бункерувальника ЗПГ повинні відповідати вимогам частини II «Конструкція газовоза», частини III «Остійність. Поділ на відсіки. Надводний борт» і наступним додатковим вимогам:

**.1** судно-бункерувальник ЗПГ повинне мати можливість у випадку виникнення надзвичайної ситуації перервати операції по бункеруванню на будь-якому етапі, тому вантажні ємкості (танки) на ньому не повинні мати обмежень по проміжному заповненню;

**.2** щоб уникнути слошинга допускається внутрішня передача вантажу з одної вантажної ємкості (танка) в іншій протягом короткого періоду часу під час проведення вантажних і бункерувальних операцій.

## 5 ПРОТИПОЖЕЖНИЙ ЗАХИСТ СУДНА-БУНКЕРУВАЛЬНИКА ЗПГ

### 5.1 КОНСТРУКТИВНИЙ ПРОТИПОЖЕЖНИЙ ЗАХИСТ

**5.1.1** Конструктивний протипожежний захист судна-бункерувальника ЗПГ повинний відповідати вимогам частини V «Протипожежний захист» і наступним додатковим вимогам:

**5.1.1.1** Станція бункерування ЗПГ повинна бути відділена від інших приміщень протипожежними конструкціями класу А-60, якщо застосовне. Дopusкається зменшити вогнестійкість до класу А-0 для приміщень і просторів з низькою пожежною небезпекою, таких як танки с негорючими середовищами, порожнечі, допоміжні машинні приміщення, пожежобезпечні приміщення, санітарно-гігієнічні та інші подібні приміщення.

### 5.2 СИСТЕМИ ПОЖЕЖОГАСІННЯ

**5.2.1** Системи пожежогасіння судна-бункерувальника ЗПГ повинні відповідати вимогам частини V «Протипожежний захист» і наступним додатковим вимогам:

**.1** для захисту бункерувальних маніфольдів, приєднаних до них трубопроводів, стендерів, вантажних шлангів і зони передачі повинна бути встановлена система водорозпилення.

Продуктивність системи повинна бути не менше указанної в 3.3.2 частини V «Протипожежний захист»;

**.2** в районі станції бункерування ЗПГ повинна бути стаціонарно встановлена система порошкового гасіння, здатна охопити всі можливі ділянки розливу ЗПГ.

Продуктивність системи повинна становити не менше 3,5 кг/с протягом не менше 45 с.

Органи ручного керування пуском системи повинні бути розташовані в легкодоступному безпечному місці за межами зони (приміщення), що захищається;

.3 один порошковий вогнегасник місткістю, щонайменше, 5 кг повинен бути розташований поблизу станції бункерування.

**5.2.2** Газовипускна система повинна відповідати вимогам частини VIII «Системи і трубопроводи» Правил МС, при цьому на вихідних кінцях трубопроводів газовипускної системи ДВС, котлів та інсинераторів повинні бути передбачені іскрогасники.

**5.2.3** Використання устаткування для утилізації вантажу, що випарувався, методом термічного окиснення, який не відповідає вимогам 4.1.4 частини VI «Системи і трубопроводи», повинне бути заборонене під час проведення бункерувальних операцій.

## **6 ВАНТАЖНА СИСТЕМА СУДНА-БУНКЕРУВАЛЬНИКА ЗПГ**

### **6.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ**

**6.1.1** Вантажна система повинна включати наступні обов'язкові компоненти: бункерувальні шланги і/або механічні вантажні стендери; швидкорознімне з'єднання; муфту аварійного роз'єднання; електроізолювальне з'єднання.

**6.1.2** Вантажна система і процедура передачі бункерного палива повинні бути розроблені таким чином, щоб під час проведення бункерувальних операцій не допускалося виділення рідини або пари вантажу в атмосферу як із судна-бункерувальника, так і із судна, що приймає.

**6.1.3** Трубопроводи системи, призначеної для передачі палива з температурою кипіння нижче - 55 °С, повинні бути термічно ізолювані з метою зведення до мінімуму надходження у вантаж тепла і захисту персоналу від прямого контакту з холодними поверхнями.

#### **6.1.4 Бункерувальні шланги.**

**6.1.4.1** Бункерувальні шланги повинні відповідати вимогам 5.11.7 Кодексу, застосовним вимогам 6.2 частини VIII «Системи і трубопроводи» МС і мати Свідоцтво про типове схвалення (СТС).

На додаток до зазначених вимог при типових випробуваннях бункерувальних шлангів повинні виконуватися вимоги, зазначені в 6.1.4.2 — 6.1.4.10.

**6.1.4.2** Усі застосовувані матеріали повинні бути сумісні один з одним і з середовищем (ЗПГ і пара ЗПГ), що транспортується.

Кінцеві фітинги повинні бути виготовлені з нержавіючої сталі і відповідати вимогам Кодексу.

**6.1.4.3** Наступні характеристики повинні бути визначені виробником бункерувального шланга і підтверджені в ході типових випробувань:

- мінімальна робоча температура;
- максимальне робоче навантаження;
- максимальний розрахунковий тиск;
- мінімальний радіус вигину (MBR) ;

максимальний допустимий кут скручування (МААТ).

**6.1.4.4** Кожний тип шланга повинен бути підданий циклічним випробуванням тиском при температурі навколишнього середовища, щоб продемонструвати, що шланг здатний витримати 2000 циклів випробного тиску від нуля до тиску, який принаймні у два рази перевищує максимальний робочий тиск.

Шланг у зборі також повинен бути підданий випробуванням мінімумом 200 циклам випробного тиску при криогенній температурі.

Після випробування на циклічність повинні бути проведені випробування розривним тиском, який повинний бути не менше ніж в 5 разів більше максимального робочого тиску при мінімальній робочій температурі.

**6.1.4.5** Кожний тип шланга повинен бути підданий утомним випробуванням на вигин (400000 циклів без руйнування) при температурі навколишнього середовища і криогенних температурах. При цьому радіус вигину повинен бути прийнятій відповідно до рекомендації виробника.

**6.1.4.6** Кожний тип шланга повинен бути підданий випробуванням на зминання при температурі навколишнього середовища і криогенних температурах.

Для цього ділянка шланга в середній частині повинна бути поміщена між двома твердими плитами на довжині, рівній діаметру шланга, до яких повинна бути десять раз прикладена сила 1000 Н.

**6.1.4.7** Кожний тип шланга повинен бути випробуваний на розтягання при температурі навколишнього середовища і мінімальній робочій температурі для визначення максимального робочого навантаження.

**6.1.4.8** Кожний тип шланга повинен бути випробуваний на вигин при кімнатній і криогенній температурах, щоб гарантувати, що шланг здатний витримувати максимальний робочий тиск при мініальному радіусі вигину (MBR).

Шланг повинен бути поступово зігнутий до мінімального радіуса вигину (MBR), після чого тиск у ньому повинний бути піднятий до максимального робочого.

Шланг повинен бути перевірений на предмет витоків при збереженні тиску і радіусу вигину протягом 15 хв.

Після зняття тиску і розпрямлення шланга він повинен бути перевірений на предмет відсутності видимих ушкоджень.

**6.1.4.9** Кожний тип шланга повинен бути випробуваний на скручування при кімнатній і криогенній температурах, щоб гарантувати, що шланг здатний витримувати максимальний робочий тиск при максимально допустимому куті скручування (МААТ).

Шланг повинен бути поступово скручений до максимально допустимого кута скручування (МААТ), після чого тиск у ньому повинний бути піднятий до максимального робочого.

Шланг повинен бути перевірений на предмет витоків при збереженні тиску і максимально допустимого кута скручування (МААТ) протягом 15 хв.

Після зняття тиску і розпрямлення шланга він повинен бути перевірений на предмет відсутності видимих ушкоджень.

**6.1.4.10** Повинний бути обмірюваний електричний опір між двома кінцевими з'єднаннями шланга, при цьому шланг у зборі повинен бути осушений і підвішений над землею за допомогою непровідних матеріалів.

Електропровідні шланги повинні мати опір не більше 10 Ом.

Опір шлангів, що не володіють електропровідністю, повинний бути не менше 25 кОм.

**6.1.4.11 Електроізолювальне з'єднання.**

Кожне електроізолювальне з'єднання повинне бути піддане випробуванню на опір у повітрі, при цьому опір повинний бути не менше 10 кОм.

Опір кожного ізолювального фланця повинний бути обмірюваний після повного заповнення ємності ЗПГ, при цьому опір повинний бути не менше 1000 Ом, але не більше 1000 кОм.

**6.1.5 Швидкорознімне з'єднання (QCDC).**

**6.1.5.1** Швидкорознімне з'єднання (QCDC) повинне мати Свідоцтво про типове схвалення (СТС).

**6.1.5.2** Швидкорознімне з'єднання (QCDC) повинне бути піддане гідравлічному випробуванню тиском не менше ніж в 1,5 рази більше розрахункового тиску при температурі навколишнього середовища, щоб продемонструвати, що швидкорознімне з'єднання здатне без витоків витримувати такий тиск.

**6.1.5.3** Органи керування швидкорознімними з'єднаннями (QCDC) повинні бути оснащені пристроєм механічного блокування для запобігання ненавмисного спрацювання.

У випадку втрати живлення швидкорознімне з'єднання (QCDC) не повинне міняти положення (залишатися в позиції «як є»).

**6.1.6 Пристрій аварійного роз'єднання (ERC).**

**6.1.6.1** У шланговій лінії повинний бути передбачений пристрій аварійного роз'єднання (ERC) або розривна муфта (вгеак-away coupling).

Повинна бути витримана відповідність максимального зусилля спрацювання пристрою аварійного роз'єднання (ERC) і допустимих осьових зусиль у бункерувальному шлангу.

Пристрій аварійного роз'єднання (ERC) і розривна муфта повинні мати Свідоцтво про типове схвалення (СТС).

**6.1.6.2** Пристрій аварійного роз'єднання (ERC) повинний бути типу «сухе роз'єднання» і повинний бути здатним до самостійного роз'єднання при виникненні в шланговій лінії сили, яка діє в будь-якому можливому напрямку щодо руху суден і величина якої перевищує розрахункові навантаження, а також при перепадах тиску, що перевищує розрахунковий для даного пристрою.

**6.1.6.3** Пристрій аварійного роз'єднання (ERC), установлений в лініях для передавання газового палива, повинний мати здатність спрацювати незважаючи на лід, що утворюється під час передавання ЗПГ.

## **6.2 ТРУБОПРОВИДИ І ШЛАНГОВІ ЛІНІЇ ВАНТАЖНОЇ СИСТЕМИ**

### **6.2.1 Вантажний вертлюг.**

**6.2.1.1** У шланговій лінії повинен бути передбачений вантажний вертлюг, що має Свідоцтво про типові схвалення (СТС).

**6.2.1.2** Повинні бути проведені випробування вантажного вертлюга статичні гідравлічним надлишковим тиском і динамічні при максимальному робочому тиску.

При динамічних випробуваннях повинна проводитися перевірка обертаючого моменту (не менше 2 обертів у кожену сторону) при нормальних умовах і мінімальній робочій температурі.

### **6.2.2 Трубопроводи і шлангові лінії.**

**6.2.2.1** Шлангова лінія повинна мати необхідну кількість опор, що запобігають стирання шланга, і забезпечують дотримання радіусів вигину.

**6.2.2.2** Система разом зі шланговою лінією повинна бути випробувана в зборі при нормальній температурі тиском не менше 1,5 максимального робочого тиску системи.

**6.2.4** Усі зварні шви трубопроводів вантажної системи і виробів у шланговій лінії повинні виконуватися встик з повним проваром при контролі 100 % зварних швів засобами неруйнівного контролю.

**6.2.5** Допустима швидкість бункерування ЗПГ повинна визначатися можливостями судна, що приймає.

Максимальна швидкість передачі ЗПГ у трубопровідній системі і шланговій лінії не повинна перевищувати 10 м/с щоб уникнути виникнення статичної електрики і обмеження надходження тепла за рахунок тертя усередині труб.

Максимальна швидкість передачі ЗПГ повинна визначатися, виходячи з наступного:

продуктивності системи контролю або утилізації пари ЗПГ, яка утворюється під час бункерування;

температури і тиску ЗПГ, подаваного на судно, що приймає;

характеристик приймального резервуара;

максимальної витрати, що допускається пристроєм аварійного роз'єднання (ERC);

максимальної витрати, що допускається шлангом;

максимальної витрати, що допускається швидкокорознімним з'єднанням (QCDC).

## **7 СИСТЕМА ІНЕРТНИХ ГАЗІВ**

**7.1** Додатково до положень підрозд. 6.3 та 6.4 частини VI «Системи і трубопроводи»:

**7.1.1** повинна бути забезпечена можливість проведення випробування герметичності з'єднань між судном-бункерувальником ЗПГ і судном, що приймає, перед бункерувальними операціями.



Така процедура повинна бути описана в Посібнику з експлуатації судна.

**7.1.2** повинні бути передбачені відповідні заходи і процедури для інертизації шлангових ліній перед заповненням їх бункерним паливом або парою ЗПГ, а також витиснення бункерного палива і пари ЗПГ із бункерних ліній після закінчення вантажних операцій перед відключенням.

Залишки вантажу повинні відводитися у вантажну ємкість (танк).

## **8 СИСТЕМА ВИЯВЛЕННЯ ГАЗУ**

**8.1** Стационарна система виявлення газу повинна бути здатна вимірювати концентрацію газу в зоні підключення маніфольда на додаток до пристроїв, зазначених у розд. 6 частини VIII «Контрольно-вимірювальні пристрої і системи автоматизації».

Така система повинна забезпечувати місце дистанційного виявлення газу також і на судні, що приймає.

**8.2** Система виявлення газу в зоні підключення маніфольду повинна забезпечувати безперервний моніторинг і активувати АПС, коли концентрація вуглеводнів перевищує 30 % нижньої межі займистості (НМЗ).

**8.3** Прилади звукової і світлової сигналізації стационарно встановленої системи виявлення газів повинні розташовуватися на ходовому містку, на посту керування бункерувальними операціями і у місці установки датчика(ів) газу.

## **9 ЕЛЕКТРИЧНЕ ОБЛАДНАННЯ**

### **9.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ**

**9.1.1** Вимоги цього розділу застосовуються до електричного обладнання суден-бункерувальників ЗПГ і доповнюють вимоги частини VII «Електричне обладнання» і частини XI «Електричне обладнання» Правил МС.

**9.1.2** Допускається застосування наступних систем генерування і розподілу:

**.1** постійного струму:

**.1.1** двопровідна ізолювана;

**.2** змінного струму:

**.2.1** однофазна, двопровідна ізолювана;

**.2.2** трифазна, трипровідна ізолювана;

**.2.3** трифазна, чотирипровідна ізолювана.

**9.1.3** В ізолюваних системах розподілу не повинні заземлюватися струмоведучі частини, за виключенням:

**.1** пристроїв і системи контролю опору ізоляції;

**.2** компонентів, використовуваних для придушення радіозавад.

**9.1.4** Заземлені системи з використанням корпусу судна як зворотного провідника.

**9.1.4.1** Заземлені системи з використанням корпусу судна як зворотного провідника не допускаються, за винятком:

**.1** системи катодного захисту з накладеним струмом;

.2 місцевих заземлених систем, таких як стартерні системи і системи заповнення для ДВС, за умови, що будь-який можливий струм не буде проходити безпосередньо через кожне з вибухонебезпечних приміщень і просторів;

.3 пристроїв і системи контролю опору ізоляції, за умови, що струм у ланцюзі пристрою не перевищує 30 мА за самих несприятливих умов;

.4 заземлених іскробезпечних ланцюгів;

.5 ланцюгів живлення, керування і виміру в безпечних зонах, де з технічних причин або з міркувань безпеки виключене використання незаземлених систем, за умови, що струм через корпус судна обмежується 5 А в нормальних і аварійних умовах;

.6 місцевих заземлених системах, таких як системи розподілу на камбузах і в пральнях, що живляться через ізолюючі трансформатори із заземленими вторинними обмотками, за умови, що будь-який можливий струм не буде проходити безпосередньо через кожне з вибухонебезпечних приміщень і просторів.

## 9.2 КОНТРОЛЬ ОПОРУ ІЗОЛЯЦІЇ ЛАНЦЮГІВ У ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ЗОНАХ

9.2.1 Прилади, призначені для безперервного контролю опору ізоляції ланцюгів окремих систем розподілу, не повинні контролювати іскробезпечні ланцюги, підключені до пристроїв у небезпечних зонах, або іскробезпечні ланцюги, що проходять через небезпечні зони.

9.2.2 У випадку зниженого опору ізоляції повинні подаватися звуковий і світловий сигнали на посту керування.

## 10 СИСТЕМА АВАРІЙНОГО ВІДКЛЮЧЕННЯ (ESD)

10.1 До систем аварійного відключення (ESD) судна-бункерувальника ЗПГ у повному обсязі застосовуються вимоги розд. 5 частини VI «Системи і трубопроводи».

. Система ESD повинна зупиняти задіяні насоси і компресори повернення пари (якщо є) до закриття клапанів маніфольда.

Будь-яка активація системи ESD повинна приводити до одночасної реалізації її команд на бункерувальному комплексі і на судні, що приймає.

11.10.2 Виносною пультом системи аварійного відключення системи ESD із кнопкою ручної активації повинен перебувати на борті судна, що приймає.

Якщо судно-бункерувальник ЗПГ має можливість підключити власну систему ESD до системи ESD судна, що приймає, то наявність виносного пульта не вимагається.

10.3 Функція аварійного відключення повинна ініціюватися в наступних випадках:

.1 автоматично, якщо дистанція між судном, що приймає, і судном-бункерувальником ЗПГ перевищує її безпечне оперативне обмеження для передавального пристрою;

.2 при включенні кнопки ручної активації на виносному пульті системи ESD;

.3 автоматично при активації аварійної муфти.

10.4 Відкриття головних передавальних клапанів повинне бути неможливим доти, поки аварійна муфта не буде приведена у вихідний включений стан.

## 11 СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПЕРЕДАЧЕЮ БУНКЕРНОГО ПАЛИВА

11.1 Система керування передачею бункерного палива повинна бути обладнана пристроєм автоматичного контролю швидкості потоку і обмеження тиску в системі передачі.

Параметри системи керування передачею бункерного палива критичні для безпечної передачі повинні мати регульовані налаштування.

11.2 Відхилення від установлених значень, зазначених в 11.1, повинні викликати спрацювання звукової і світлової сигналізації на пості керування бункерувальними операціями і ходовому містку.

11.3 Система керування передачею ЗПГ повинна автоматично знижувати швидкість передачі ЗПГ, коли перевищене встановлене значення тиску в системі повернення і/або уловлювання пари, що виділяється.

11.4 Якщо швидкість передачі ЗПГ перевищує максимальне значення, повинна спрацювати сигналізація і відбутися автоматична зупинка передачі із закриттям клапанів маніфольда.

11.5 Судно, яке приймає, повинне мати можливість контролювати швидкість потоку передачі ЗПГ за допомогою зв'язку «судно-судно», наприклад, з використанням гнучкого кабелю і виносного пульта з органами керування.

11.6 Сигнали і дії системи безпеки, необхідні для системи передачі ЗПГ, зазначено в табл. 11.6.

Таблиця 11.6 Сигнали і дії системи безпеки, необхідні для системи передачі ЗПГ

Параметри	Сигнал	Активація системи ESD	Автоматична активація муфти автоматичного відключення
Низький тиск у витратному танку (ємкості)	×	×	
Раптове падіння тиску перекачувального насоса	×	×	
Високий рівень у приймальному танку (ємкості)	×	×	
Високий тиск у приймальному танку (ємкості)	×	×	
Виявлення витоків ЗПГ або пари (у будь-якому місці)	×	×	
Виявлення газу уздовж трубопроводу бункерування	×	×	
Ручна активація муфти аварійного відключення	×	×	
Перевищення безпечного діапазону режимів роботи вантажного стендера			×
Спрацювання муфти аварійного відключення	×	×	

## 12 СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ

**12.1** Між судном-бункерувальником ЗПГ і судном, що приймає, повинна бути забезпечена резервна система зв'язку.

**12.2** Зв'язок між судном-бункерувальником ЗПГ і судном, що приймає, повинний підтримуватися протягом усього часу операції бункерування.

У випадку, якщо постійний зв'язок не може підтримуватися, бункерування повинне бути зупинене і не повинне відновлятися доти, поки зв'язок не буде відновлений.

**12.3** Компоненти системи зв'язку, розташовані в небезпечних зонах і зонах безпеки, повинні бути відповідного вибухозахищеного виконання.

## 13 ДОДАТКОВІ ФУНКЦІЇ, ПОВ'ЯЗАНІ З ОБСЛУГОВУВАННЯМ СУДЕН, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬ ЗПГ ЯК ПАЛИВО

**13.1** При наявності на судні-бункерувальнику ЗПГ додаткових функцій, пов'язаних з обслуговуванням суден, що використовують ЗПГ як паливо, і відображених додатковим знаком **RE** в основному символі класу, система утилізації вантажу, що випарувався, повинна мати продуктивність, що дозволяє обробити додаткові обсяги пари вантажу, які утворюються в ході вантажних операцій на судні, що приймає, враховуючи зміни рівня у вантажних танках (ємкостях), що приймають, на судні, що приймає.

Для підтвердження відповідності судна вимогам, пропонованим до суден з додатковим знаком **RE**, повинна бути надана Регістру процедура бункерування суден, що працюють на ЗПГ, з необхідними розрахунками.

**13.2** При наявності на судні-бункерувальнику ЗПГ додаткових функцій, пов'язаних з обслуговуванням суден, що використовують ЗПГ як паливо, і відображених додатковим знаком **IG - Supply** в основному символі класу, на судні-бункерувальнику ЗПГ повинна бути передбачена подача інертного газу і/або сухого повітря для забезпечення дегазації і аерації паливних ємкостей (танків) відповідно до положень 6.10.4 Кодексу МКП.

Трубопроводи, використовувані для інертного газу, повинні бути незалежними від трубопроводів для рідкої і парової ліній ЗПГ, використовуваних для нормальної роботи.

Для підтвердження відповідності судна вимогам, пропонованим до суден з додатковим знаком **IG - Supply**, повинні бути надані Регістру схема системи дегазації і опис процедури дегазації.

**13.3** При наявності на судні-бункерувальнику ЗПГ додаткових функцій, пов'язаних з обслуговуванням суден, що використовують ЗПГ як паливо, і відображених додатковим знаком **BOG** в основному символі класу, повинна бути передбачена система контролю і утилізації пари вантажу (BOG), що утворюється в процесі бункерування.

Судно-бункерувальник ЗПГ повинне бути здатне обробляти без викиду в атмосферу всі або частину випарів ЗПГ, які виділяються під час операції бункеру-

вання ЗПГ на судні, що приймає, на додаток до випарів ЗПГ у власних вантажних ємкостях (танках).

Продуктивність системи обробки газу, що випарувався, повинна бути зазначена і обґрунтована відповідними розрахунками.

Як способи утилізації пари вантажу, що допускаються, можуть бути розглянуті наступні способи або їхня комбінація (див. також розд. 4 частини VI «Системи і трубопроводи»):

повторне зрідження;

використання газу як палива в судових двигунах або котлах;

спалювання в установці спалювання газу (УСГ) згідно з 4.3 частини VI «Системи і трубопроводи».

Для підтвердження відповідності судна-бункерувальника ЗПГ вимогам, пропонуваним до суден з додатковим знаком **BOG**, повинні бути надані Регістру наступні документи:

процедура бункерування з описом процесу операцій з газом, що випаровується під час бункерування;

розрахунки максимальної кількості пари ЗПГ, можливої при бункеруванні, яка повинна бути менше продуктивності установки утилізації пари ЗПГ, зазначеної в процедурі бункерування.

## ДОДАТКИ

### ДОДАТОК 1

#### ТАБЛИЦЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ПОЯСНЕННЯ ДО ТАБЛИЦІ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ

1. Найменування речовин (стовпець 1) наведені за абеткою латинських найменувань.
2. Хімічна формула (стовпець 2) наведена тільки для відомості.
3. Щільність (стовпець 3) наведена тільки для відомості і повинна уточнюватися за даними відправника вантажу.
4. Тип газовева LG (стовпець 4) відповідає визначенню, наведеному в частині I «Класифікація».
5. Визначення вкладної ємкості типу C (стовпець 5) наведене в розд. 2 частини IV «Вантажні ємкості».
6. Вимоги до регулювання атмосфери парового простору усередині вантажних ємкостей (стовпець 6) :
  - Inert – інертизація (див. 6.3 частини VI «Системи і трубопроводи»).
  - Dry — контроль вологи (осушене повітря, див. розд. 9 частини X «Спеціальні вимоги»).
7. Система виявлення (стовпець 7):
  - F — займистої пари;
  - T — токсичної пари;
  - F + T — займистих і токсичних парів;
  - A — задушливого середовища (Asphixiant) (див. 6.14 частини VIII «Контрольно-вимірювальне обладнання і системи автоматизації»);
8. Тип контрольно-вимірювального обладнання (стовпець 8), (див. підрозд. 2.2 частини VIII «Контрольно-вимірювальне обладнання і системи автоматизації»):
  - I — пристрої непрямого виміру або закриті (див. 2.2.1, 2.2.2);
  - R — пристрої непрямого виміру, напівзакриті або закриті (див. 2.2.1, 2.2.2, 2.2.3, 2.2.4);
  - S — пристрої непрямого виміру або закриті (див. 2.2.1, 2.2.2, 2.2.3).
9. Номера по таблиці ПНПМД («Посібник з надання першої медичної допомоги» (MFAG) IMO) (стовпець 9)
10. Спеціальні вимоги (стовпець 10) — наведені підрозділи і розділи частини X «Спеціальні вимоги», у разі посилання на вимоги інших частин, після позначення пункту у дужках зазначена відповідна частина.
11. \* — на речовини, позначені зірочкою, поширюються також вимоги Правил класифікації і побудови хімовозів.

Додаток 1. Таблиця технічних вимог

Найменування речовини	Хімічна формула	Щільність, кг/м <sup>3</sup> , при температурі, зазначеній в дужках	Тип газозова LG	Вимагається вкладна ємність типа С	Система регулювання парового простору всередині вантажної ємності	Система виявлення пари вантажу	Тип контрольно-вимірювального пристрою	Номер по табл. ПНПМД	Спеціальні вимоги
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Альдегід оцтовий Acetaldehyde	CH <sub>3</sub> CHO	780 (20,8 °C)	2G/2PG	-	Inert	F +T	C	300	2.2.1.1, 5.1, розд. 8, 5.2.3.1(V),
Аміак безводний Ammonia anhydrous	NH <sub>3</sub>	771 (-34,4 °C)	2G/2PG	-	-	T	C	725	2, 3.1, 9
Бутадиєн (всі ізомери) Butadiene	CH <sub>2</sub> CHC(CH <sub>3</sub> )CH <sub>2</sub>	646 (0 °C)	2G/2PG	-	-	F +T	C	310	2, 3.2, 5.2, 5.3, розд.8, 10
Бутан (всі ізомери) Butane	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	600 (0 °C)	2G/2PG	-	-	F	R	310	
Суміші бутану і пропану Butane/Propane mixture (LPG)			2G/2PG	-	-	F	R	310	
Бутілени (всі ізомери) Butilenes	CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub>	670 (0 °C)	2G/2PG	-	-	F	R	310	
Двоокис вуглецю (високої очистки) Carbon dioxide (high purity)	CO <sub>2</sub>	771	3G	-	-	A	R	-	Розд. 27
Двоокис вуглецю (низької очистки) Carbon dioxide (low purity)	CO <sub>2</sub>	771	3G	-	-	A	R	-	Розд. 28
Хлор Chlorine	Cl <sub>2</sub>	1560 (34 °C)	1G	Так	Dry	T	I	740	2, 4.2, 5.1, розд. 6, 9, 22, 15
Ефір діетиловий простий* Diethyl Ether	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> O	640 (34,6 °C)	2G/2PG	-	Inert	F +T	C	330	1.1, 2.2.1.1, 3.6, 4.1, 8.1, 11.2, 11.3, розд., 22, 23

## Продовження табл. Додаток 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Діметиламін Dimethylamine	$(\text{CH}_3)_2\text{NH}$	680 (0°C)	2G/2PG	–	–	F + T	C	320	2, 3.1, розд. 7
Ефір діметилловий Dimethyl Ether	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	1,716	2G/2PG	–	–	F + T	C	–	
Етан Ethane	$\text{CH}_3\text{CH}_3$	550 (-80°C)	2G	–	–	F	R	310	
Етил хлористий Ethyle Chloride	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$	921 (0°C)	2G/2PG	–	–	F + T	C	340	Розд. 7
Етилен Ethylene	$\text{C}_2\text{H}_4$	560 (-104°C)	2G	–	–	F	R	310	
Оксид етилену Ethylene Oxide	$\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}$	882 (10°C)	1G	Так	Inert	F + T	C	365	2, 3.2, 4.2, 5.1, 8.1, розд. 6, 7, 12
Суміші оксиду етилена і оксиду пропілена із вмістом оксиду етилена не більше 30% за вагою* Ethylene Oxide/ Propylene Oxide- mixture with Ethylene Oxide content of not more than 30% by weight			2G/2PG	–	Inert	F + T	C	365	2.2.1.1, 4.1 5.1, 8.1, розд. 18, 22, 23
Ізопрен* (всі ізомери) Isoprene	$\text{CH}_2\text{CHC}(\text{CH}_3)\text{CH}$	680 (34°C)	2G/2PG	–	–	F	R	310	2.2.1.1, 11.1, розд. 10, 22
Ізопрен* (частково очищений) Isoprene (part refined)	$\text{CH}_2\text{CHC}(\text{CH}_3)\text{CH}$	680 (34°C)	2G/2PG	–	–	F	R	310	2.2.1.1, 11.1, розд. 10, 22
Ізопропіламін* Isopropylamine	$(\text{CH}_3)_2\text{CHNH}_2$	710 (34°C)	2G/2PG	–	–	F + T	C	320	1.1, 2.2.1.1 3.4, 11.1, розд.: 7, 20, 21, 22, 23
Метан (СПГ) Methane (LNG)	$\text{CH}_4$	420 (-164°C)	2G	–	–	F	C	620	
Суміші метилацетилену і пропадієна Methylacetylene/Propadiene mixture	$\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{C}$		2G/2PG	–	–	F	R	310	Розд. 13
Метил бромистий Methyl Bromide	$\text{CH}_3\text{Br}$	1730 (0°C)	1G	Так	–	F + T	C	345	2, 3.3, 4.2. 5.1, розд. 6,
Метил хлористий Methyl Chloride	$\text{CH}_3\text{Cl}$	920	2G/2PG	–	–	F + T	C	340	3.3, розд. 7



## Продовження табл. Додаток 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Змішані вантажі C4 Mixed Cargoes C4			2G/2PG	-	-	F +T	C	-	2, 3.2, 5.2, 5.3, розд. 8, 26
Моноетиламін* (Етиламін) Monoethylamine (Etylamine)	$C_2H_5NH_2$	706 (0°C)	2G/2PG	-	-	F +T	C	320	2, 3.1, 4.1, 11.1, розд.: 7, 20, 21, 22, 23
Азот Nitrogen	$N_2$	808 (-196°C)	3G	-	-	A	C	620	Розд. 14
Пентан (всі ізомери)* Pentanes (all isomers)	$CH_3(CH_2)_3CH_3$	626 (0°C)	2G/2PG	-	-	F	R	310	8.1, розд.: 11, 22
Пентен (всі ізомери)* Pentene (all isomers)			2G/2PG	-	-	F	R	310	8.1, розд.: 11, 22
Пропан Propane	$CH_3CH_2CH_3$	590 (-42,3°C)	2G/2PG	-	-	F	R	310	
Пропілен Propylene	$CH_3CHCH_3$	860	2G/2PG	-	-	F	R	310	
Окис пропілена* Propylene Oxide	$CH_3CHOCH_2$	830	2G/2PG	-	Inert	F +T	C	365	2.2.1.1, 4.1, 5.1, 8.1, розд.: 7, 18 20, 22, 23
Холодильні агенти негтоксичні і незайmistі: Refrigerant gases:			3G	-	-	-	R	350	
Діхлордифторметан Dichlorodifluoromethane	$CCl_2F_2$	1490 (-30°C)							
Діхлормонофторметан Dichloromonofluoromethane	$CHFC1_2$	1480 (8,9°C)							
Діхлортетрафторетан Dichlorotetrafluoroethane	$C_2F_4C1_2$	1510 (3,8°C)							
Монохлордифторметан Monochlorodifluoromethane	$CHC1F_2$	1420 (-42°C)							
Монохлортетрафторетан Monochlorotetrafluoroethane	$C_2HF_4C1$								
Монохлортрифторметан Monochlorotrifluoromethane	$CF_3C1$	1520 (-81,4°C)							
Двоокис сірки Sulphur Dioxide	$SO_2$	1460 (-10°C)	1G	Так	Dry	T	C	635	5.1, 4.2, 5.1, розд.: 6, 7, 9
Вініл хлористий* Vinyl Chloride	$CH_2CHCl$	970 (-13,9°C)	2G/2PG	-	-	F +T	C	340	1.1, 2.2.1.1, 3.2, 3.3, 4.1, розд.: 7, 8, 10, 16, 17, 21, 22

## Закінчення табл. Додаток 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ефір вінілетилловий Vinyl Ethyl Ether	CH <sub>2</sub> CHOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	755	2G/2PG	–	Inert	F +T	C	330	1.1, 2.21.1, 3.2, 4.1, 8.1, 11.2, 11.2, розд.: 7, 10, 17, 21, 22, 23
Вініліден хлорис- тий* Vinylidene Chloride	CH <sub>2</sub> H <sub>2</sub> C12	1250	2G/2PG	–	Inert	F +T	C	340	1.1, 2.2.1.1, 3.5, 8.1, розд.: 7, 10 21,22

Примітка: Номера по таблиці ПНПМД («Посібник з надання першої медичної допомоги» (MFAG) ІМО) наведені для відомості про порядок невідкладних дій при нещасних випадках, пов'язаних з речовинами, на які поширюються вимоги Правил LG.

Якщо кожна із зазначених речовин перевозиться при мінусовій температурі, яка може викликати обмороження, слід також застосовувати № 620 по таблиці ПНПМД (MFAG).

**ДОДАТОК 2**

**МІЖНАРОДНИЙ КОДЕКС ПОБУДОВИ  
І ОБЛАДНАННЯ СУДЕН, ЩО ПЕРЕВОЗЯТЬ  
ЗРІДЖЕНІ ГАЗИ НАЛИВОМ**

Див. главу 18 «Експлуатаційні вимоги» Міжнародного кодексу побудови і обладнання суден, що перевозять зріджені газы наливом.

**ДОДАТОК 3****НЕМЕТАЛІЧНІ МАТЕРІАЛИ**

Див. доповнення 4 Міжнародного кодексу побудови і обладнання суден, що перевозять зріджені газы наливом.

**ДОДАТОК 4**

**СТАНДАРТ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДОЛОГІЙ ГРАНИЧНОГО  
СТАНУ ПРИ РОЗРАХУНКАХ СИСТЕМ УТРИМАННЯ ВАНТАЖУ  
НОВОЇ КОНФІГУРАЦІЇ**

Див. доповнення 5 Міжнародного кодексу побудови і обладнання суден, що перевозять зріджені газы наливом.

**ПРАВИЛА  
КЛАСИФІКАЦІЇ ТА ПОБУДОВИ  
СУДЕН  
ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ  
СТИСНУТОГО ПРИРОДНОГО ГАЗУ**

# ЧАСТИНА І. КЛАСИФІКАЦІЯ

---

## 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

### 1.1 ОБЛАСТЬ ПОШИРЕННЯ

**1.1.1** Правила класифікації та побудови суден для перевезення стиснутого природного газу<sup>1</sup> поширюються на спеціально побудовані або переустатковані судна незалежно від валової місткості і потужності силової установки, призначені для перевезення стиснутого природного газу.

**1.1.2** На судна для перевезення стиснутого природного газу<sup>2</sup> повною мірою поширюються вимоги Правил щодо обладнання морських суден, Правил про вантажну марку морських суден, Правил щодо вантажопідіймальних пристроїв морських суден.

**1.1.3** Правила класифікації та побудови морських суден<sup>3</sup>, Правила класифікації, побудови і обладнання плавучих бурових установок і морських стаціонарних платформ<sup>4</sup> і Правила класифікації та побудови суден для перевезення зріджених газів наливом<sup>5</sup>, які враховують положення «Міжнародного Кодексу побудови і обладнання суден, які перевозять зріджені гази наливом» (ІМО), прийнятого резолюцією MSC.370(93)<sup>6</sup> з поправками, поширюються на газовози CNG у тій мірі, у якій це обумовлене в тексті Правил CNG.

### 1.2 ВИЗНАЧЕННЯ І ПОЯСНЕННЯ

**1.2.1** Визначення і пояснення, що відносяться до загальної термінології, наведені в Правилах LG.

В Правилах CNG прийняті наступні визначення і пояснення:

*Балон вантажної ємкості* — циліндрична посудина зі стандартної труби великого діаметра з опуклими днищами, що утворює основний об'єм, вантажної ємкості.

Балони вантажних ємкостей, як правило, повинні виготовлятися із безшовних труб і зварних експандированих<sup>7</sup> труб (прямошовних з одним або двома швами і спіральшовних), схвалених Регістром, що виготовляються на визначених Регістром підприємствах.

Використання зварних неекспандированих труб не рекомендується.

---

<sup>1</sup> Далі — Правила CNG.

<sup>2</sup> Далі — газовози CNG.

<sup>3</sup> Далі — Правила МС.

<sup>4</sup> Далі — Правила ПБУ/МСП.

<sup>5</sup> Далі — Правила LG.

<sup>6</sup> Далі — Кодекс.

<sup>7</sup> Експандирування — процедура остаточного формування для зварних труб

*Вантажна ємкість спірального типу* — вантажна ємкість, що складається із труби великої довжини і малого діаметра, згорнутої у вигляді спіралі.

*Вантажна ємкість циліндричного типу* — вантажна ємкість, що складається із множини циліндричних посудин під тиском, з'єднаних між собою за допомогою трубопроводів вантажної ємкості.

*Закриття вантажного трюму* — верхнє закриття вантажного трюму, що дає можливість контролювати умови перевезення у вантажних трюмах.

*ЗПГ (LNG)* — зріджений природний газ, що складається, в основному з метану.

*Кодекс МКГ (IGC CODE)* — Міжнародний кодекс побудови і обладнання суден, що перевозять зріджені гази наливом, перевиданий відповідно до резолюції ІМО MSC.370(93), з поправками, внесеними резолюціями MSC.411 (97) і MSC.441 (99).

*Конвенція СОЛАС 1974 з поправками* — Міжнародна конвенція про охорону людського життя на морі 1974 р. і Протоколи 1978 та 1988 рр. до неї, включаючи застосовні в ній кодекси<sup>8</sup>.

*Кофердам* — простір між двома суміжними сталевими перегородками або палубами.

*MARVS* — максимально допустимий настановний тиск підриву запобіжного клапану вантажної ємкості.

*Максимальний допустимий робочий тиск* — тиск, що становить 95 % від розрахункового тиску.

*Простір вантажного трюму* — простір, що включає суднові конструкції, усередині яких розташовані вантажні ємкості.

*Розрахунковий тиск* — максимальне значення тиску газу у вантажній ємкості, яке використовується в розрахунках на міцність вантажних ємкостей і вантажних трубопроводів.

*Розрахункова температура* — найбільша або найменша температура, яка може виникнути в період експлуатації в матеріалі вантажних ємкостей, трубопроводів, фундаментах і внутрішніх корпусних конструкціях вантажних трюмів.

*Трубопровід вантажної ємкості* — трубопровід, що з'єднує балони вантажних ємкостей між собою і з вантажним клапаном вантажної ємкості.

---

<sup>8</sup> Далі — Конвенція СОЛАС

## 2 РІВНОЦІННІ ЗАМІНИ

### 2.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

**2.1.1** Регістр може дати згоду на застосування конструкцій судна, устаткування, матеріалів, засобів і приладів або проведення заходів, інших ніж це вимагається Правилами CNG.

**2.1.2** У зазначених випадках Регістру повинні бути представлені дані, що дозволяють установити відповідність таких конструкцій, устаткування, матеріалів, засобів і приладів або заходів умовам, що забезпечують безпеку судна, охорону людського життя, надійне перевезення вантажів і запобігання забрудненню із суден навколишнього середовища.

## 3 ДОКУМЕНТИ

### 3.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

**3.1.1** Суднам, що задовольняють вимогам Правил CNG, на додаток до документів, передбачених у підрозд. 1.4 Загальних положень про діяльність при технічному нагляді, на підставі позитивних результатів огляду, відображених в актах оглядів, видається Свідоцтво про придатність судна до перевезення стиснутого природного газу<sup>9</sup>.

Термін дії Свідоцтва — не більше 5 років.

**3.1.2** Свідоцтво повинне постійно перебувати на судні і бути доступним для інспектування.

**3.1.3** У випадку, якщо на судні Регістром дозволені рівноцінні заміни, регламентовані розд. 2, у Свідоцтві повинний бути відображений зміст цих заміні.

## 4 СИМВОЛ КЛАСУ

### 4.1 СИМВОЛ КЛАСУ СУДНА

**4.1.1** Основний символ класу судна і додаткові знаки присвоюються відповідно до вимог 2.2 частини I «Класифікація» Правил класифікації та побудови суден<sup>10</sup>.

### 4.2 СЛОВЕСНА ХАРАКТЕРИСТИКА В СИМВОЛІ КЛАСУ

**4.2.1** Судна, що відповідають вимогам Правил МС та Правил CNG, до основного символу класу (див. розд. 2 частини I «Класифікація» Правил класифікації) одержують словесну характеристику:  
газовоз CNG (**Gas carrier CNG**).

---

<sup>9</sup> Далі — Свідоцтво.

<sup>10</sup> Далі — частина I «Класифікація» Правил класифікації.

## 5 ПРОЕКТНА ДОКУМЕНТАЦІЯ СУДНА В ПОБУДОВІ

### 5.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

**5.1.1** На додаток до технічної документації, зазначеної в підрозд. 4.2 частини I «Класифікація» Правил класифікації, Регістру повинні бути представлені наступні технічні дані і документи, які підтверджують виконання Правил CNG:

**.1** креслення розташування вантажних ємкостей із вказівкою відстані від обшивки борту і днища до ємкостей;

**.2** креслення і розрахунки міцності вантажних ємкостей з інформацією з об'єму випробувань методами неруйнівного контролю зварних швів, випробуваннями на міцність і герметичність;

**.3** креслення розташування вантажних трубопроводів, призначених для з'єднання з берегом або плавучими спорудами, включаючи обладнання для розвантаження, навантаження і аварійного від'єднання, якщо таке передбачене;

**.4** специфікація розрахункових навантажень і розрахунки міцності конструкцій вантажних ємкостей;

**.5** розрахунки максимальної і мінімальної розрахункової температури матеріалів у вантажній ємкості, опорних конструкціях і фундаментах у вантажному трюмі під час навантаження/вивантаження/декомпресії;

**.6** розрахунки охолодного ефекту вивільнюваного газу, що виникає як результат протікань або розриву труби;

**.7** програма і методика випробувань головного повномасштабного зразка вантажної ємкості на утомну міцність і руйнування від внутрішнього тиску;

**.8** креслення і розрахунки напружень у вантажних трубопроводах відповідно до вимог частини VI «Системи і трубопроводи» Правил LG, включаючи навантаження від вібрації і розрахунки утомної міцності;

**.9** розрахунки для визначення характеру поширення тріщин для трубопроводів вантажних ємкостей з використанням принципу «течія-руйнування» згідно з положеннями розд. 4 частини IV «Вантажні ємкості»;

**.10** докладні креслення всіх частин трубопроводів вантажної ємкості, що перебувають під тиском;

**.11** документація і розрахунки для трюмів і вантажних ємкостей з використанням результатів модельних випробувань, розрахункових методів визначення рівня напружень, утомної довговічності і характеристик поширення тріщин.

*Примітка:* Розрахунки для трюмів щодо утомної довговічності і характеристик поширення тріщин повинні ґрунтуватися на застосовних положеннях підрозд. 4.6 частини IV «Вантажні ємкості» Правил LG;

**.12** розрахунки напружень і аналіз утомних напружень у балонах вантажних ємкостей згідно з вимогами підрозд. 3.2.2 частини IV «Вантажні ємкості»;

**.13** розрахунки поширення утомних тріщин для балонів вантажних ємкостей згідно з вимогами підрозд. 3.2.3 частини IV «Вантажні ємкості»;

**.14** креслення фундаментів балонів вантажних ємкостей з розрахунками, виконаними відповідно з вимогами розд. 7 частини IV «Вантажні ємкості» Правил LG;

**.15** обладнання і процедури дегазації;

**.16** обладнання механічної вентиляції у вантажній зоні;

**.17** опис випробувань підвищеним тиском.



## ЧАСТИНА II. КОНСТРУКЦІЯ ГАЗОВОЗА

### 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Конструкція газовеоза CNG повинна відповідати вимогам частини II «Конструкція газовеоза» Правил LG для суден, що перевозять зріджені гази наливом типу **2G** (type **2G**).

1.2 Газовоз CNG повинен мати подвійні борти і подвійне дно.

1.2.1 Для газовеоза CNG висота подвійного дна повинна становити принаймні 1/15 ширини судна або 3 м, залежно від того, що менше, але не менше 1 м.

1.2.2 Ширина подвійного борту для газовеоза CNG повинна становити мінімум 1/15 ширини судна або 2 м, залежно від того, що більше, але не менше 0,76 м.

Мінімальна відстань від вантажної ємкості до зовнішньої обшивки повинна бути не менше 2 м.

1.2.3 Приймаючи до уваги зміну обводів корпусу судна по довжині, необхідно, щоб розмір висоти подвійного дна  $h$  становив принаймні 1/15 ширини судна або 3 м, залежно від того, що менше, а ширина подвійного борту  $w$  становила мінімум 1/15 ширини судна або 2 м, залежно від того, що більше, в районах розташування відповідно носового та кормового вантажних трюмів.

Якщо значення ширини подвійного борту  $w$  і висоти подвійного дна  $h$  різні, то конструкція в місці переходу повинна відповідати зазначеній на рис. 1.2.3.

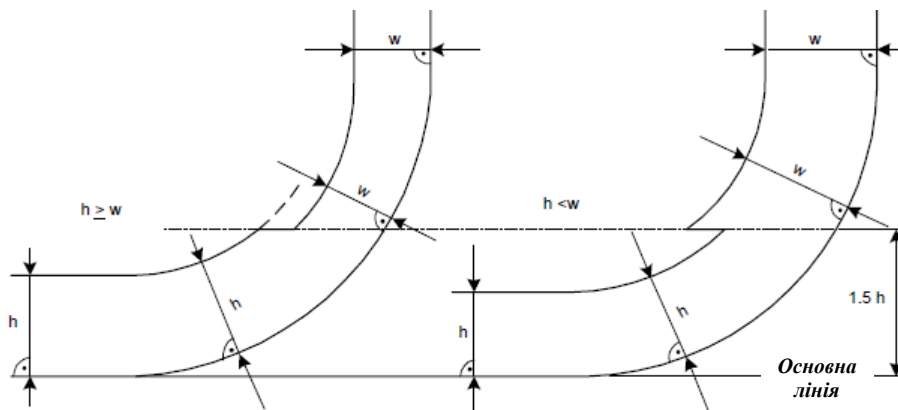


Рис. 1.2.3 Взаємозалежність між мінімальною висотою подвійного дна та мінімальною шириною подвійного борту

де:

$h$  - висота подвійного дна;  
 $w$  - ширина подвійного борту.

У випадку, коли значення ширини подвійного борту  $w$  і висоти подвійного дна  $h$  різні, у відстані  $w$  повинна бути перевага на рівнях, що перевищують  $1,5 h$  вище основної лінії.

**1.3** Еквівалентна другому дну конструкція може бути використана, якщо буде доведено з допомогою розрахунків або випробування, що пропонована конструкція захищає вантажні ємкості від ушкодження і має таку ж здатність поглинати енергію, як звичайна конструкція з подвійним дном.

## **ЧАСТИНА ІІІ. ОСТІЙНІСТЬ. ПОДІЛ НА ВІДСІКИ. НАДВОДНИЙ БОРТ**

---

### **1 ОСТІЙНІСТЬ**

**1.1** Остійність газовозів CNG повинна задовольняти вимогам частини IV «Остійність» Правил МС, застосовних до суховантажних суден, і повинна перевірятися для переходу в баласті і повному завантаженні.

### **2 АВАРІЙНА ОСТІЙНІСТЬ**

**2.1** Аварійна остійність газовоза CNG повинна відповідати вимогам Міжнародного кодексу побудови і обладнання суден, що перевозять зріджені гази наливом (Кодекс МКГ), застосовним для газовозів LG типу **2G** (type **2G**), згідно з положеннями розд. 2 Правил LG.

### **3 ПОДІЛ НА ВІДСІКИ**

**3.1** Газовоз CNG повинен відповідати вимогам частини V «Поділ на відсіки» Правил МС, застосовним для газовозів LG типу **2G** (type **2G**), згідно з положеннями розд. 3 Правил LG.

Простори вантажних трюмів повинні бути відділені від машинних, житлових та інших аналогічних приміщень за допомогою кофердамів.

### **4 НАДВОДНИЙ БОРТ**

**4.1** Надводний борт газовоза CNG призначається відповідно до вимог Правил про вантажну марку морських суден.

Призначений надводний борт повинен бути не менше надводного борту, при якому виконуються вимоги цієї частини.

# ЧАСТИНА IV. ВАНТАЖНІ ЄМКОСТІ

---

## 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

**1.1** Вантажні ємкості повинні бути спроектовані з використанням модельних випробувань, перевірених аналітичних методик і методів аналізу для визначення рівня напружень, утомної довговічності і характеристик поширення тріщин.

Для композитних матеріалів повинні бути розглянуті і враховані зміни властивостей матеріалу згодом під впливом тривалих статичних навантажень при різних зовнішніх умовах.

**1.2** Вантажні ємкості разом з фундаментами і опорами повинні бути спроектовані з урахуванням усіх навантажень, зазначених в 3.1, 3.3, 3.4, 3.5 частини IV «Вантажні ємкості» Правил LG для газозовізів LG.

Розрахункове навантаження від внутрішнього тиску розраховується як сума розрахункового внутрішнього тиску у вантажній ємкості і тиску стовпа вантажу з урахуванням його щільності і пришвидшень, що виникають у процесі експлуатації (див. 3.5 частини IV «Вантажні ємкості» Правил LG).

**1.3** Динамічні навантаження, що виникають під час руху судна повинні ухвалюватися як найбільше імовірні найбільші навантаження, які можуть зустрітись в процесі експлуатації судна.

Частота прикладення навантажень повинна спеціально враховуватись для композитних матеріалів, тому що зазначені матеріали мають властивості, які залежать від даної частоти.

**1.4** Динамічний ефект від зміни тиску під час проведення вантажних операцій повинен бути представлений з урахуванням найбільше імовірних екстремальних умов експлуатації судна.

Кількість циклів коливання тиску від максимального до мінімального повинна відповідати часу експлуатації судна не менше 50 років.

**1.5** У розрахунках повинні бути враховані перехідні термічні навантаження, що виникають у процесі навантаження і розвантаження судна.

**1.6** Вплив усіх динамічних і статичних сил повинний бути врахований при визначенні міцності конструкцій з урахуванням:

максимально допустимих напружень від внутрішнього тиску;

втрати стійкості;

руйнування від спільної дії змінних циклічних і статичних навантажень;

характеристик поширення можливих тріщин.

**1.7** Випробування головного зразка вантажної ємкості повинні показати ефективність пропонованої конструкції в частині відокремлення і видалення рідини з вантажної системи.

При випробуваннях повинна бути перевірена можливість виникнення в трубопроводах гідравлічного удару під час будь-яких операцій з вантажем і повинні бути вжиті конструктивні заходи для виключення такої можливості.

Якщо практично неможливо провести повномасштабні випробування, відповідні до умов експлуатації, може бути використане комп'ютерне моделювання або модельні не повномасштабні випробування.

Приймально-здавальні випробування повинні проводитися в присутності інспектора Регістру і розглядатися лише коли всі системи, устаткування і прилади повністю функціонують.

**1.8** Для оцінки напружень, зазначених в розд. 3, прийняті наступні визначення.

*Вторинне напруження* — нормальне або дотичне напруження, викликане реакцією суміжних частин або реакцією самої конструкції.

Вторинне напруження є самообмежуваним.

Місцева плинність і малі пластичні деформації приводять до зменшення цього напруження.

*Крива Велера (S-N крива) (утомна крива)* — графік залежності напруження, при якому відбувається утомне руйнування матеріалу при даному числі циклів навантаження, від числа цих циклів.

*Мембранне напруження* — складова нормального напруження, рівномірно розподілена і рівна середній величині напруження по товщині розглянутого перерізу.

*Напруження вигину* — змінне по товщині розглянутого перерізу напруження за відрахуванням мембранного напруження.

*Нормальне напруження* — складова напруження, нормальна до розглянутої площини.

*Первинне мембранне напруження* — мембранне напруження, розподілене таким чином, що в результаті плинності не відбувається перерозподіл навантаження.

*Первинне напруження* — напруження, викликане прикладеним навантаженням і необхідне для зрівноважування зовнішніх сил і моментів.

Первинне напруження не є самообмежуваним.

*Розрахунковий тиск  $P_0$*  — максимальний манометричний тиск у вантажній ємкості.

У кожному разі  $P_0$  повинне бути не менше MARVS.

**1.9** Напруження, що допускаються для матеріалів, не зазначених в частині IX «Матеріали і зварювання», є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром.

**1.10** Спосіб маркування вантажних ємкостей не повинен приводити до виникнення місцевих концентраторів напружень.

## 2 ВАНТАЖНІ ЄМКОСТІ СПІРАЛЬНОГО ТИПУ

**2.1** Вантажні ємкості спірального типу є предметом спеціального розгляду Регістром.

До вантажних ємкостей спірального типу повинні застосовуватися вимоги для вантажних ємкостей циліндричного типу, наскільки це здійсненне.

### 3 ВАНТАЖНІ ЄМКОСТІ ЦИЛІНДРИЧНОГО ТИПУ

#### 3.1 БАЛОНИ ВАНТАЖНИХ ЄМКОСТЕЙ

**3.1.1** Розрахунки товщини стінок вантажних ємкостей і розмірів елементів суміжних конструкцій повинні виконуватися по методиках, схвалених Регістром.

Для визначення товщини стінки розрахунковий тиск приймається згідно з вимогами 1.2 частини I «Класифікація»: розрахунковий тиск— максимальне значення тиску газу у вантажній ємкості.

Максимальний робочий тиск повинний бути, як мінімум, на 5 % менше розрахункового тиску.

**3.1.2** В балонах вантажних ємкостей, як правило, повинні застосовуватися сферичні днища.

Напруження в днищах повинні відповідати вимогам Правил LG для вантажних ємкостей типу C газозовів LG.

**Примітка:** *Вантажні ємкості типу C*— вантажні ємкості, які відповідають вимогам, пропонуваним до посудин під тиском, і розраховані на перевезення вантажу під тиском, МПа, визначеним по формулі

$$P_0 = 0,2 + AC(\rho_r)^{1,5}, \quad (2.1.1.3-1)$$

де:

$$A = 0,00185(\sigma_m / \Delta\sigma_A)^2, \quad (2.1.1.3-2)$$

$\sigma_m$  — розрахункове напруження в стінці ємкості;

$\Delta\sigma_A$  — подвоєна амплітуда динамічних напружень у стінці ємкості при рівні імовірності  $10^{-8}$  становить 55 МПа — для ферито-мартенситної сталі і 25 МПа для алюмінієвих сплавів;

$C$  — характерний розмір у вертикальному напрямку, м, прийнятий як найбільша з наступних величин  $h$ ,  $0,75 b$  або  $0,45 l$ :

$h$  — висота вантажної ємкості, м;

$b$  — ширина вантажної ємкості, розмір у поперечному напрямку, м;

$l$  — довжина вантажної ємкості, розмір по довжині судна, м;

$\rho_r$  — відносна щільність вантажу при розрахунковій температурі.

Коли специфікаційний розрахунковий термін експлуатації вантажної ємкості відповідає кількості хвильових циклів, що перевищує  $10^8$ , величина  $\Delta\sigma_A$  повинна бути відкоректована таким чином, щоб відповідати еквівалентному поширенню тріщин, відповідному до терміну експлуатації.

Сферичні днища повинні мати циліндричну частину, ширина якої до кільцевого зварного шва на циліндричній частині ємкості повинна бути не менше значення величини:

$$l_{\text{цил}} = \sqrt{R t}, \quad (3.1.2)$$

де:

$R$  — радіус сферичного днища, мм;

$t$  — товщина стінки сферичного днища, мм.

Для еліптичного і торосферичного днищ додаткові вимоги можуть застосовуватися за узгодженням з Регістром.

**3.1.3** Допустиме напруження в балонах вантажних ємкостей повинне прийматися рівним найменшому із значень:

$$\sigma = \min\left(\frac{R_e}{n_e}, \frac{R_m}{n_m}\right), \quad (3.1.3)$$

де:

$R_e$  — мінімальне значення границі плинності металу вантажної ємкості, МПа;

$R_m$  — мінімальне значення границі міцності металу вантажної ємкості, МПа;

$n_e$  — коефіцієнт запасу міцності по границі плинності,  $n_e = 1,22$ ;

$n_m$  — коефіцієнт запасу міцності по границі міцності,  $n_m = 1,81$ .

**3.1.4** Максимальні сумарні напруження в балонах вантажних ємкостей  $\sigma_{\max}$ , МПа, обумовлені дією внутрішнього і зовнішнього тиску, поздовжніх зусиль (наприклад, від теплового розширення і/або пружного вигину ділянок балонів вантажних ємкостей), а також зовнішніх навантажень від ваги балонів вантажних ємкостей, захисних покриттів, різноманітних деталей і арматури, ваги вмісту, з урахуванням овальності балонів, не повинні перевищувати допустимих значень напружень

$$\sigma_{\max} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_{hp}^2 - \sigma_x \sigma_{hp} + 3\tau^2} \leq k_\sigma R_e, \quad (3.1.4)$$

де:

$\sigma_x$  — сумарні поздовжні напруження, МПа;

$\sigma_{hp}$  — сумарні кільцеві напруження, МПа;

$\tau$  — тангенціальні (дотичні) напруження, МПа;

$k_\sigma$  — коефіцієнт запасу по сумарних напруженнях,  $k_\sigma = 0,727$ ;

$R_e$  — мінімальне значення границі плинності металу вантажної ємкості, МПа.

## 3.2 РОЗРАХУНКИ БАЛОНІВ ВАНТАЖНОЇ ЄМКОСТІ

### 3.2.1 Розрахунки міцності вантажних ємкостей. Загальні положення.

**3.2.1.1** Розрахунки міцності вантажних ємкостей повинні виконуватися з урахуванням наступних вимог.

Товщина стінок вантажних ємкостей повинна визначатися з урахуванням форми їхніх частин по методиках, схвалених Регістром (див. 3.1.1).

Конструкція і способи підкріплення отворів у кожному випадку є предметом спеціального розгляду Регістром.

**3.2.1.2** Якщо передбачається неруйнівний контроль, розрахунковий коефіцієнт міцності зварного з'єднання повинен прийматися рівним 0,95.

За узгодженням з Регістром він може бути збільшений до 1,0 залежно від властивостей матеріалу, типу з'єднання, способу зварювання і типу навантаження.

**3.2.1.3** Повинні бути виконані розрахунки напружень у районі опор ємкостей (у стінці ємкості і в корпусних конструкціях) при дії навантажень, зазначених у цьому розділі залежно від випадку.

**3.2.2 Розрахунки балонів вантажної ємкості на утомну міцність.**

**3.2.2.1** Балони та інші деталі вантажних ємкостей повинні бути предметом розрахунків утомної міцності для прогнозування стану матеріалу конструкцій у процесі експлуатації.

При проектуванні утомна крива повинна бути визначена шляхом модельних випробувань деталей вантажної ємкості.

Найгірший рівень накопичення сумарних утомних ушкоджень (як від динамічних навантажень, так і від навантажень в процесі вантажних операцій) повинен бути не більше 0,1 (тобто мінімальний термін життя, отриманий за допомогою утомної кривої повинен становити не менш 200 років при розрахунковому терміну експлуатації судна 20 років).

**3.2.2.2** Міцність балону вантажної ємкості повинна перевірятися за утомним критерієм на базі лінійної гіпотези підсумовування утомних ушкоджень

$$\sum_{i=1}^m \frac{n_i(\Delta\sigma_i)}{N_i(\Delta\sigma_i)} \leq 1/n_y, \quad (3.2.2.2)$$

де:

$m$  — кількість режимів навантаження;

$n_i(\Delta\sigma_i)$  — кількість циклів навантаження для кожного режиму;

$N_i(\Delta\sigma_i)$  — відповідні точки кривої утоми матеріалу ємкості для кожного режиму;

$\Delta\sigma_i$  — зміна напружень за цикл навантаження, обумовлена як алгебраїчна різниця найбільшого і найменшого напруження за цикл, МПа;

$n_y$  — коефіцієнт запасу, який приймається рівним 5,5.

**3.2.2.3** Оцінка утомної міцності балону вантажної ємкості повинна враховувати асиметрію циклічних напружень і двоосність напруженого стану матеріалу балону.

**3.2.2.4** Крива утоми матеріалу балону може бути отримана шляхом спеціальних випробувань або взята із застосовного міжнародного або національного стандарту, і погоджена з Регістром.

**3.2.2.5** При розрахунках на утому повинні враховуватися:

робочі цикли зміни тиску між навантаженням і розвантаженням;

цикли навантаження при повторюваних випробуваннях тиском;

цикли навантаження, викликані стисненнями температурних деформацій у процесі експлуатації;

періодичні хвильові навантаження;

відхилення геометрії труб від правильної кругової форми;

навантаження від зовнішнього тиску (для використання у розрахунках на тріщино-стійкість).



### 3.2.3 Розрахунки балонів вантажної ємкості на тріщино-стійкість.

**3.2.3.1** Додатково до розрахунків утомної міцності, які виконуються згідно з 3.2.2, повинні проводитися розрахунки часу поширення утомних тріщин, які можуть виникнути у зварних швах.

Аналіз повинен проводитися для плоского дефекту, як у поздовжніх, так і в кільцевих швах.

Розрахунковий час росту тріщини крізь стінку балона повинний в три рази перевищувати розрахунковий термін експлуатації балона, але становити не менше 60 років. У цих розрахунках необхідно враховувати дійсний коефіцієнт концентрації напружень у корені зварного шва.

Розміри первісного дефекту, що ініціює тріщину повинні відповідати максимальній величині дефекту, що допускається в процесі дефектації зварних швів.

Застосована характеристика росту тріщини повинна бути документально зафіксована як для матеріалу балонів, так і для зварних швів.

При розрахунках на тріщино-стійкість повинні враховуватися навантаження згідно з 3.2.2.5.

**3.2.3.2** Якщо вимога про час поширення утомних тріщин, сформульована в 3.2.3.1, не здійснена для заданої товщини стінки балона, то необхідно показати виконання принципу «теча-руйнування», тобто довести, що будь-який дефект, зазначений в 3.2.3.1, у своєму розвитку стане наскрізним і буде виявлений до того, як тріщина стане нестабільною і відбудеться загальне руйнування посудини. При цьому значення в'язкості руйнування (критичного значення коефіцієнта інтенсивності напружень) повинне бути визначене експериментально для матеріалу балону в зонах термічного впливу і зварювання при температурах, що виникають у процесі експлуатації.

**3.2.3.3** При розрахунках повинна бути прийнята до уваги максимальна величина не фіксованого тріщиноподібного дефекту зазначена (у разі наявності) при проведенні контролю згідно з вимогами 7.1.7 і визначення параметрів тріщино-стійкості згідно з вимогами 7.5.2 частини IX «Матеріали і зварювання».

### 3.2.4 Розрахункове навантаження від зовнішнього тиску.

**3.2.4.1** Розрахункове навантаження від зовнішнього тиску повинне визначатися як різниця між одночасно діючими мінімально можливим в експлуатації внутрішнім тиском (максимальний вакуум) і максимальним зовнішнім тиском.

**3.2.4.2** Якщо вантажні ємкості в процесі експлуатації можуть зазнати впливу навантаження, що викликає напруження стиску в стінках ємкості, вибір товщини стінок і форми ємкості є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром.

Розрахунки міцності цих ємкостей повинні виконуватися за методикою, схваленою Регістром, з урахуванням технологічних допусків на виготовлення.

**3.2.4.3** Розрахунковий зовнішній тиск  $P_e$ , кПа, повинний визначатися по формулі

$$P_e = P_1 + P_2 + P_3 + P_4, \quad (3.2.4.3)$$

де:

$P_1$ — настановний тиск підриву запобіжних клапанів; для вантажних ємкостей без запобіжних клапанів в кожному випадку є предметом спеціального розгляду Регістром, проте не менше 2 кПа;

$P_2$ — настановний тиск підриву запобіжних клапанів для відсіків корпусу, у яких розташовані вантажні ємкості або їхні частини; в інших випадках  $P_2 = 0$ ;

$P_3$  — будь-які стискальні зусилля, яким може бути піддана вантажна ємкість. Вони включають також вагу трубопроводів, навантаження від деформації корпусу та інерційні зусилля. Крім того, повинні бути враховані місцевий вплив зовнішнього і/або внутрішнього тиску;

$P_4$ — умовне зовнішнє навантаження внаслідок нахату води на ємкості або їхні частини, що перебувають на відкритій палубі; в інших випадках  $P_4 = 0$ .

### 3.3 РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖНИХ ЄМКОСТЕЙ

**3.3.1** Балони вантажних ємкостей повинні кріпитися до корпусу способом, який виключає власні переміщення балонів під дією статичних і динамічних навантажень, але дозволяє укорочення і подовження балонів під дією зміни температури, тиску і вигину корпусу без додаткових напружень у вантажних ємкостях і корпусних конструкціях.

Повинні враховуватися наступні сили:

найбільше імовірні максимальні результуючі пришвидження відповідно до вимог 3.5 частини IV «Вантажні ємкості» Правил LG, застосовні для газозовнів CNG.;

статичні навантаження при крені до 30°;

навантаження, які можуть виникнути при зіткненні судна.

**3.3.2** Якщо вантажні ємкості в порожньому стані мають позитивну плавучість і перебувають нижче літньої ватерлінії, повинне бути передбачене обладнання перешкоджаюче виринанню під час затоплення.

Обладнання, що перешкоджає виринанню, повинне бути спроектоване таким чином, щоб вертикальна сила не була причиною пластичних деформацій і не становила загрозу для корпусних конструкцій.

**3.3.3** Опори і фундаменти у вантажному просторі повинні мати захист від прямого впливу холодного удару при прямому влученні протікань газу.

Місцеві еквівалентні напруження в балонах вантажних ємкостей з урахуванням навантажень в опорах повинні бути не більше 0,8 границі плинності матеріалу.

Зазначені навантаження повинні враховуватися в розрахунках утомної міцності, які зазначені в 3.2.2.

## 4 ТРУБОПРОВДИ ВАНТАЖНИХ ЄМКОСТЕЙ

**4.1** Міцність трубопроводів вантажних ємкостей повинна відповідати вимогам до вантажних трубопроводів для газозовів LG, викладених у частині VI «Системи і трубопроводи» Правил LG.

Розрахунки напружень повинні враховувати всі застосовні навантаження, включаючи вібрацію.

Усі вимоги і принципи проектування, викладені в розд. 2 частини VI «Системи і трубопроводи» Правил LG, застосовні до трубопроводів вантажних ємкостей газозовів CNG.

**4.2** Трубопроводи вантажних ємкостей повинні бути предметом розрахунків утомної міцності.

Утомна крива повинна застосовуватися для матеріалу, деталей конструкцій і стану напружень при дослідженнях.

Моделльні випробування деталей трубопроводу можуть бути необхідні для визначення утомної кривої.

Утомна крива повинна будуватися на основі середніх значень логарифмічної утомної кривої з відрахуванням двох стандартних відхилень. Найгірший рівень нагромадження сумарних утомних ушкоджень (як від динамічних навантажень, так і від навантажень від вантажних операцій) повинен бути не більше 0,1.

**4.3** Розрахунки часу поширення утомних тріщин повинні проводитися для трубопроводів вантажних ємкостей, аналогічно вимогам підрозд. 3.2.

Якщо застосовуються безшовні труби або рівноцінні до них, то аналіз повинен проводитися тільки для дефектів, розташованих у кільцевих зварних швах.

Крім того, необхідно показати виконання принципу «теча-руйнування», зазначеного в 3.2.3, аналогічно щодо розд. 4, тобто довести, що будь-який дефект, зазначений у підрозд. 3.2.3, у своєму розвитку стане наскрізним і буде виявлений до того, як тріщина стане нестабільною і відбудеться загальне руйнування трубопроводу.

Як критерії можливості застосування матеріалу або конструкції слід застосовувати критерії, викладені в підрозд. 3.2.

**4.4** Труби вантажних ємкостей повинні мати відповідні кріплення, які не дозволять при повному руйнуванні розташованої зверху труби привести до ушкодження інших труб в результаті удару від падіння зруйнованої труби.

У той же час повинна бути передбачена достатня гнучкість трубопроводів, що допускає вертикальні розширення балонів і горизонтальні переміщення голівок балонів під дією пришвидшень і вібрації без істотних додаткових напружень у вантажних трубах, здатних привести до утомних ушкоджень.

Трубопровід вантажних ємкостей до головного вантажного клапану повинен бути повністю зварний.

**4.5** Усі фасонні частини трубопроводів вантажних ємкостей повинні бути виготовлені з кувань.

Інші способи виробництва фасонних частин є предметом спеціального розгляду Регістром.

## 5 ВИПРОБУВАННЯ ТИСКОМ

**5.1** Готові вантажні ємкості (далі: вантажні ємкості) повинні бути піддані гідростатичним або гідропневматичним випробуванням тиском.

Випробний тиск повиний прийматися рівним 1,25 розрахункового тиску,  $P_0$ .

Труби, які входять до складу трубопроводів вантажних ємкостей, повинні пройти гідравлічні випробування згідно вимог 3.2.7 частини IX «Матеріали і зварювання».

**5.2** Вантажні ємкості повинні зазнати випробування на непроникність, яке допускається проводити разом з випробуванням під тиском, зазначеним в 5.4.

**5.3** Вантажні ємкості перед випробуванням тиском повинні бути піддані неруйнівному контролю (див. 5.3.4).

**5.3.1** Неруйнівним контролем зовнішнім оглядом і виміром установлюється відповідність відхилень розмірів і форми готової конструкції ємкості попередньо погоджених з Регістром нормативам, а також перевіряється виконання схвалених стандартів на якість складання конструкції.

**5.3.2** Обсяг неруйнівного контролю є в кожному випадку предметом спеціального узгодження з Регістром, проте повинен бути не менше:

неруйнівного контролю радіографічним (RT) методом 100 % стикових зварних з'єднань;

неруйнівного контролю магнітопорошковим (MT) або капілярним (PT) методами поверхневих тріщин для 100 % швів приварювання горловин, патрубків, штуцерів тощо;

10 % інших зварних швів.

**5.3.3** По спеціальному узгодженню з Регістром допускається часткова заміна неруйнівного контролю RT методом неруйнівним контролем ультразвуковим методом (UT).

**5.3.4** Регістр може додатково зажадати:

проведення неруйнівного контролю UT методом для всіх швів приварки горловин, патрубків, штуцерів тощо;

проведення неруйнівного контролю RT методом стикових швів у місцях їхнього перетинання і на 10 % загальної довжини, при цьому ділянки для контролю вибираються рівномірно;

проведення неруйнівного контролю MT або PT методами поверхневих тріщин для 100 % швів приварювання горловин, патрубків, штуцерів тощо;

проведення неруйнівного контролю UT методом.

**5.4** Кожна вантажна ємкість повинна бути випробувана тиском з урахуванням наступного.

**5.4.1** Вантажна ємкість повинна бути випробувана тиском не менше  $1,25p_0$ , обмірюваним у верхній частині ємкості; при цьому первинне мембранне напруження в будь-якій точці її конструкції не повинне перевищувати 90 % границі плинності матеріалу.

Якщо розрахункові напруження при випробуванні перевищують 75 % границі плинності матеріалу, повинні бути проведені випробування прототипу конструкції із застосуванням тензометрії або подібного методу.

**5.4.2** Температура води, використовуваної при випробуванні, повинна бути не менше ніж на 30 °С вище критичної температури окрихчення матеріалу.

**5.4.3** Час випробування під тиском устанавлюється з розрахунку 2 год. на кожні 25 мм товщини стінки ємкості, проте не менше 2 год.

**5.5** Заміна гідравлічних випробувань вантажних ємкостей іншими видами випробувань є в кожному випадку предметом спеціального розгляду Регістром.

**5.6** У кожному разі випробне навантаження повинна бути не менше 1,25  $P_0$ .

## **6 ВИПРОБУВАННЯ ГОЛОВНОГО ЗРАЗКА**

**6.1** Повинні бути проведені випробування на утомну міцність і руйнування повномасштабного зразка балона вантажної ємності (повномасштабного в частині діаметра, товщини стінки, кількості поперечних швів, включаючи приварку днищ, але не повної довжини).

Випробування повинні підтвердити, що товщина стінки циліндричної частини посудини і його днищ, а також зварні шви мають достатню стійкість до впливу утомних навантажень, а балон має достатній запас міцності до руйнування після подвоєної очікуваної кількості циклів навантаження.

Повинно бути зроблено не менше 3 випробувань.

Один зразок повинен бути випробуваний до розриву після того, як буде випробуваний подвійним очікуваним (розрахунковим) числом циклів напруження.

Два зразки повинні піддатися випробуванням на утомну міцність до руйнування, причому число циклів до руйнування повинне перевищувати очікуване число циклів в експлуатації не менше ніж в 15 разів.

# ЧАСТИНА V. ПРОТИПОЖЕЖНИЙ ЗАХИСТ

---

## 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

**1.1** Газовоз CNG повинен відповідати застосовним вимогам, викладеним у частині VI «Противопожежний захист» Правил МС і частині V «Противопожежний захист» Правил LG, які застосовуються до газовозів LG, і додатковим вимогам, що утримуються в цій частині.

**1.2** Визначення і пояснення, що ставляться до противопожежного захисту, зазначені в 1.2 частини VI «Противопожежний захист» Правил МС.

В цій частині, якщо не передбачене інше, прийняті додаткові наступні визначення:

*Конструкції типу Н* — конструкції, утворені перегородками і палубами, які повинні бути:

виготовлені зі сталі або з іншого рівноцінного матеріалу;

досить жорсткими;

виготовлені так, щоб запобігти проходженню через них диму і полум'я протягом 120 хв. стандартного випробування вогнестійкості;

ізольовані схваленими негорючими матеріалами таким чином, щоб середня температура на боці, протилежному вогневному впливу, не підвищувалася більше ніж на 140 °С порівняно з початковою; при цьому температура в будь-якій точці, включаючи будь-яке з'єднання, не повинна підвищуватися більше ніж на 180 °С порівняно з початковою.

Залежно від часу, протягом якого забезпечується дотримання зазначеного перепаду температур у процесі стандартного випробування вогнестійкості, конструкціям присвоюються наступні позначення:

Н-120 — протягом 120 хв.;

Н-60 — протягом 60 хв.;

Н-0 — протягом 0 хв.

Конструкції випробовуються на вогнестійкість за методикою, викладеною в частині 3 додатка 1 Кодексу процедур вогневих випробувань<sup>1</sup>, з урахуванням, що зміна температури нагрівання печі повинна здійснюватися відповідно до кривої залежності температури від часу при вуглеводневому горінні, визначеної в національних або міжнародних стандартах (таких як BS EN 1363-2: 1999; ASTM 1529-14; ISO/DIS 20902-1).

---

<sup>1</sup> Кодекс процедур вогневих випробувань (Далі – Кодекс ПВВ 2010) – Міжнародний кодекс по застосуванню процедур вогневих випробувань 2010 р. (2010 FTP Code), прийнятий резолюцією MSC.307(88) з поправками.

## 2 КОНСТРУКТИВНИЙ ПРОТИПОЖЕЖНИЙ ЗАХИСТ

**2.1** Зовнішня границя рубок і надбудов, включаючи будь-які звиси, повинна виконуватися як протипожежна конструкція типу А-60 (типи протипожежних конструкцій визначаються згідно з Кодексом ПБВ 2010) у частині, зверненій до вантажної зони, простору бортових паливних танків і просторів, що містять устаткування для роботи з вантажем і на відстані 3 м від будь-якої зазначеної граничної лінії.

**2.2** Якщо устаткування для обробки вантажу або будь-яке інше потенційне джерело газу високого тиску розташовується поблизу від житлових приміщень, то повинні бути прийняті додаткові заходи по протипожежному захисту, які є предметом спеціального розгляду Регістром.

Такими заходами може бути використання протипожежних конструкцій типу Н-60 на всіх ділянках, звернених у бік устаткування для обробки вантажу або будь-якого іншого потенційного джерела газу високого тиску, і які можуть бути піддані тепловому впливу при пожежі в зонах, зазначених розд. 2, або спеціальне укриття для запобігання влучення газового струменя на житлові приміщення.

**2.3** Для захисту від поширення полум'я закриття вантажних трюмів, звернені до приміщень для обробки вантажу, повинні мати вогнестійкість не менше визначеної для конструкцій типу Н-0.

Кришки вантажних трюмів, звернені до машинного відділення або кормової факельної шогли, повинні мати вогнестійкість не менше визначеної для конструкцій типу А-0. При цьому:

закриття вантажних трюмів повинні зберігати цілісність під зовнішнім вогневим впливом, еквівалентним впливу теплового випромінювання при випробуваннях конструкцій типу А зовні;

характеристика поверхневого поширення полум'я матеріалу, з якого виготовлені закриття, повинна відповідати вимогам резолюції ІМО А.653(16) (щодо відкритих палуб).

**2.4** Вантажний трюм нижче верхньої палуби повинен бути захищений від розташованих вище просторів або просторів, що містять устаткування для роботи з вантажем, конструкцією типу А-0.

У випадку якщо вантажні ємкості виготовлені з матеріалу, не еквівалентного сталі, закриття вантажних трюмів повинні бути виконані як конструкції типу А-60.

Крім того, у цьому випадку поверхні закриттів вантажних трюмів, звернені до просторів, утримуючих устаткування для роботи з вантажем або устаткування, що містить стиснуті вуглеводні, повинні бути виконані як протипожежні конструкції типу Н-60.

**2.5** Житлові, службові і машинні приміщення, розташовані нижче верхньої палуби, повинні бути відділені від просторів, що містять устаткування для роботи з вантажем і вантажних просторів за допомогою кофердамів.

Мінімальна відстань між перегородками в такому кофердамі повинна бути 600 мм.

**2.6** Кришки вантажних трюмів та інші важливі простори або устаткування, що можуть зазнати нагрівання від витоку з ємкостей/трубопроводів газу, що запалився, повинні бути захищені протягом часу, достатнього для зниження тиску у вантажних ємкостях.

**2.7** Перегородки і палуби, які повинні бути перекриттями типу Н, повинні відповідати вимогам, викладеним в 1.1.2 стосовно протипожежних конструкцій типу Н.

### **3 ШЛЯХИ ЕВАКУАЦІЇ**

**3.1** Повинні бути передбачені шляхи евакуації з машинного відділення або службових приміщень у житлову зону у вигляді шахти, що не має, як правило, поверхонь, які можуть зазнати теплового випромінювання.

**3.2** Поперечні протипожежні конструкції, зазначені в розд. 2, повинні служити захистом рятувальних засобів (шлюпок) від нагрівання тепловим випромінюванням.

### **4 СПОРЯДЖЕННЯ ПОЖЕЖНИКА**

**4.1** Повинно бути передбачено 4 комплекти спорядження пожежника, що зберігаються в 2 окремих станціях у житловій зоні.

У випадку, коли вантажна зона відділяє житлову зону від машинного відділення або службових приміщень, 2 комплекти спорядження пожежника додатково повинні зберігатися в машинному відділенні або службових приміщеннях.

### **5 ВОДОПОЖЕЖНА СИСТЕМА**

**5.1** Крім основних вимог до пожежних насосів, гідрантів<sup>2</sup> і пожежних рукавів, необхідних згідно з правилом II-2/10.2 Конвенції СОЛАС і 3.2 частини VI «Протипожежний захист» Правил МС, повинні виконуватися вимоги цього розділу.

**5.2** Обладнання системи повинне бути таким, щоб як мінімум 2 струменя води, що виходять від різних гідрантів, один з яких повинен бути споряджений одинарним рукавом, могли досягати будь-якої частини палуби і зовнішньої поверхні кришок вантажних трюмів.

Мінімальний тиск у гідрантах із двома підключеними рукавами повинний бути не менше 5 кг/см<sup>2</sup>.

Довжина пожежного рукава повинна бути не більше 33 м.

**5.3** Головна пожежна магістраль повинна бути влаштована одним з наступних способів:

закільцьована магістраль правого і лівого борту; або

одиначна лінія уздовж діаметральної площини через вантажну зону, що утворює головну пожежну магістраль, яка повинна бути захищена від можливого впливу струменів полум'я від вантажних трубопроводів.

---

<sup>2</sup> Пожежних клапанів



**5.4** Повинні бути встановлено два основні пожежні насоси, кожний з яких повинен мати подачу не менше зазначеної в 3.2 частини VI «Протипожежний захист» Правил МС.

Один з насосів повинен бути розташований до носу від вантажної зони, а інший — до корми від вантажної зони.

Обидва насоси повинні мати дистанційне керування з ходового містка і з машинного відділення.

**5.5** Обидва основних пожежних насоси повинні бути готові до пуску і подачі води в будь-який момент часу в процесі експлуатації, коли судно не дегазоване.

**5.6** Дистанційно-керовані відсічні клапани повинні бути влаштовані на відкритій палубі на кожному кінці головної пожежної магістралі, що веде у вантажну зону або робочий простір.

Крім того, відсічні клапани повинні бути встановлені на захищеній стороні протипожежних конструкцій або на границі зони, що захищається.

Керовані вручну запірні клапани повинні бути встановлені між вантажними трюмами, а відстань між клапанами не повинна перевищувати 40 м.

**5.7** Усі труби, клапани, пожежні стволи та інша арматури протипожежної системи повинні бути стійкими до корозії в забортній воді і до впливу вогню.

**5.8** Швартовне обладнання, розташоване усередині газонебезпечної зони, повинне бути захищене системою водорозпилення з подачею не менше 5 л/м<sup>2</sup>/хв.

Система водорозпилення повинна приводитися в дію до використання будь-якого швартовного обладнання і вантажних операцій.

Якщо при цьому використовується швартовне обладнання тільки одного борту, то подача системи водорозпилення може розраховуватися на роботу лише однієї сторони.

Система водорозпилення може використовувати воду від пожежної магістралі.

**5.9** Вантажна зона навантаження і вивантаження на відкритій палубі повинна бути захищена водяними моніторами, які повинні дистанційно керуватися з безпечного місця.

## **6 СИСТЕМА ПОРОШКОВОГО ГАСІННЯ**

**6.1** Судно повинне бути обладнане системою порошкового пожежогасіння, що задовольняє вимогам 3.10 частини VI «Протипожежний захист» Правил МС.

**6.2** Крім вимог, викладених в 6.1, система повинна мати можливість подавати одночасно воду і порошок у вигляді двокомпонентної суміші не менше ніж від двох широко рознесених з'єднань у вантажну зону, робочу зону і будь-яку іншу зону підвищеної пожежної небезпеки, розташовану на верхній палубі.

Довжина шлангів повинна бути 25 — 30 м.

**6.3** Система може споживати воду від водопожежної системи, якщо при визначенні необхідної подачі основних пожежних насосів буде додатково врахована подача двокомпонентної системи.

**6.4** Порошок повинен перебувати у двох блоках, кожний з подачею 3,5 кг порошку в секунду протягом не менше 60 с для одного ручного пожежного ствола.

## **7 СИСТЕМА ВОДРОЗПИЛЕННЯ**

**7.1** Система водорозпилення не може розглядатися як засіб для виконання вимог по мінімальній вогнестійкості конструкцій, зазначених у розд. 2.

**7.2** Система водорозпилення повинна захищати:

робочу зону;

надбудову;

незахищені вантажні ємкості, що перебувають під тиском, і трубопроводи на верхній палубі;

аварійні відсічні клапани;

інше важливе устаткування для контролю і керування тиском у вантажних ємкостях в час пожежі;

частини житлових приміщень, звернених до вантажної зони;

зовнішню перегородку кришок вантажних трюмів, звернених до машинного відділення і факельної щогли.

**7.3** Система повинна мати можливість охопити всі площі, зазначені в 7.2.

Кількість і розташування розпилювачів повинні забезпечувати в захищеному просторі ефективний розподіл води з інтенсивністю подачі, яка повинна бути в середньому не менше:

10 л/м<sup>2</sup>/хв. для горизонтальних проєкцій; і

4 л/м<sup>2</sup>/хв. для вертикальних проєкцій.

**7.4** На приймальній трубі насоса, який живить систему, і на сполучному трубопроводі з водопожежною магістраллю повинні бути встановлені фільтри, які запобігають засміченню системи і розпилювачів.

**7.5** Магістраль системи водорозпилення повинна бути влаштована в такий спосіб:

закільцьована магістраль правого і лівого борту; або

одиначна лінія уздовж діаметральної площини через вантажну зону, що утворює головну пожежну магістраль, яка повинна бути захищена від можливого впливу струменів полум'я від вантажних трубопроводів.

**7.6** Повинно бути передбачено два насоси системи водорозпилення, подача кожного повинна бути не менше 100 % необхідної для роботи системи.

Один з насосів повинен бути розташований до носу від вантажної зони, а інший — до корми від вантажної зони.

Обидва насоса повинні мати дистанційне керування, як з ходового містка, так і з машинного відділення.

**7.7** Обидва насоси водорозпилення повинні бути здатні до негайного пуску і подачі води.

**7.8** Подача кожного насосу системи водорозпилення повинна визначатися виходячи з необхідності подачі води одночасно в усі простори, зазначені в 7.2 і 7.3.

**7.9** Дистанційно-керовані відсічні клапани повинні бути влаштовані на відкритій палубі на кожному кінці головної пожежної магістралі, що веде у вантажну зону або робочий простір. Крім того, відсічні клапани повинні бути встановлені на захищеній стороні протипожежних конструкцій або на границі зони, що захищається.

Керовані вручну запірні клапани повинні бути встановлені між вантажними трюмами, а відстань між клапанами не повинна перевищувати 40 м.

**7.10** Вихідні отвори системи зниження тиску, додаткових систем зниження тиску факельного типу або з використанням холодного відведення або відведення від запобіжних клапанів повинні відводити газ у простори, де газ і теплове випромінювання від його горіння не представляють небезпеки для судна, персоналу або устаткування.

Теплове випромінювання від факела, спрямоване на вантажні ємкості або інше важливе устаткування або простір повинне обчислюватися для перевірки того, що теплове випромінювання не приведе до підвищення температури у вантажних ємкостях і виходу з ладу устаткування.

Факел повинен відповідати вимогам визнаного міжнародного або національного стандарту, наприклад, API RP521 або еквівалентного.

## ЧАСТИНА VI. СИСТЕМИ І ТРУБОПРОВОДИ

---

### 1 ТРУБОПРОВІДНІ СИСТЕМИ У ВАНТАЖНІЙ ЗОНІ

**1.1** Для осушувальної, баластної і паливної систем у вантажній зоні, які не є частиною вантажної системи, застосовні вимоги Правил LG, визначені для газозовозів LG.

Системи, які обслуговують кілька вантажних трюмів, повинні бути влаштовані таким чином, щоб газ із одного вантажного простору не міг проникнути в інший вантажний простір.

### 2 ВАНТАЖНА СИСТЕМА

**2.1** Вантажні трубопроводи повинні відповідати вимогам Правил LG, пропонуваним до вантажних трубопроводів газозовозів LG, і вимогам частини VIII «Системи і трубопроводи» Правил МС до суднових трубопроводів, а також наступним вимогам цього розділу.

**2.2** Як розрахункова температура при проектуванні трубопроводів повинна ухвалюватися мінімальна температура, очікувана в процесі експлуатації (навантаження/розвантаження) або при аварії (скидання тиску).

**2.3** Як розрахунковий тиску повинний ухвалюватися максимальний тиск, якому може бути піддана система в процесі експлуатації, тобто тиск підриву запобіжних клапанів.

**2.4** Труби повинні бути безшовні або еквівалентні до них.

**2.5** Після виготовлення кожна труба повинна зазнати гідравлічного випробування тиском не менше 1,5 розрахункового до установлення на судно.

**2.6** Після остаточного монтажу на судні вантажні трубопроводи повинні зазнати випробування на герметичність із використанням повітря, галогенів або іншої рідини відповідно зі схваленою технічною документацією.

**2.7** Повинен бути оцінений ефект дії вібрації на вантажні трубопроводи.

**2.8** Повинен бути проведений аналіз напружень кожної ділянки трубопроводу за методикою, схваленою Регістром.

**2.9** Вантажні операції, включаючи аварійні процедури, повинні бути описані в спеціальній інструкції, яка повинна бути представлена на розгляд Регістру.

В інструкції повинні бути передбачені потенційні несправності, пов'язані із процесом проведення вантажних операцій, та інформація, пов'язана з аварійним від'єднанням, аварійним закриттям і організацією зв'язку з терміналом (морським або наземним) тощо.

**2.10** Корпусні конструкції і фундаменти повинні бути захищені від протікань вантажу з фланців, клапанів або інших можливих протікань у тих випадках, коли ефектом охолодження не можна зневажати.

**2.11** Якщо вантажні трубопроводи перебувають у закритому просторі, то цей простір повинний бути захищений від надлишкового тиску на випадок витоків вантажу або вибуху.

### 3 ВАНТАЖНІ КЛАПАНИ

**3.1** Уся дистанційно керована арматури повинна мати ручний привід.

**3.2** Кожна вантажна ємкість повинна бути відділено від вантажних трубопроводів двома послідовно встановленими запірними клапанами — ручним і дистанційно керованим.

Повинні бути передбачені засоби перевірки герметичності зазначених клапанів.

**3.3** Кожне підключення вантажного шланга на вантажних маніфольдах повинне бути обладнане двома послідовно встановленими запірними клапанами — ручним і дистанційно керованим.

**3.4** Усі необхідні в 3.2 і 3.3 запірні клапани повинні мати керування з постів, розташованих принаймні у двох віддалених один від одного місцях на судні, одним з яких повинен бути пост керування вантажними операціями (ПКВО).

Система керування повинна бути також обладнана плавкими елементами, розрахованими на температуру плавлення 98 — 104 °С, для автоматичного закривання запірних клапанів при пожежі.

Плавкі елементи повинні бути розташовані на станціях навантаження.

Конструкція запірних клапанів повинна забезпечувати закривання клапанів при виході з ладу їхнього приводу (припинення надходження енергії) і можливість місцевого ручного керування.

Запірні клапани на трубопроводах вантажу повинні повністю закриватися при всіх умовах експлуатації протягом 30 с після подачі сигналу про вимикання.

Клапани, пов'язані з обладнанням сигналізації високого тиску у вантажних ємкостях і датчиком для автоматичного їхнього закривання, згідно із частиною VIII «Контрольно-вимірвальне обладнання і системи автоматизації» Правил LG, повинні задовольняти вимогам для запобігання надлишкового тиску у вантажній магістралі і повного заповнення вантажної ємності.

**3.5** Вантажні компресори повинні зупинятися автоматично, якщо спрацювала система аварійного закривання.

### 4 ЗАХИСТ ВІД НАДЛИШКОВОГО ТИСКУ ВАНТАЖНИХ ЄМКОСТЕЙ І ВАНТАЖНИХ ТРУБОПРОВІДІВ

**4.1** Система захисту від надлишкового тиску вантажних ємкостей повинна складатися із системи захисту від підвищення тиску і додаткової системи зниження тиску та відповідати вимогам 3.3 і 3.4 частини IV «Системи і трубопроводи» Правил LG. При цьому пропускна здатність запобіжних клапанів повинна вибиратися відповідно до національного або міжнародних стандартів, погоджених з Регістром і є предметом спеціального розгляду Регістром.

**4.2** Повинні бути передбачені запобіжні клапани для запобігання надлишкового тиску у вантажних трубопроводах.

Настроювання запобіжних клапанів повинне бути таким, щоб тиск підриву не перевищував розрахунковий тиск вантажного трубопроводу з урахуванням допуску на спрацювання клапану.

## **5 ВИДАЛЕННЯ ГАЗУ З ВАНТАЖНОЇ СИСТЕМИ**

**5.1** Для всіх частин вантажної системи повинне бути передбачене обладнання для видалення газу.

Докладна процедура видалення газу повинна бути описана в Інструкції для експлуатації вантажної системи і представлена на розгляд Регістру.

## **6 МЕЖІ ЗАПОВНЕННЯ ВАНТАЖНИХ ЄМКОСТЕЙ**

**6.1** Тиск у вантажних ємкостях після їхнього завантаження повинний бути обмежений таким чином, щоб він не перевищувало 95 % від розрахункового тиску протягом усього часу транспортування і розвантаження з розрахунку:

для системи без охолодження — зовнішніх температурних умов (температура забортної води 32 °С і температура повітря 45 °С);

для системи з охолодженням — продуктивності системи охолодження при зовнішніх температурних умовах, зазначених вище.

## **7 ІНЕРТИЗАЦІЯ ВАНТАЖНИХ ПРОСТОРІВ**

**7.1** Вантажні простори повинні бути інертизовані азотом або іншим підходящим інертним газом.

Система одержання азоту не повинна допускати зворотної течії у випадку підвищення тиску у вантажному просторі.

Система повинна бути спроектована з рівнем резервування, який забезпечує підтримку на судні в експлуатації необхідного рівня безпеки.

## **8 ЗАХИСТ ВАНТАЖНИХ ПРОСТОРІВ ВІД ПІДВИЩЕННЯ ТИСКУ**

**8.1** Вантажні простори повинні бути обладнані системою захисту від підвищення тиску, до якої застосовні наступні вимоги.

**8.1.1** Повинні бути передбачені засоби, що підтримують автоматично тиск інертного середовища у вантажних просторах у межах на 0,05 — 0,15 кг/см<sup>2</sup> вище атмосферного.

**8.1.2** Повинне бути передбачене запобіжне обладнання, з тиском підриву на 0,25 кг/см<sup>2</sup> вище атмосферного.

Зазначене запобіжне обладнання повинне мати пропускну здатність, достатню для випуску газу у випадку повного розриву найбільшої труби вантажної ємкості циліндричного типу або повного розриву однієї труби вантажної ємкості спірального типу. Ця вимога застосовна для найбільшої вантажної ємкості, розташованої у вантажному трюмі, що захищається.

**8.1.3** Відведення газу від запобіжного обладнання повинен здійснюватися в безпечне місце.

**8.1.4** На додаток до обладнання, необхідного згідно з 8.1.2, повинні бути передбачені спеціальні кришки (мембрани), що руйнуються при надлишковому тиску 0,4 кг/см<sup>2</sup>.

**8.1.5** Необхідно продемонструвати при випробуваннях, що обладнання захисту від підвищення тиску і оточуючі його конструкції здатні функціонувати при низьких температурах, які можуть виникнути під час скидання тиску з максимальною продуктивністю.

## **9 ОСУШЕННЯ**

**9.1** Вантажні простори повинні бути обладнані системою осушення, не пов'язаною з машинними приміщеннями.

Вантажні простори повинні бути обладнані засобами для виявлення надходження води у вантажні трюми.

## **10 ГАЗОВИПУСКНА СИСТЕМА**

**10.1** Вихідні отвори газовипускної системи двигунів внутрішнього згоряння і котлів повинні бути обладнані іскрогасниками.

## **11 ВИПРОБУВАННЯ**

**11.1** Випробування систем і трубопроводів повинні відповідати вимогам розд. 12 частини VI «Системи і трубопроводи» Правил LG.

## **ЧАСТИНА VII. ЕЛЕКТРИЧНЕ ОБЛАДНАННЯ**

---

### **1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ**

**1.1** Електричне обладнання повинне відповідати вимогам частини VII «Електричне обладнання» Правил LG.

### **2 КЛАСИФІКАЦІЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЗОН**

**2.1** Розміри газонебезпечних просторів і зон повинні відповідати вимогам, викладених у частині VII «Електричне обладнання» Правил LG.

**2.2** Якщо в додатковій системі зниження тиску використовується холодне відведення газу, то повинен бути проведений аналіз розпилення газу для визначення газонебезпечних просторів.

Аналіз повинен проводитися відповідно до визнаного стандарту або розрахункового модуля, і границі небезпечної зони повинні базуватися на 50 % нижньої межі займистості (НМЗ).



# ЧАСТИНА VIII. КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИБОРИ

## 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

**1.1** Судно повинне відповідати вимогам частини VIII «Контрольно-вимірювальні пристрої і системи автоматизації» Правил LG, застосованих до газозовнів LG, і додатковим вимогам, що утримуються в цьому розділі.

**1.2** Сигнали тривоги повинні бути виведені на ходовий місток і в пост керування вантажними операціями.

**1.3** Повинні бути передбачені прилади для визначення наявності вологи і сірководню ( $H_2S$ ) в трубопроводі приймання-видачі або в обладнанні з'єднання з берегом.

**1.4** Як мінімум наступні приміщення і простори повинні бути обладнані системою газоаналізу:

- район кожної вантажної ємкості;
- район трубопроводів на палубі;
- вхідні вентиляційні отвори в газобезпечні простори;
- повітрязабірні отвори машинного відділення;
- район вантажних маніфольдів.

**1.5** Як мінімум наступні приміщення і простори повинні бути обладнані датчиками тиску і сигналізацією:

- кожний вантажний трюм;
- кожна вантажна ємкість;
- вантажний трубопровід в районі маніфольда.

**1.6** У кожному вантажному трюмі повинні бути передбачені датчики температури і вмісту кисню.

**1.7** Повинні бути передбачені засоби для виміру температури усередині вантажних ємкостей.

**1.8** Температура у вантажних ємкостях повинна контролюватися в районі випускного трубопроводу під час зниження тиску ( тобто під час розвантаження, скидання тиску). Цей контроль необхідний для того, щоб температура не понижилася до значення нижче розрахункового.

## ЧАСТИНА ІХ. МАТЕРІАЛИ І ЗВАРЮВАННЯ

---

### 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ. РОЗРАХУНКОВІ УМОВИ ДЛЯ ВИБОРУ МАТЕРІАЛУ

#### 1.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.

**1.1.1** Вимоги цієї частини поширюються на листовий і профільний прокат, труби, кування і вилівки, призначені для виготовлення вантажних ємкостей, трубопроводів вантажних ємкостей, вантажних трубопроводів, трубопроводів інших систем у вантажній зоні, а також на зварні конструкції зазначених виробів, і доповнюють вимоги частини XIII «Матеріали» Правил МС.

**1.1.2** Виготовлення, випробування, огляд і документація повинні задовольняти вимоги частини XIII «Матеріали» Правил МС, погоджених стандартів і вимоги цієї частини.

**1.1.3** Усі матеріали, які використовуються у вантажних ємкостях і вантажних системах, повинні поставлятися з сертифікатом Регістру.

**1.1.4** Регістр може допустити матеріали з іншим хімічним складом і/або іншими механічними властивостями.

#### 1.2 РОЗРАХУНКОВІ УМОВИ ДЛЯ ВИБОРУ МАТЕРІАЛУ

**1.2.1** Максимальною розрахунковою температурою для вибору матеріалів повинна бути прийнята найбільша температура, яка може виникнути у вантажних ємкостях під час навантаження, розвантаження і перевезення.

Мінімальною розрахунковою температурою для вибору матеріалів повинна бути прийнята найменша температура, яка може виникнути у вантажних ємкостях, трубопроводах, опорних конструкціях і внутрішніх корпусних конструкціях вантажних трюмів:

під час навантаження, розвантаження і перевезення;

за рахунок охолодного ефекту під час витоку вантажу.

Визначення розрахункової температури  $T_p$  — див. 3.2.3.6.

**1.2.2** Визначення мінімальної розрахункової температури у вантажних трюмах при витоку вантажу повинне бути підтверджене розрахунками відповідно до положень, зазначених в 5.2.

### 2 МАТЕРІАЛИ КОРПУСНИХ КОНСТРУКЦІЙ

**2.1** Матеріали корпусних конструкцій повинні відповідати вимогам частини XIII «Матеріали» Правил МС.

## **3 МАТЕРІАЛИ ВАНТАЖНИХ ЄМКОСТЕЙ ЦИЛІНДРИЧНОГО ТИПУ**

### **3.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ**

**3.1.1** Вимоги цього розділу поширюються на матеріали і вироби з вуглецевої, вуглецево-марганцевої і низьколегованої сталі, які підлягають технічному нагляду Регістру, призначені для вантажних ємкостей газозовів CNG.

**3.1.2** Сталь, що відрізняється по хімічному складу, механічних властивостях, стану постачання або методу виготовлення від зазначеного в цьому розділі, підлягає окремому розгляду Регістром. При цьому повинні бути представлені дані, що підтверджують можливість застосування цих матеріалів по призначенню.

Допускається за узгодженням з Регістром застосування матеріалів відповідно до вимог національних і/або міжнародних стандартів.

**3.1.3** Сталі для балонів (труб і днищ) вантажних ємкостей газозовів CNG повинні враховувати особливості вимог відповідно до умов навантаження/розвантаження, перевезення і зберігання стиснутих газів.

**3.1.4** Матеріали, які підлягають нагляду Регістру, повинні поставлятися з сертифікатами Регістру (див. 1.3.1.4 частини XIII «Матеріали» Правил МС) і повинні виготовлятися підприємствами, що мають Свідоцтво про визнання виробника (див. 1.3.1.4 і 1.3.5 частини XIII «Матеріали» Правил МС).

**3.1.5** Загальні положення, які визначають обсяг і порядок здійснення нагляду, викладені у Загальних положеннях про діяльність при технічному нагляді та в розділах 1.3—1.5 частини XIII «Матеріали» Правил МС.

**3.1.6** Процеси виготовлення, контролю і випробувань сталевих спіралешовних труб, а також процедури визнання підприємств (виробників) є предметом спеціального розгляду Регістром.

**3.1.7** Корозійний захист повинен бути спеціально погоджений з Регістром.

### **3.2 МЕТОДИ ВИПРОБУВАНЬ СТАЛЕВИХ ПРОКАТУ І ТРУБ**

#### **3.2.1 Загальні вказівки.**

**3.2.1.1** Вимоги цього підрозділу поширюються на види і методи випробувань сталевих прокату і труб, які підлягають нагляду Регістру, під час виготовлення, і доповнюють вимоги розд. 2 частини XIII «Матеріали» Правил МС.

**3.2.1.2** Випробування на трубах повинні виконуватися відповідно до вимог національних або міжнародних стандартів і/або схваленої Регістром документації:

для безшовних труб — після остаточної термообробки;

для зварних труб — після остаточного формування (експандування) і гідравлічних випробувань.

Для труб діаметром до 300 мм, якщо не застережене інше, зразки для випробувань на розтягання відбираються паралельно осі труби, а для труб діаметром більше 300 мм — у поздовжньому і поперечному напрямку.

**3.2.1.3** Добір проб від прокату, залежно від категорії і рівня міцності сталі і виду випробувань, проводиться відповідно до вимог 3.2.5, 3.13.5 і 3.14.4 частини XIII «Матеріали» Правил МС та частини XII «Матеріали» Правил ПБУ/МСП (див. 1.1.3 частини I «Класифікація») із урахуванням викладеного в цьому підрозділі.

**3.2.1.4** Зразки для випробувань на розтягання і ударний вигин повинні виготовлятися відповідно до вимог 2.2 частини XIII «Матеріали» Правил МС.

### **3.2.2 Випробування основного металу на розтягання і стиск.**

**3.2.2.1** Випробування на розтягання листа проводяться на плоских зразках повної товщини.

Проби вирізуються таким чином, щоб середина робочої частини зразків перебувала на відстані  $\frac{1}{4}$  ширини від краю листа, зразки розташовуються поперек напрямку прокатки.

**3.2.2.2** При первісному огляді, виконуваному з метою визнання підприємства (виробника) Регістром, випробування на розтягання металу труби в поздовжньому і поперечному напрямках для товщини менше і рівної 20 мм проводяться на повнотовщинних зразках.

При товщині стінки труби більше 20 мм випробування виконуються як на циліндричних зразках, так і на зразках товщиною рівною товщині стінки труби.

При значних розбіжностях між результатами випробувань зразків обох типів Регістр може зажадати виконання пошарового визначення стандартних властивостей на циліндричних зразках і окремого узгодження методики виправлення повнотовщинних зразків при випробуваннях у процесі виробництва.

Проби від зварних труб вирізують таким чином, щоб середина робочої частини зразків розташовувалася на 3 години від шва труби.

**3.2.2.3** Метал прокату випробовується на стиск на двократних циліндричних зразках після попереднього розтягання на 2 % з метою визначення границі плинності (ефект Баушин-Гера), від листа добирається два зразки.

**3.2.2.4** Основний метал труби випробовується на стиск на двократних циліндричних зразках, при виготовленні допускається виправлення тільки ділянок, які захоплюються випробним пристроєм.

**3.2.2.5** При випробуванні металу труби допускається зниження границі плинності на стиск до 20 % порівняно з мінімальною границею плинності на розтягання, якщо інше не зазначене Регістром.

### **3.2.3 Випробування на ударний вигин.**

**3.2.3.1** Проби вирізуються від прокату на відстані  $\frac{1}{4}$  ширини від краю листа, а від зварної труби на 3 години від шва.

Випробування проводяться на зразках з гострим надрізом.

Крім роботи удару визначається відсоток в'язкої (крихкої) складової.

**3.2.3.2** Зразки з V-подібним надрізом повинні виготовлятися без виправлення заготовок, вісь надрізу зразків повинна бути перпендикулярна поверхні.

Товщина зразків вибирається максимально можливою з наступного ряду:

10; 7,5; 5 мм.

Якщо неможливо вирізати із труби поперечні зразки товщиною 5 мм, випробовують поздовжні зразки.

Випробування на удар не проводять при товщині стінки до 5 мм включно.

**3.2.3.3** Зразки з надрізом по металу шва, виконаного дуговим зварюванням, відбирають поперек шва в чотирьох положеннях, показаних на рис. 3.2.3.3-1.

Відстань від лінії сплавлення (л.с.) відраховують посередині товщини зразка, як показано на рис. 3.2.3.3-2.

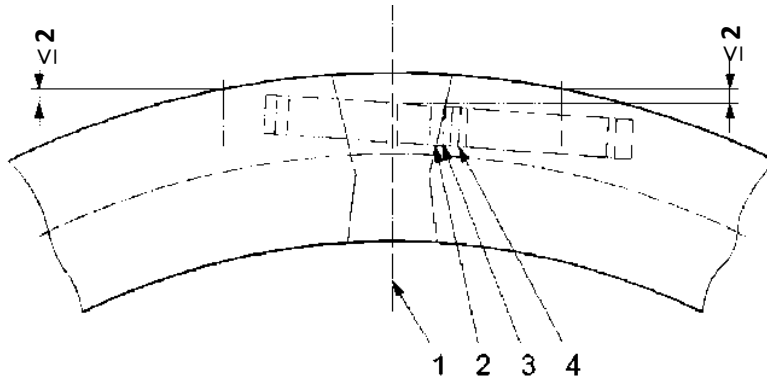


Рис. 3.2.3.3-1. Розташування зразків з V-подібним надрізом відносно зварного шва, виконаного дуговим зварюванням (по три зразки від кожного положення):  
1 — центр шва; 2 — л.с; 3 — л.с. + 2 мм; 4 — л.с. + 5 мм

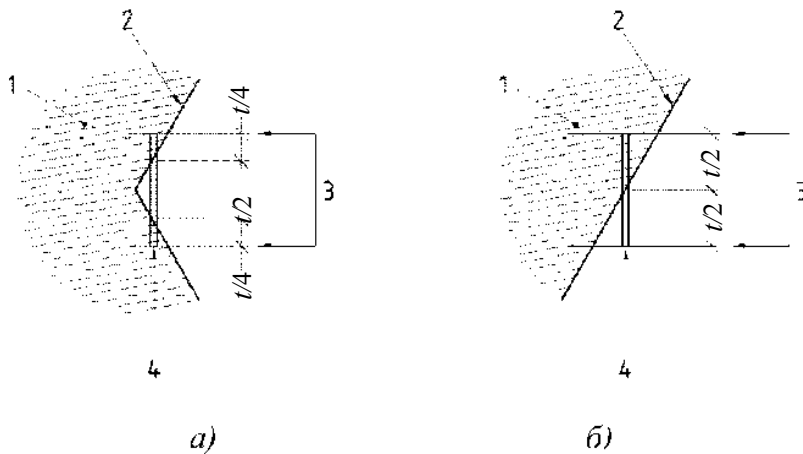


Рис. 3.2.3.3-2. Розмітка положення надрізів зразків з V-подібним надрізом по лінії сплавлення: *a* — симетричне оброблення; *б* — несиметричне оброблення; 1 — метал шва; 2 — лінія сплавлення; 3 — розташування бокових поверхонь зразка; 4 — розташування надріза.

**3.2.3.4** Зразки добирають із глибини не більше 2 мм.

При товщині стінки більше 26 мм додатково добирають зразки від середини товщини стінки.

Додатково вимірюють частку волокнистої складової в зламах усіх зразків, крім зразків від центру шва.

Критерій приймання становить 50 % волокнистого зламу в середньому по трьох зразках; на одному зразку допускається мінімум 40 %.

Зразки від швів, зварених високочастотним зварюванням, слід відбирати поперек шва: одна серія по центру шва і одна за 2 мм від центру шва.

**3.2.3.5** При випробуваннях на ударний вигин основного металу при первісному огляді виробництва труб потрібна побудова залежності результатів випробувань від температури по трьох значеннях з наступних: 0, -20, -40, -60, -80 °С.

Температури випробувань вказуються в програмі випробувань, що підлягає схваленню Регістром.

На вимогу Регістру випробування на ударний вигин проводяться як на металі прокату, так і на металі труб.

**3.2.3.6** У процесі виробництва прокату і труб під технічним наглядом Регістру випробування на ударний вигин основного металу і зварного з'єднання слід виконувати при температурі, зазначеній в технічних умовах, специфікації або контрактній документації на продукцію, але не вище  $T_p - 10$  °С для труб товщиною стінки менше або рівною 20 мм, і не вище  $T_p - 20$  °С для труб з більшою товщиною стінки.

Визначення температури  $T_p$  — див. 3.3.1.1.

**3.2.3.7** У випадку застосування марок сталі, не регламентованих цими Правилами, випробування можуть проводитися при розрахунковій температурі експлуатації.

Температура випробувань визначається при узгодженні документації на постачання труб.

З метою порівнянності результатів для різних марок сталі за температуру випробувань ухвалюється температура, найближча до меншої величини із зазначеного в 3.2.3.5 ряду температур.

У кожному разі температура випробувань вказується в сертифікатах якості підприємства (виробника).

**3.2.3.8** Випробування на чутливість до механічного старіння проводяться при первісному огляді виробництва на зразках, виготовлених із прокату, проби добираються аналогічно пробам на ударний вигин.

Штаби металу, з яких згодом вирізуються зразки, зазнають деформації розтяганням на величину, що відповідає максимально допустимій при вигині труб, звичайно до 5 %.

Виготовлені з підданих деформаційному розтяганням штаб зразки для випробувань на ударний вигин підлягають рівномірному нагріванню (штучному старінню) на 250 °С з витримкою при цій температурі протягом години з наступним охолодженням на повітрі.

Випробування на ударний вигин виконуються при кімнатній температурі (у межах 18 — 25 °С) і при температурі відповідній 3.2.3.6.

Якщо не застережене інше, випробування виконуються при первісному огляді підприємства і у випадках внесення змін у технологію виробництва сталі, а також на вимогу інспектора Регістру в сумнівних або спірних випадках, що ставляться до якості прокату.

### **3.2.4 Хімічний аналіз, сегрегація сірки.**

**3.2.4.1** Проби для хімічного аналізу і сегрегації сірки вирізуються від середини по ширині листа, у випадку зварної труби — напроти зварного шва.

### **3.2.5 Металографія і виміри твердості.**

**3.2.5.1** Макроструктурний аналіз проводиться з метою визначення структури деформованого металу, порушень його суцільності, наявності флокенів тощо.

Як правило, макроструктурний аналіз виконується на поперечних зразках, добраних від початку головного напівпродукту або головної частини розкату.

Якщо не зазначене інше, проведення макроскопічного аналізу потрібне при первісному огляді підприємства, при внесенні змін у технологію виробництва і, на вимогу інспектора Регістру, у сумнівних або спірних випадках якості, що стосуються прокату, який постачається.

**3.2.5.2** Мікроструктурний аналіз проводиться з метою визначення розмірів зерна сталі.

Для металографічного аналізу проби добираються від  $\frac{1}{4} \pm \frac{1}{8}$  ширини листа і на 3 год. від шва труби.

Фотографії повинні представляти структуру на поверхні,  $\frac{1}{4}$  і  $\frac{1}{2}$  товщини листа або труби.

Мікрофотографії повинні бути виконані при X100 і X400 збільшенні.

Визначається розмір зерна і вихідне зерно.

Якщо не зазначене інше, проведення мікроаналізу потрібне при первісному огляді підприємства, при внесенні змін у технологію виробництва і, на вимогу інспектора Регістру, у сумнівних і спірних випадках якості, що стосуються прокату, який постачається.

Мікроструктура готових прокату і труб повинна бути безперервною в основному металі, а для елементів, що зварюються, — у зварному шві та зоні термічного впливу (ЗТВ).

Тип мікроструктури і фактичний розмір зерна повинні бути зазначені у звіті.

**3.2.5.3** Металографічний аналіз допускається проводити на шліфах, призначених для виміру твердості, до виміру твердості.

**3.2.5.4** Твердість на поперечних шліфах вимірюється у точках, зазначених на рис. 3.2.5.4.

У випадку однобічного дугового зварювання і при товщині стінки до 25 мм включно допускається не проводити виміру посередині товщини.

Твердість поверхні труб вимірюють по окружності на одному з торців.

На окружностях точки розташовують у чотирьох зонах під  $90^\circ$  одна до одної.

При вимірах визначається середнє значення по трьох точках у кожній зоні.

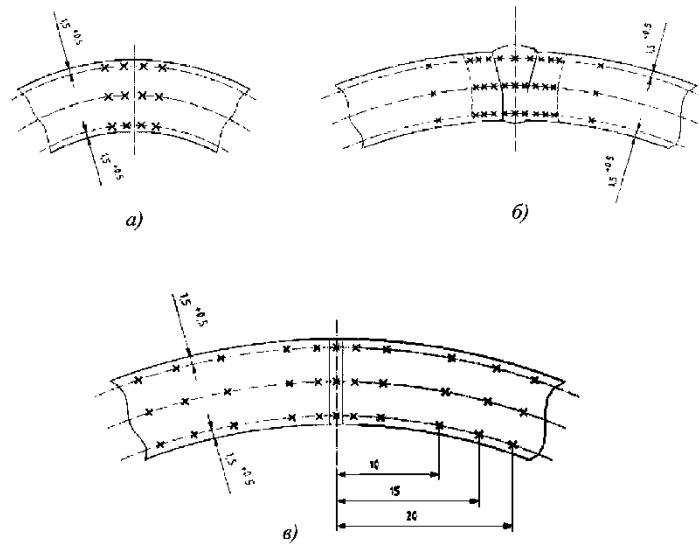


Рис. 3.2.5.4. Розташування точок вимірів твердості: *a* — безшовний елемент; *б* — дугове зварювання; *в* — високочастотне зварювання

### 3.2.6 Зварюваність.

**3.2.6.1** Випробування на зварюваність при первісному огляді підприємства виконуються відповідно до вимог 7.2.

Випробування на зварюваність, якщо не застережене інше, повинні охоплювати всі можливі методи зварювання при виготовленні труб.

### 3.2.7 Випробування гідравлічним тиском.

**3.2.7.1** Кожна труба повинна зазнати випробування гідравлічним тиском.

Повинні бути надані дані про метод розрахунків випробного тиску.

Контрольно-вимірювальні прилади для проведення випробувань повинні бути належним чином повірені і калібровані.

Звітна документація повинна містити відомості про прикладений тиск і тривалість випробувань для кожної труби.

Час витримки при випробному тиску повинний бути не менше 10 с.

**3.2.7.2** Допускається не проводити випробування гідравлічним тиском на трубах, виготовлених на U- і O-подібних згинальних пресах. У цьому випадку запропонований альтернативний метод перевірки міцності і суцільності труб підлягає окремому узгодженню Регістром після надання даних, що свідчать про рівнозначність методів.



### **3.2.8 Неруйнівний контроль.**

#### **3.2.8.1 Загальні положення.**

**3.2.8.1.1** Неруйнівний контроль здійснюється під час контрольних (кваліфікаційних) випробувань і в процесі виробництва відповідно до визнаних Регістром міжнародних і/або національних стандартів.

Процедури неруйнівного контролю, розроблювані і/або застосовувані підприємством (виробником), повинні бути схвалені Регістром і містити інформацію відносно:

методу неруйнівного контролю і застосованих стандартів;  
застосованого устаткування (основного і допоміжного);  
чутливості;  
параметрів штучних дефектів і методів калібрування;  
процедури налаштування устаткування;  
оцінки дефектів;  
оформлення звітів і документування результатів контролю.

**П р и м і т к а :** Неруйнівний контроль може виконуватися наступними методами:

- .1** зовнішнім оглядом і вимірюванням (VT);
- .2** магнітопорошковим (MT);
- .3** капілярним, включаючи кольоровий, люмінесцентний і люмінесцентно-кольоровий (PT);
- .4** радіографічним, включаючи рентгено-і гаммаграфічний (RT);
- .5** ультразвуковим (UT);
- .6** контролю непроникності і герметичності.

**3.2.8.1.2** Лабораторії, що проводять неруйнівний контроль, повинні мати Свідоцтво про визнання Регістром і/або відповідний документ уповноваженої національної або міжнародної організації, що підтверджує компетентність лабораторії.

**3.2.8.1.3** Персонал, що здійснює неруйнівний контроль і виконує оцінку показань контролю, повинен бути атестований відповідно до вимог стандарту ISO 9712 або інших визнаних Регістром стандартів.

**3.2.8.1.4** Загальні вимоги до неруйнівного контролю зварних з'єднань труб повинні відповідати вимогам 7.3.

**3.2.8.1.5** Рекомендується узагальнювати інформацію про виявлені допустимі дефекти на всіх етапах виготовлення сталевих прокату/труб (для балонів вантажних ємкостей):

сталевій листовій заготовки (штрипса);  
безшовних труб;  
зварних труб, виготовлених з листового прокату, включаючи дефекти поздовжнього/спірального зварного шва.

Виявлені на зазначених вище етапах допустимі дефекти можуть бути враховані при складанні інформаційної бази даних дефектів для фіксації початкового технічного стану балонів вантажних ємкостей і їхнього контролю в процесі експлуатації.

Призначувані при виготовленні сталевих прокату і труб величини допустимих дефектів і їхнє розташування в стінці труби/прокату не повинні перевищувати величини допустимих дефектів, обумовлених для стадії експлуатації балону вантажної ємкості надалі.

#### **3.2.8.2 Листовий прокат.**

**3.2.8.2.1** При виробництві сталевих листового прокату — заготовок для зварних труб неруйнівному контролю для виявлення розшарувань (перевірці суцільності прокату) підлягає кожний лист, при цьому, як правило, використовуються засоби автоматизованого ультразвукового (AUT) контролю.

*Примітка:* Автоматизований ультразвуковий (AUT) контроль — автоматизований спосіб ультразвукового контролю, що дозволяє визначати довжину, глибину і висоту дефекту і використовуваний для неруйнівного контролю зварних швів.

**3.2.8.2.2** Вимоги до суцільності сталевих прокату і якості його поверхні, у тому числі по кромках, повинні відповідати табл. 3.3.5.3-1, якщо інше не застережене в схваленій Регістром документації.

Ширина контрольованих поздовжніх прикромкових зон листового і рулонного прокату повинна бути не менше 50 мм, ширина контрольованих поперечних прикромкових зон листового прокату повинна бути не менше 200 мм.

#### **3.2.8.3 Безшовні труби.**

**3.2.8.3.1** Під час контрольних (кваліфікаційних) випробувань і в процесі виробництва кожна безшовна сталеві труба повинна бути піддана неруйнівному контролю для виявлення:

**.1** дефектів поздовжньої і поперечної орієнтації в тілі труби при використанні, як правило, засобів AUT контролю;

**.2** розшарувань у тілі труби при використанні, як правило, засобів AUT контролю;

**.3** поверхневих дефектів у прикромковій зоні труби;

**.4** розшарувань кінців труб у прикромковій зоні і на торцях/фасках труб.

**3.2.8.3.2** Додатково до зазначеного в 3.2.8.3.1 повинні бути виявлені поверхневі дефекти по тілу труби:

**.1** під час контрольних випробувань для визнання підприємства (виробника) або кваліфікаційної партії — для кожної труби;

**.2** у процесі виробництва і при позитивних результатах контрольних (кваліфікаційних) випробувань — для однієї труби з партії.

**3.2.8.3.3** Критерії приймання UT контролю для виявлення поздовжніх і поперечних дефектів у тілі труби, якщо інше не застережене в схваленій Регістром документації, повинні відповідати стандарту ISO 10893-10, рівень приймання U2/C.

**3.2.8.3.4** Критерії приймання UT контролю при виявленні розшарувань у тілі труби і у прикромкових зонах повинні відповідати табл. 3.3.5.3-1, якщо інше не застережене в схваленій Регістром документації.

**3.2.8.3.5** Кінці безшовних труб у прикромковій зоні, не охоплені АУТ контролем, повинні бути проконтрольовані ручними засобами УТ контролю для виявлення розшарувань і поверхневих дефектів, а також на наявність розшарувань на торцях/фасках труб.

**3.2.8.3.6** При контролі поверхневим методом (МТ або РТ), використовуваним підприємством і погодженим з Регістром, на торцевих поверхнях/фасках труб не допускаються розшарування, що виходять на поверхню торців/фасок.

**3.2.8.3.7** Контроль по тілу труб і/або в прикромковій зоні для виявлення поверхневих дефектів.

**3.2.8.3.7.1** Контроль по тілу труб для виявлення поверхневих дефектів у процесі контрольних (кваліфікаційних) випробувань повинен виконуватися відповідно до схвалених Регістром процедур, розроблених на підставі міжнародних і/або національних стандартів.

При використанні МТ методу критерії приймання по тілу труби, якщо інше не застережене в схваленій Регістром документації, повинні відповідати стандарту ISO 10893-5, рівень приймання МІ.

**3.2.8.3.7.2** У процесі виробництва кінцеві ділянки труб у прикромковій зоні, не охоплені АУТ контролем для виявлення поздовжніх і поперечних дефектів, повинні контролюватися поверхневим методом відповідно до 3.2.8.3.7.1 по зовнішній і внутрішній поверхні кінців труб.

При використанні МТ методу не допускається наявність одиночних дефектів розміром більше 6 мм.

### **3.2.8.4 Зварні труби.**

#### **3.2.8.4.1** Загальні положення.

**3.2.8.4.1.1** Зварні труби повинні виготовлятися з листового прокату, що задовольняє вимогам по контролю 3.2.8.2.

**3.2.8.4.1.2** Під час контрольних (кваліфікаційних) випробувань і в процесі виробництва неруйнівний контроль якості зварних прямошовних труб, якщо інше не застережене в схваленій Регістром документації, проводиться у два етапи:

- .1** неруйнівний контроль зварних з'єднань (до гідравлічних випробувань);
- .2** остаточний неруйнівний контроль зварних з'єднань і основного металу (після гідравлічних випробувань).

#### **3.2.8.4.2** Неруйнівний контроль зварних труб.

**3.2.8.4.2.1** Неруйнівний контроль зварних труб на першому етапі (до гідравлічних випробувань) проводиться:

**.1** для виявлення дефектів поздовжньої і поперечної орієнтації зварних швів при використанні, як правило, засобів АУТ контролю;

**.2** для виявлення дефектів поздовжньої і поперечної орієнтації кінцевих ділянок зварних швів на ділянках, не проконтрольованих при АУТ контролі, при використанні ручних засобів УТ контролю;

**.3** для повторного огляду за допомогою ручних засобів УТ контролю або РТ контролю ділянок швів, відмічених при АУТ контролі;

**3.2.8.4.2.2** На другому етапі проводять здавальний неруйнівний контроль якості основного металу кінців труб і зварних з'єднань після гідравлічних випробувань труб з використанням:

.1 засобів неруйнівного контролю, зазначених в 3.2.8.4.2.1;

.2 RT контролю кінцевих ділянок зварних швів на довжині не менше 200 мм від торця труби;

.3 UT контролю основного металу труб у прикромковій зоні шириною не менше 50 мм на наявність розшарувань;

.4 MT або PT контролю торців/фасок труб.

**3.2.8.4.2.3** Додатково до зазначеного в 3.2.8.4.2.2 повинні бути виявлені поверхневі дефекти по зварному шву труби:

під час контрольних випробувань для визнання підприємства (виробника) або кваліфікаційної партії — для кожної труби;

у процесі виробництва і при позитивних результатах контрольних (кваліфікаційних) випробувань — для однієї труби з партії.

**3.2.8.4.2.4** Критерії оцінки якості зварного шва при виготовленні зварних труб повинні відповідати:

для контролю зовнішнім оглядом і вимірюванням (VT) і MT контролю — табл. 7.3.2.2;

для RT контролю — табл. 7.3.2.3-1;

для UT контролю — табл. 7.3.2.3-2.

**3.2.8.4.2.5** Критерії приймання UT контролю при виявленні розшарувань у прикромкових зонах повинні відповідати табл. 3.3.5.3-1, якщо інше не застережене в схваленій Регістром документації.

На торцевих поверхнях/фасках труб не допускаються розшарування, що входять на поверхню торців/фасок.

### 3.2.9 Спеціальні випробування.

**3.2.9.1** У табл. 3.2.9.1 представлені вимоги по номенклатурі спеціальних випробувань основного металу залежно від категорії труб для виробництва балонів вантажних ємкостей.

Сталь може бути допущена до виробництва труб для балонів вантажних ємкостей тільки після проведення спеціальних, зазначених у табл. 3.2.9.1, випробувань.

На вимогу Регістру обсяг спеціальних випробувань при первісному огляді виробництва може бути збільшений.

**Таблиця 3.2.9.1. Номенклатура спеціальних випробувань**

Вид середовища	Рівень експлуатаційної надійності	
	Базовий	Підвищений
Гази (G)	DWTT	DWTT, NDT, CTOD

Примітка: 1. Випробування по методу DWTT є обов'язковими лише для сталі категорії РУТ 36 і вище, для труб діаметром 500 мм і більше.

Мінімальний необхідний обсяг спеціальних випробувань визначається за узгодженням з Регістром з урахуванням стабільності властивостей металу, що постачається для труб для виробництва балонів вантажних ємкостей.

#### **3.2.9.2 Випробування по методу DWTT.**

**.1** Пробу (заготовку) для виготовлення зразків від труби слід вирізати поперек поздовжньої осі труби, від листа — перпендикулярно напрямку прокатки.

**.2** Для прокату і труб цей вид випробувань проводиться при схваленні партій продукції з метою визначення виду зламу при мінімальній температурі експлуатації  $T_p$ .

Методика та кількість випробувань, схеми вирізки зразків зазначені в розд. 1 Додатку 3.

#### **3.2.9.3 Визначення характеристик тріщино-стійкості металу (CTOD).**

Проби вирізуються від  $\frac{1}{4} \pm \frac{1}{8}$  ширини листа і на 3 години від шва труби.

За розсуду Регістру кількість труб, листів від плавки, надаваних до випробувань, і їхня товщина, а також температури випробувань можуть бути змінені залежно від передбачуваного застосування сталі або умов замовлення.

Визначення, загальні вимоги до добору проб і виготовлення зразків, устаткування викладені в розд. 2 частини XII «Матеріали» Правил ПБУ/МСП.

Методика випробувань CTOD приводиться в розд. 2 Додатку 3.

Як правило, випробування виконуються на металі прокату і труб при первісному огляді виробництв.

#### **3.2.9.4 Випробування на загин.**

Як правило, випробування виконуються на металі труби при первісному огляді виробництва труб.

Випробування також можуть бути затребувані при первісному огляді виробництва прокату.

Методика випробувань приводиться в розд. 3 Додатку 3.

#### **3.2.9.5 Випробування для визначення температури в'язко-крихкого переходу.**

**.1** Проби вирізуються від  $\frac{1}{4}$  ширини листів товщиною не менше 14 мм.

Регістр може зажадати проведення випробувань при первісному огляді виробництва прокату для труб для підтвердження достатнього опору матеріалу крихкому руйнуванню.

**.2** Визначення, загальні вимоги до проведення випробувань і виготовлення зразків, устаткування викладені в розд. 2 частини XII «Матеріали» Правил ПБУ/МСП.

### 3.2.9.6 Випробування для визначення температури нульової пластичності (NDT).

.1 Проби вирізуються від  $\frac{1}{4} \pm \frac{1}{8}$  ширини листів товщиною не менше 16 мм і на 3 год. від шва труб діаметром 530 мм і більше і з товщиною стінки не менше 20 мм.

.2 Визначення, загальні вимоги до проведення випробувань і виготовлення зразків, устаткування викладені в розд. 2 частини XII «Матеріали» Правил ПБУ/МСП.

### 3.2.10 Контроль залишкової намагніченості.

3.2.10.1 Для труб, при неруйнівному контролі яких використовуються МТ або вихро-струмовий методи, повинна бути проведена перевірка залишкової намагніченості.

3.2.10.2 Виміри проводяться не менше ніж на одній трубі з партії, на обох кінцях по двох взаємоперпендикулярних осях.

Середнє значення по чотирьох вимірах не повинне перевищувати 2 мТл (20 Гс).

## 3.3 СТАЛЬ ДЛЯ ТРУБ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ БАЛОНІВ ВАНТАЖНИХ ЄМКОСТЕЙ

### 3.3.1 Загальні положення.

3.3.1.1 Вимоги цього підрозділу поширюються на листову, що зварюється, і трубну сталь для балонів ємкостей, що підлягають технічному нагляду Регістру при їхньому виготовленні.

Вибір сталі і зварювальних матеріалів для труб повинен здійснюватися залежно від мінімальної температури експлуатації балону(ів) вантажної ємкості  $T_p$ .

Якщо не застережене інше, мінімальна температура для зазначених матеріалів ухвалюється рівною  $-10^\circ\text{C}$ .

3.3.1.2 Позначення категорій (марок) сталі:

.1 сталь для труб перед найменуванням має позначення РСТ;

.2 маркування може завершуватися позначенням W — сталь для зварних труб.

Рівень міцності визначається залежно від необхідного мінімального значення границі плинності,  $R_{eH}$ :

сталь нормальної міцності — 235 МПа (рівень міцності в позначенні відсутній);

сталь підвищеної міцності — 315 МПа, 355 МПа, 390 МПа (у позначенні сталі відповідно вказуються: 32, 36 і 40);

сталь високої міцності — 420 МПа, 460 МПа, 500 МПа, 550 МПа, 620 МПа, 690 МПа (у позначенні сталі відповідно вказуються: 420, 460, 500, 550, 620, 690).

3.3.1.3 Допускається після спеціального розгляду Регістром, постачання труб зі сталі відповідно до вимог національних і міжнародних стандартів. При цьому під спеціальним розглядом, крім зіставлення довідкових параметрів, розуміється можливість проведення при необхідності додаткових випробувань, які

можуть підтвердити відповідність сталі наведеним вище категоріям і її застосовність по призначенню.

В табл. 3.3.1.3, складеній на підставі зіставлення характеристик міцності, наводяться відповідні аналоги вітчизняних і закордонних сталей.

**Таблиця 3.3.1.3. Зіставлення характеристик міцності вітчизняних і закордонних сталей**

№ з/п	Категорія (марка) сталі для балонів вантажних емкостей	Клас міцності вітчизняних трубних сталей	Клас міцності закордонних трубних сталей
1	2	3	4
1	РУТ, РУТW	K38, K42	B
2	РУТ32, РУТ32W	K50	X46
3	РУТ36, РУТ36W	K52, K54	X52
4	РУТ40, РУТ40W	K55	X60
5	РУТ420, РУТ420W	K56	X65
6	РУТ460, РУТ460W	K60	X70
7	РУТ500, РУТ500W	K60, K65	X70
8	РУТ550, РУТ550W	K65	X80
9	РУТ620, РУТ620W	K70	X90
10	РУТ690, РУТ690W	K80	X100

### 3.3.2 Хімічний склад сталі.

**3.3.2.1** Хімічний склад і норми  $C_{\text{екв}}$  і  $P_{\text{CM}}$  повинні задовольняти вимогам:

табл. 3.3.2.1-1 — для трубного листа і зварних труб;

табл. 3.3.2.1-2 — для безшовних труб.

Хімічний склад може відповідати вимогам визнаних Регістром національних, міжнародних стандартів.

У кожному разі хімічний склад сталі підлягає узгодженню з Регістром при первісному визнанні виробництва на конкретну продукцію.

**3.3.2.2** У процесі виробництва контролюється хімічний склад прокату і труб (зварних і безшовних).

Еквівалент вуглецю (вуглецевий еквівалент)  $C_{\text{екв}}$  (у відсотках) для сталі визначається під час випробувань на допуск за даними ковшового аналізу.

Вуглецевий еквівалент визначається по формулі

$$C_{\text{екв}} = C + \text{Mn}/6 + (\text{Cr} + \text{Mo} + \text{V})/15 + (\text{Ni} + \text{Cu})/15. \quad (3.3.2.2-1)$$

Замість вуглецевого еквівалента може визначатися коефіцієнт  $P_{\text{CM}}$  (у відсотках), що оцінює схильність сталі до утворення холодних тріщин, визначений за формулою

$$P_{\text{CM}} = C + (\text{Mn} + \text{Cr} + \text{Cu})/20 + \text{Mo}/15 + \text{Ni}/60 + \text{Si}/30 + \text{V}/10 + 5\text{B}. \quad (3.3.2.2-2)$$

Таблиця 3.3.2.1-1. Хімічний склад сталі і норми  $C_{\text{екв}}$  і  $P_{\text{CM}}$  для трубного листа і зварних труб

Елемент	Марка сталі. Вміст елементів, % по масі, не більше									
	РУТW	РУТ32W	РУТ36W	РУТ40W	РУТ420W	РУТ460W	РУТ500W	РУТ550W	РУТ620W	РУТ690W
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
C	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,14	0,14	0,14
Mn	1,35	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,75	1,85	1,85	1,85
Si	0,40	0,40	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,50	0,55
P	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
S	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Cu	0,35	0,35	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,60	0,60
Ni	0,30	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	1,20	1,20	1,80	2,0
Mo	0,10	0,10	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Cr	0,30	0,30	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,70	0,70
Al(заг.)	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Nb	—	0,04	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
V	—	0,04	0,05	0,07	0,08	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Ti	—	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
N	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
B	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
$C_{\text{екв}}$	0,36	0,34	0,37	0,38	0,38	0,39	0,41	0,44	—	—
$P_{\text{CM}}$	0,19	0,19	0,20	0,21	0,21	0,22	0,23	0,25	0,27	0,30

Примітки: 1. Для товщини більше 35 мм і марок міцністю вище РУТ550 допускається зміна хімічного складу за узгодженням з Регістром.

2. Якщо при виробництві сталі використовувався лом, слід контролювати максимальний вміст наступних елементів: 0,03 % As, 0,01 % Sb, 0,02 % Sn, 0,01 % Pb, 0,01 % Bi і 0,006 % Cu.

3. При зменшенні вмісту вуглецю на кожні 0,01 % нижче максимального зазначеного значення допускається добавка 0,05 % вмісту марганцю вище зазначених максимальних значень при максимальному збільшенні вмісту на 0,1 %.

4. Допускається легування 0,5 — 1,0 % Cr за узгодженням з Регістром.

5. Для марок міцністю вище РУТ550 допускається легування до 2,2 % Ni.

6. Al:N  $\geq$  2:1 (не поширюється на сталь, раскислену титаном).

7. (Nb + V + Ti) не повинні перевищувати 0,12 %.

8. Вміст Nb може бути піднято до 0,10 % за узгодженням з Регістром.

9. Вміст B може бути піднято до 0,003 % за узгодженням з Регістром.

**3.3.2.3** Визначення  $C_{\text{екв}}$  є обов'язковою умовою постачання всіх категорій сталі до рівня 500 МПа, включаючи сталь після ТМСП.

Визначення  $P_{\text{CM}}$  є обов'язковою умовою постачання всіх категорій сталі з рівнем міцності 460 МПа і вище.

В інших випадках, визначення  $C_{\text{екв}}$  і  $P_{\text{CM}}$  приводяться в сертифікатах на вимогу споживача.



Таблиця 3.3.2.1-2. Хімічний склад сталі і норми  $C_{\text{екв}}$  і  $P_{\text{CM}}$  для безшовних труб

Елемент	Марка сталі. Вміст елементів, % по масі, не більше										
	ПУТW	ПУТ32W	ПУТ36W	ПУТ40W	ПУТ420W	ПУТ460W	ПУТ500W	ПУТ550W	ПУТ620W	ПУТ690W	
l	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
C	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	
Mn	1,35	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,75	1,85	1,85	1,85	
Si	0,40	0,40	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,50	0,55	
P	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	
S	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	
Cu	0,35	0,35	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,60	0,60	
Ni	0,30	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	1,20	1,20	1,80	2,0	
Mo	0,10	0,10	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	
Cr	0,30	0,30	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,70	0,70	
Al(заг.)	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	
Nb	—	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	
V	—	0,04	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	
Ti	—	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	
N	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	
B	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	
$C_{\text{екв}}$	$t_c \leq 15$	0,34	0,34	0,37	0,38	0,39	0,40	0,41	0,43	—	—
	$15 < t_c < 26$	0,35	0,35	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,44	—	—
$P_{\text{CM}}$	$t_c \leq 15$	0,20	0,20	0,21	0,22	0,22	0,23	0,24	0,26	0,29	0,32
	$15 < t_c < 26$	0,21	0,21	0,22	0,23	0,23	0,24	0,25	0,27	0,30	0,33

Примітки: 1. Для товщини більше 26 мм і марок міцністю вище ПУТ550 допускається зміна хімічного складу за узгодженням з Регістром.

2 — 9. Див. табл. 3.3.2.1-1.

### 3.3.3 Механічні властивості.

3.3.3.1 Механічні властивості металу труб повинні задовольняти вимогам табл. 3.3.3.1.

Для прокату слід урахувувати запас на пластичну деформацію при виготовленні труб.

Якщо не зазначене інше, для штрипса максимально допустиме відношення границі плинності до тимчасового опору повинне бути менше, ніж для металу труби, принаймні, не менше, ніж на величину 0,02.

Таблиця 3.3.3.1. Механічні властивості металу труб

Параметр	Категорія (марка) сталі									
	РУТ РУТW	РУТ32 РУТ32W	РУТ36 РУТ36W	РУТ40 РУТ40W	РУТ420 РУТ420W	РУТ460 РУТ460W	РУТ500 РУТ500W	РУТ550 РУТ550W	РУТ620 РУТ620W	РУТ690 РУТ690W
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Границя плинності $R_{eH}$ або $R_{p0,2}$ , МПа (мін.)	235	315	355	390	420	460	500	550	620	690
Тимчасовий опір $R_m$ , МПа	400-520	440-570	490-630	510-660	530-680	570-720	610-770	670-830	720-890	770-940
Відношення границі плинності до тимчасового опору (макс.)	0,90	0,90	0,90	0,90	0,92	0,92	0,92	0,92	0,93	0,93
Відносне подовження, $A_5$ , % (мін.)	22	22	21	20	19	18	18	18	15	14
Кут загину, град (мін.)	120									
Робота удару $KV$ , Дж, в поперечному напрямку, при $T_p - 10^\circ\text{C}$ для труб з $t_c \leq 20$ мм і при $T_p - 20^\circ\text{C}$ для труб з $t_c > 20$ мм, не менше										
$D_a \leq 610$ мм	40	40	50	57	64	73	82	103	За погодженням з Регістром	
$610 < D_a \leq 820$ мм	40	43	61	69	77	89	100	126	За погодженням з Регістром	
$820 < D_a \leq 1120$ мм	40	52	75	85	95	109	124	155	За погодженням з Регістром	
Вид зламу DWTT*: 85% волокна середнє, 75% мінімальне при $T_p$										
Критичні температури крихкості NDT										
Клас труб G	$t_c \leq 20$ мм			NDT $\leq T_p - 30^\circ\text{C}$						
	$20 < t_c \leq 30$ мм			NDT $\leq T_p - 40^\circ\text{C}$						
	$30 < t_c \leq 40$ мм			NDT $\leq T_p - 50^\circ\text{C}$ , $T_{кв} \leq T_p - 20^\circ\text{C}$						
CTOD, мм, при $T_p$ , не менше										
$t_c \leq 20$ мм	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15	0,15	0,20
$20 < t_c \leq 30$ мм	0,10	0,10	0,15	0,15	0,15	0,20	0,20	0,20	0,25	0,25
$30 < t_c \leq 40$ мм	0,15	0,15	0,20	0,20	0,20	0,25	0,25	0,30	0,35	0,35

Примітки: 1. Приводяться необхідні середні значення роботи удару по трьох зразках при температурі, визначеній в 3.2.3.6. На одному зразку допускається зниження роботи удару до 70 % від необхідної.

2. Необхідні значення роботи удару в поздовжньому напрямку в 1,5 рази вище, ніж у поперечному.

3. Для розмірів  $D_a$  і  $t_c$  поза зазначеними межами вимоги встановлюються за узгодженням з Регістром.

4. \* тільки для сталей категорій міцності РУТ36 і вище.

5. Отримані при випробуванні значення границі плинності в поперечному напрямку не повинні перевищувати встановлені більше ніж на 130 МПа.

**Закінчення табл. 3.3.3.1.**

6. Величина тимчасового опору, отримана при випробуванні зразків, вирізаних у поздовжньому напрямку, може бути нижче наведених у таблиці на 5 %.

7. Відношення границі плинності до тимчасового опору, отримане на зразках, вирізаних у поздовжньому напрямку, не повинне перевершувати регламентоване таблицею значення більше ніж на 0,02.

8. Визначення роботи удару  $KV$  і величини CTOD для металу зварного з'єднання проводиться відповідно до вимог розд. 7

**3.3.4 Стан постачання.****3.3.4.1** Рекомендовані стани постачання зазначено в табл. 3.3.4.1.**Таблиця 3.3.4.1. Стан постачання сталевих прокату і труб**

Марка сталі	Мінімальна температура випробувань на ударний вигин, не менше, °C	Стан постачання при товщині		
		$t_c < 12,5$ мм	$12,5 \leq t_c \leq 40$ мм	
1	2	3	4	
РУТ, РУТW	-10	будь-який	N, CR, ТМСП	
	-40	будь-який	N, CR, ТМСП, Q + T	
	-60	CR	ТМСП, Q + T	
РУТ32, РУТ32W	-20	будь-який	N, CR, ТМСП, Q + T	
	-40	будь-який	N, ТМСП, Q + T	
	-60	CR	ТМСП, Q + T	
РУТ36, РУТ36W	-20	будь-який	N, CR, ТМСП, Q + T	
	-40	CR	CR, N, ТМСП, Q + T	
	-60	CR	CR, ТМСП, Q + T, Q * + T	
РУТ40, РУТ40W	-20	будь-який	CR, ТМСП, Q + T	
	-40	CR	CR, ТМСП, Q + T	
	-60		CR, ТМСП, Q + T, Q * + T	
РУТ420, РУТ420W	При будь-яких температурах випробувань на ударний вигин		CR, ТМСП, Q + T, Q * + T	
РУТ460, РУТ460W			CR, ТМСП, Q + T, Q * + T	
РУТ500, РУТ500W			CR, ТМСП, Q + T, Q * + T	
РУТ550, РУТ550W			CR, ТМСП, Q + T, Q * + T	
РУТ620, РУТ620W				ТМСП, Q + T
РУТ690, РУТ690W				

**3.3.4.2** Існують наступні варіанти термообробки прокату:

нормалізація (N), контрольована прокатка (CR), термомеханічна обробка (ТМСП), гартування з відпуском (Q + T), гартування із прокатного нагрівання з відпуском (Q \* + T).

**3.3.4.3** Зварні труби виготовляють методом гнуття з наступним зварюванням.

Труби, як правило, проходять холодне експандування для досягнення необхідних розмірів. Пластична деформація металу труб при холодному експандуванні не повинна перевищувати 1,5 %.

Безшовні труби виготовляють методом гарячої або холодної прокатки.

### 3.3.5 Огляд.

**3.3.5.1** Вимоги до якості поверхні прокату повинні відповідати викладеним в 3.2.7 частини XIII «Матеріали» Правил МС (ремонт із застосуванням зварювання не допускається).

Допуски по товщині прокату повинні відповідати визнаним Регістром стандартам і повинні бути погоджені зі споживачем.

**3.3.5.2** Неруйнівний контроль виконується відповідно до вимог 3.2.8.

Сталь не повинна мати дефектів, що перешкоджають її застосуванню по призначенню, поверхневих дефектів і внутрішніх несучільностей, які перешкоджають контролю зварних з'єднань неруйнівними методами контролю.

**3.3.5.3** Контроль розмірів, геометрії, маси прокату і труб здійснюється виробником.

Рекомендовані вимоги до відхилень розмірів і якості прокату і труб представлено в табл. 3.3.5.3-1 і 3.3.5.3-2, відповідно.

Таблиця 3.3.5.3-1. Загальні вимоги до прокату

Характеристика	Обсяг контролю	Величина
1	2	3
Відхилення від площинності на 1 п/м	100%	Не більше 6 мм
Серповидність на 1 п/м	100%	Не більше 1 мм
Якість поверхні	100%	Не допускаються тріщини, пліни, пухирі-здуття, вкочана окалина, розкатані забруднення. Допускаються окремі відбитки, риси, рябізна
Суцільність прокату	100%	Не допускаються розшарування: 1. площею більше 1000 мм <sup>2</sup> , при цьому фіксуються розшарування площею від 300 мм <sup>2</sup> (шириною від 8 мм і довжиною від 35 мм) при їхній кількості не більше 10 на 1,0 м <sup>2</sup> ; 2. за узгодженням з Регістром: площею більше 100 мм <sup>2</sup> , при цьому фіксуються розшарування площею від 30 мм <sup>2</sup> (шириною і довжиною від 5 мм) при їхній кількості не більше 5 на 0,25 м <sup>2</sup> ; 3. у прикромковій зоні шириною не менше 50 мм: площею більше 100 мм <sup>2</sup> і шириною від 6 мм, при цьому фіксуються розшарування довжиною від 10 мм при їхній кількості не більше 3 на 1,0 п/м кромки
Товщина прокату* при $7,5 < t_c \leq 40$ , мм	100%	$-0,4 / +(0,016 t_c + 1,2)$ , мм
Ширина прокату	100%	-20/0, мм

\* Інші товщини за узгодженням з Регістром

Наявність свідоцтва Регістру не звільняє виробника від відповідальності, якщо матеріал або виріб надалі виявилися дефектними або не відповідними до погодженої документації або визнаних стандартів по розмірах, геометрії, масі.

Таблиця 3.3.5.3-2. Загальні вимоги до розмірів труб

Характеристика	Обсяг контролю	Зварна труба	Безшовна труба <sup>1</sup>
Діаметр кінців труби $D_a \leq 610$ мм	100%	Більше із $\pm 0,5$ мм або $0,5\% D_a$ , але не більше $\pm 1,6$ мм	
Діаметр кінців труби $D_a > 610$ мм	100%	$\pm 1,6$ мм	$\pm 2,0$ мм
Найбільша різниця діаметрів кінців однієї труби (для кожної обмірюваної труби)	100%	$12,5\% t_c$	
Діаметр тіла труби $D_a \leq 610$ мм	100%	Більше із $\pm 0,5$ мм або $\pm 0,75\% D_a$ , але не більше $\pm 3,0$ мм	Більше із $\pm 0,5$ мм або $\pm 0,75\% D_a$
Діаметр тіла труби $D_a > 610$ мм	100%	$\pm 0,5\% D_a$ , але не більше $\pm 4,0$ мм	$\pm 1,0\% D_a$
Овальність $f_0$ кінців труби <sup>2,3</sup> $D_a/t_c \leq 75$	$R^4$	1,0 %, але не більше 8,0 мм	
Овальність $f_0$ кінців труби <sup>2</sup> $D_a/t_c > 75$	$R^4$	1,5 %, але не більше 8,0 мм	
Овальність тіла труби <sup>2</sup>	$R^{4,5}$	2,0 %, але не більше 15,0 мм	
Місцеві відхилення від кругової форми	$R^4$	$< 0,5\% D_a$ , але не більше 2,5 мм	—
Товщина стінки $t_c \leq 15$ мм	100%	$\pm 0,75$ мм	$\pm 12,5\% t_c$
Товщина стінки $15 < t_c \leq 20$ мм	100%	$\pm 1,0$ мм	$\pm 12,5\% t_c$
Товщина стінки $t_c > 20$ мм	100%	+1,5/- 10 мм	$\pm 10,0\% t_c$ , але не більше $\pm 1,6$ мм
Загальна кривизна	$R^4$	$\leq 0,2\% L^6$	
Локальна кривизна	$R^4$	$\leq 1,5$ мм на 1 м довжини	
Перпендикулярність кінців	$R^4$	$\leq 1,6$ мм від дійсних $90^\circ$	
Радіальне зміщення біля шва (лазерне зварювання і СВЧ)	$R^4$	<sup>7</sup>	—
Радіальне зміщення біля шва (зварювання під флюсом)	$R^4$	$< 0,1 t_c$ , але не більше 2,0 мм	—
Довжина труби	100%	За вимогою замовника	
Вага труби	100%	-3,5 %/ +10 % номінальної ваги	

<sup>1</sup> Вимоги до суцільності і якості поверхні безшовних труб — як для штрипса (див. табл. 3.3.5.3-1).

<sup>2</sup> Овальність визначається по формулі:  $f_0 = (D_{\max} - D_{\min})/D_a$  або в абсолютному значенні.

<sup>3</sup> За узгодженням овальність може обмежуватися 0,6 %, але не більше 5 мм.

<sup>4</sup>  $R$  означає випробування випадково обраних 5 % труб, але не менше 3-х труб за зміну.

Закінчення табл. 3.3.5.3-2.

<sup>5</sup> Розміри тіла труби повинні вимірятися приблизно в середині довжини труби.

<sup>6</sup>  $L$  — довжина труби.

<sup>7</sup> Товщина з урахуванням зсуву біля шва повинна бути в межах допуску на товщину стінки, при цьому не менше фактичної мінімальної товщини стінки для кожної труби.

#### **4 МАТЕРІАЛИ ВАНТАЖНИХ ЄМКОСТЕЙ СПІРАЛЬНОГО ТИПУ**

**4.1** Матеріали вантажних ємкостей спірального типу повинні відповідати вимогам розд. 3 цієї частини або іншого стандарту, погодженого з Регістром.

### **5 МАТЕРІАЛИ ВАНТАЖНИХ СИСТЕМ І ТРУБОПРОВОДІВ**

#### **5.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ**

**5.1.1** Матеріали вантажних систем: трубопроводів вантажних ємкостей (див. 1.2 частини I «Класифікація»), вантажних трубопроводів, усіх фітінгів і арматури, кування і виливків повинні відповідати вимогам частини IX «Матеріали і зварювання» Правил LG.

**5.1.2** Визначення мінімальної розрахункової температури у вантажних трюмах при витокі вантажу повинне бути підтвержене розрахунками.

При цьому повинні бути розглянуті наступні випадки:

повний розрив труби вантажної ємкості циліндричного типу;

повний розрив однієї труби у вантажній ємкості спірального типу.

У таких розрахунках температури забортної води і зовнішнього повітря повинні ухвалюватися рівними 5 °C і 0 °C, відповідно.

Часткове закриття повинне перешкоджати безпосередньому впливу на корпусні конструкції охолодного ефекту від витоків вантажу.

#### **5.2 СТАЛЕВІ ФЛАНЦІ**

##### **5.2.1 Терміни і визначення.**

**5.2.1.1** Вимоги цього підрозділу поширюються на наступні сталеві вироби, застосовувані в конструкціях балонів вантажних ємкостей (трубопроводах вантажних ємкостей і в конструкціях балонів вантажних ємкостей):

фланцеве з'єднання — пари фланців, що сполучаються, з ущільнювальними прокладками, болтами або шпильками з гайками і шайбами, застосовуваними для здійснення монтажу частини трубопроводу і балонів вантажних ємкостей або арматури без зварювання;

контактна (ущільнювальна) поверхня — поверхня фланця, яка контактує із прокладкою, що має, як правило, спеціальні проточки для її розміщення;

фланець із приварювальною шийкою — фланець, що має виступаючу з тіла центральну циліндричну частину (шийку), використовувану для приварки до трубопроводу або іншого комплектуючого виробу вантажних ємкостей кільцевим зварним швом;

поворотний фланець — фланець, що конструктивно складається із двох деталей: внутрішньої частини меншого діаметра із шийкою для приварки до труби і

зовнішнього накидного кільця з отворами для болтів/шпильок, що надівається на внутрішню частину;

ізолююче фланцеве з'єднання — фланцеве з'єднання, що забезпечує відсутність електричного контакту між фланцями, що з'єднуються, за рахунок застосування електроізоляційних прокладок і втулок;

спірално-навита прокладка — прокладка, навита зі сталеві стрічки, що має кутовий профіль, з наповнювачем, може поставлятися із зовнішнім і/або внутрішнім плоскими настановними кільцями.

### **5.2.2 Загальні вимоги.**

**5.2.2.1** Вибір параметрів фланців повинен ґрунтуватися на комбінації робочих тисків і температури вантажної ємкості, які встановлюються на підставі схваленої Регістром проектною документації (наприклад, клас по ASME B16.5/ANSI), з урахуванням властивості вантажу.

**5.2.2.2** Вимоги до фланців, як до комплектуючих виробів, поширюються на фланці, що виготовляються як частина корпусів устаткування і арматури.

**5.2.2.3** Вимоги до фланців призначаються відповідно до рівнів експлуатаційної надійності балонів і трубопроводів вантажних ємкостей газозовів CNG.

**5.2.2.4** Фланці повинні виготовлятися куванням з наступною механічною обробкою.

Ремонт кувань зварюванням не допускається.

Застосування фланців зварної конструкції не допускається.

**5.2.2.5** Фланці підлягають термообробці після чорної механічної обробки.

Допуски на зміну параметрів термообробки повинні становити:  $\pm 15$  °C по температурі витримки і  $\pm 20$  % по тривалості витримки.

Обсяги і глибину чорної механічної обробки кувань і виливків вибирають із урахуванням вимог УТК до якості поверхні.

**5.2.2.6** Вимоги до неруйнівного контролю фланців на всіх стадіях виробництва повинні відповідати вимогам міжнародних і/або національних стандартів, схваленої Регістром технічної документації.

**5.2.2.7** При виготовленні кованих і литих заготовок для фланців на окремому підприємстві воно повинне бути визнане Регістром, а заготовка мати свідоцтво Регістру про відповідність.

**5.2.2.8** Сталь для виробництва фланців повинна бути такою, що зварюється із конструкціями трубопроводів і балонів вантажних ємкостей.

### **5.2.3 Вимоги до фланців.**

**5.2.3.1** Фланці повинні виготовлятися відповідно до вимог міжнародних і/або національних стандартів і схваленої Регістром технічної документації під технічним наглядом Регістра.

**5.2.3.2** Матеріал для виготовлення фланців повинен, як правило, відповідати прийнятій в конструкціях балонів вантажних ємкостей категорії сталі (див. 3.3).

Застосування фланців з більше міцних матеріалів підлягає узгодженню з Регістром.

**5.2.3.3** Вимоги до хімічного складу металу фланців, прокладок і болтів/шпильок/гайок можуть відповідати національним і/або міжнародним стандартам, що забезпечують зразкову еквівалентність вимог порівняно з вимогами схваленої Регістром технічної документації, фланці, що серійно випускаються (у кількості 50 шт. і більше) підлягають типовому схваленню Регістром.

**5.2.3.4** Для трубопроводів і балонів вантажних ємкостей, як правило, використовуються типи фланців, зазначені на рис. 5.2.3.4.

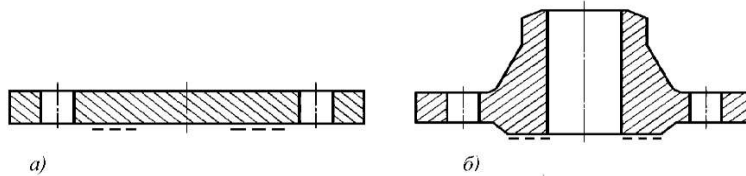


Рис. 5.2.3.4 Основні типи фланців, застосовувані в конструкціях вантажних ємкостей (трубопроводів і балонів): (пунктиром показана контактна поверхня): **а** — глухий; **б** — із шийкою для приварювання.

**5.2.3.5** Фланцеві з'єднання повинні бути перевірені на дію розрахункових тиску і температури у вантажній ємкості з урахуванням можливої дії осьових сил і згинального моменту, що виникають при побудові і експлуатації газозовів CNG.

Для перевірочних розрахунків повинні бути використані кінцево-елементні моделі; за узгодженням з Регістром можуть бути використані інженерні методики на підставі міжнародних, національних і/або галузевих стандартів (стандартів підприємств).

**5.2.3.6** Дно канавки для розміщення прокладки не повинне бути глибше площини кромки фланця, а якщо це не виконується, товщина фланця або висота його центрального виступу повинна бути збільшена, щоб дотримувалася мінімальна товщина тіла фланця.

Поверхні канавки повинні мати шорсткість не більше  $Ra\ 1,6$ , якщо в документації не погоджене інше.

**5.2.3.7** Шийка приварних фланців повинна мати циліндричну форму або технологічний ухил зовнішньої поверхні не більше  $7^\circ$ , необхідний для кування або лиття.

Розміри шийки фланців повинні відповідати зазначеним на рис. 5.3.3.7.

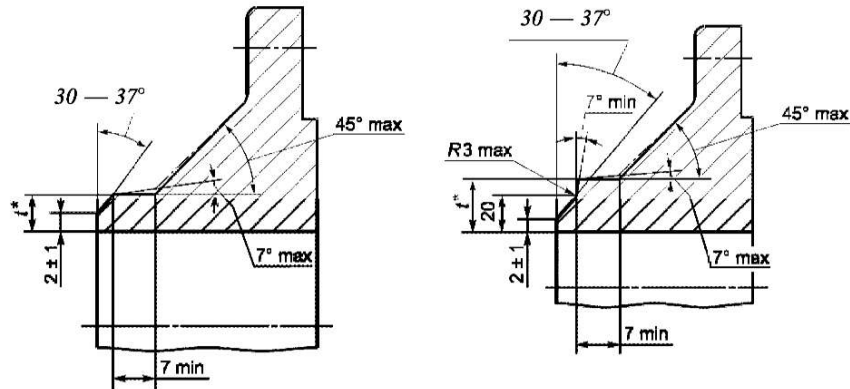
При зварюванні із трубою з вуглецевої або низьколегованої сталі, що має номінальну товщину стінки 5 мм і менше, слід використовувати пряму кромку або оброблення з малим кутом.

**5.2.3.8** При забезпеченні рівномірності матеріалів фланця і труби мінімальна товщина шийки фланця в обробленні повинна бути рівна мінімальній товщині стінки труби, що приварюється.



Для менше міцних матеріалів фланця мінімальна товщина шийки фланця в обробленні повинна бути такою, щоб добуток товщини фланця на його границю плинності (в обробленні) був щонайменше рівний добутку товщини стінки на мінімальну границю плинності труби.

Товщина стінки шийки фланця не повинна перевищувати 1,5 товщини стінки труби.



а) значення  $t^*$  від 5 до 22 мм включно б) значення  $t^*$  більше 22 мм

Рис. 5.2.3.7. Розміри шийки приварних фланців

**5.2.3.9** Кільцеві зварні з'єднання приварки фланців повинні бути рівномірними із трубопроводом.

**5.2.3.10** Фланці, відмінні від зазначених в 5.2.3.4 типів, підлягають особливому розгляду Регістром.

**5.2.3.11** Прокладки повинні бути металевими і виготовлені відповідно до 5.3.3.3 з матеріалів сумісних з матеріалами фланців відносно корозійного руйнування при експлуатації.

Прокладки повинні мати якість обробки і шорсткість контактних поверхонь не гірше, ніж у застосовуваних фланців.

Твердість основного металу прокладок повинна бути як мінімум на 20 HV менше, ніж твердість матеріалу використовуваних фланців, але не вище 180 HV.

**5.2.3.12** Матеріал ізолюючих прокладок і втулок, які служать як для герметизації з'єднання ізолюючих фланців, так і для електричної ізоляції обох частин фланців, повинен мати тимчасовий опір не менше 260 МПа, електричний опір не менше 10 кОм і водопоглинання не більше 0,01 %.

## 6 КОМПЗИТНІ МАТЕРІАЛИ

**6.1** Композитні матеріали для вантажних ємкостей та інших деталей відповідального призначення є предметом спеціального розгляду Регістром.

## 7 ВИМОГИ ДО ЗВАРЮВАННЯ

### 7.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

**7.1.1** Зварювання повинне відповідати вимогам частини IX «Матеріали і зварювання» Правил LG, застосовуваним до газозовів LG, і додатковим вимогам, що утримуються в цьому розділі.

**7.1.2** До початку виконання зварювання вантажних ємкостей повинні бути проведені випробування зразків матеріалів на зварюваність із випробуваннями механічних властивостей.

Для виявлення локальних зон окрихчування металу в біляшовній зоні повинне проводитися металографічне дослідження.

Регістр зберігає за собою право збільшити або зменшити обсяг цих випробувань.

Випробування проводиться під наглядом Регістру або у лабораторії, визначеній Регістром.

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.

**7.1.3** При випробуваннях зразків повинна бути визначена максимальна і мінімальна сила струму, що дає прийнятні властивості матеріалу в зоні зварного шва з урахуванням попереднього нагрівання, робочої (зварювальної) температури і післязварювальної термообробки (якщо потрібно), як для процесу виробництва вантажних ємкостей, так і для їхнього установаження.

**7.1.4** Програма випробувань для балонів вантажних ємкостей повинна відповідати вимогам підрозд. 7.2 стосовно випробувань на зварюваність і 3.2.7 стосовно випробувань гідравлічним тиском, як складова частина випробувань згідно розд. 5 частини IV «Вантажні ємкості».

Необхідна документація може бути погоджена за результатами випробувань на зварюваність.

**7.1.5** Випробування механічних властивостей зразків при мінімальній температурі повинні проводитися як для основного металу зони, підданої нагріванню під час зварювання, так і для металу зварного шва після проведення післязварювальної термообробки.

Зварювальні випробування повинні проводитися відповідно до вимог підрозд. 7.2.

**7.1.6** Усі зварні шви вантажних ємкостей повинні бути піддані термообробці або зняттю напружень по еквівалентній процедурі, погодженій з Регістром.

**7.1.7** 100 % зварних швів балонів і трубопроводів вантажних ємкостей повинні зазнати неруйнівного контролю по схваленій програмі. При цьому проведенні контролю повинна бути зазначена максимальна величина не фіксованого тріщиноподібного дефекту для розрахунків, необхідних згідно з 3.2.3 частини IV «Вантажні ємкості».

## 7.2 ВИПРОБУВАННЯ НА ЗВАРЮВАНІСТЬ

### 7.2.1 Випробування на зварюваність при виготовленні сталевого листового прокату для виробництва зварних труб.

7.2.1.1 Випробування на зварюваність сталевого листового прокату (штрипса) проводять із метою первісного визначення рівня якості основного металу для схвалення розглянутої марки сталі для виробництва зварних труб.

7.2.1.2 Проби штрипса вирізують від  $\frac{1}{4} \pm \frac{1}{8}$  ширини.

Геометрія зварного з'єднання повинна включати одну пряму кромку.

Приклади підготовки кромок і конструктивні елементи зварного з'єднання показано на рис. 7.2.1.2.

При товщині металу 40 мм і більше допускається використання симетричного К-подібного оброблення.

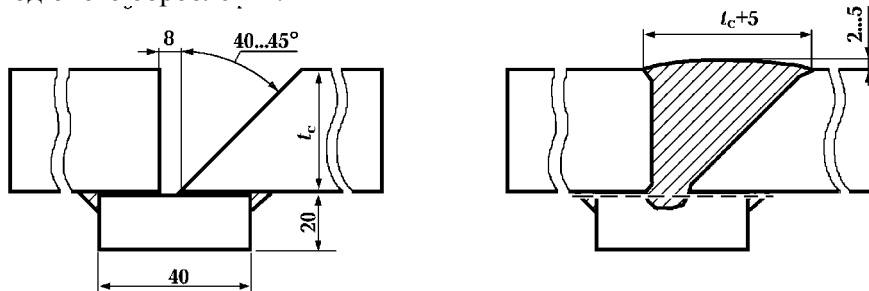


Рис. 7.2.1.2. Зварні з'єднання листового прокату для випробувань на зварюваність

7.2.1.3 Зварювання проб проводиться атестованими зварниками, погонна енергія при зварюванні проб повинна відповідати двом рівням — 0,8 і 3,5 кДж/мм.

Регістр має право зажадати зміни умов зварювання сертифікаційних проб.

7.2.1.4 Обсяг контролю при випробуваннях на зварюваність листового прокату представлено в табл. 7.2.1.4.

7.2.1.5 Визначення стандартних механічних характеристик.

7.2.1.5.1 Випробування на розтягання зварного з'єднання штрипса і лицьовий загин проводять у повній товщині.

Діаметр оправки для випробувань на загин вибирають по табл. 7.2.1.5.1, критерії оцінки — по розд. 3 Додатка 3.

7.2.1.5.2 Для випробувань на ударний вигин зварних з'єднань виготовляють по три зразки від лінії сплавлення, 2, 5 і 20 мм від лінії сплавлення з боку останнього проходу при зварюванні, на глибині 2 мм від поверхні прокату.

На вимогу Регістру можуть бути виконані додаткові випробування на зразках, відібраних від протилежної поверхні.

Температура випробувань на ударний вигин повинна становити  $T_p - 10$  °С для листового прокату товщиною до 20 мм включно і при  $T_p - 20$  °С для листового прокату більшої товщини.

**Таблиця 7.2.1.4. Обсяг контролю при випробуваннях на зварюваність сталевого листового прокату для визнання підприємства (виробника)**

Вид випробувань	Розташування проб і місце вирізки зразків	Мінімальна кількість листів від плавки/партії	Мінімальна кількість зразків від листа	Загальна кількість зразків від плавки	Примітки
<b>1</b> Випробування по визначенню стандартних механічних характеристик:	Від одного кінця	1/1	4 проби для двох зварних стиків	4	Погонна енергія 0,8 і 3,5 кДж/мм
<b>1.1</b> розтягання зварного з'єднання (7.2.1.5.1)	Поперек шва, в повній товщині	1/1	4	4	При кімнатній температурі
<b>1.2</b> загин (7.2.1.5.1)	Поперек шва, середина зразка по прямій кромці	1/1	3	3	Лицьовий з двох сторін і боковий, при кімнатній температурі
<b>1.3</b> ударний вигин (7.2.1.5.2)	Поперек шва (надріз по лінії сплавлення, ЗТВ за 2, 5 і 20 мм від лінії сплавлення)	1/1	12/12	12	Температур випробувань: $T_p - 10$ °C для $t_c \leq 20$ мм і $T_p - 20$ °C для $t_c > 20$ мм
<b>1.4</b> макроструктура, твердість по Віккерсу (3.2.5)	Темплет поперек шва	1/1	1	1	—
<b>2</b> Випробування на CTOD зварного з'єднання (7.2.1.6, 7.2.2.4)	Від одного кінця	1/1	60/60	60	Температур випробувань: $T_p$ і $T_p - 10$ °C, третя по результатах випробувань

Примітка:  $t_c$  — товщина листа прокату

**Таблиця 7.2.1.5.1 Діаметр оправки при випробуваннях на загин зварних з'єднань сталевого листового прокату (штрипса) і труб для визнання підприємства (виробника)**

Мінімальна гарантована границя плинності основного металу, МПа	Діаметр оправки на лицьовий загин ( $T$ - товщина штрипса/труби)	Діаметр оправки на боковий загин, мм (товщина зразка 10 мм)
Не вище 390	$2T$	30
Більше 390 — 620	$4T$	40
690 і більше	$6T$	60

**7.2.1.6** Випробування на тріщино-стійкість (CTOD) зварного з'єднання листового прокату є обов'язковими, якщо інше не погоджене Регістром з урахуванням даних, надаваних виробником.

Випробування проводять при трьох температурах для побудови перехідної кривої. Дві з них повинні становити  $T_p$  і  $T_p - 10$  °С, третя температура вибирається за досягнутими результатами.

Досліджують дві області ЗТВ: поблизу лінії сплавлення («близька» стосовно зварного шва, ЗТВ I) і в границі травлення («далека», ЗТВ II).

Кількість зразків при кожній температурі і для кожної досліджуваної області ЗТВ повинне бути достатнім для одержання трьох коректних результатів. Як правило, при кожній температурі досить випробувати по 6 зразків з надрізом по «близькій» ЗТВ і 4 зразка по «далекій» ЗТВ.

Результати оцінюють відповідно до 7.2.2.4.

## **7.2.2 Випробування на зварюваність і схвалення зварювальних процедур при виготовленні труб.**

**7.2.2.1** Процес виробництва сталевих труб підлягає технічному нагляду Регістром в частині:

випробувань на зварюваність основного металу безшовних труб;

схвалення технологічних процедур зварювання поздовжніх/спіральных зварних з'єднань для зварних труб.

Обсяг контролю схвалення зварювальних процедур і випробування на зварюваність наведений в табл. 7.2.2.1.

**7.2.2.2** Зварювання поздовжніх/спіральных швів зварних труб виконують відповідно до підлягаючої схваленню зварювальної процедури, прийнятої на виробництві.

**7.2.2.3** Випробування по визначенню стандартних механічних характеристик зварного з'єднання.

**7.2.2.3.1** Випробування на розтягання зварного з'єднання труби проводяться для товщини до 32 мм — у повній товщині з виправленням заготовок, для труб більшої товщини допускаються випробування циліндричних зразків з виправленням тільки частин заготовок, які захоплюються випробним пристроєм.

Додатково виготовляють 3 циліндричних зразки на розтягання металу шва (від середини шва уздовж шва).

**7.2.2.3.2** На лицьовий загин випробовують повнотовщинні зразки без виправлення.

Допускається попередня деформація між двома площинами зразків труби на лицьовий загин від внутрішньої сторони труби.

Виправлення зразків на бічний загин не рекомендується, діаметр оправки вибирають по табл. 7.2.1.5.1, критерії оцінки по розд. 3 Додатка 3.

**7.2.2.3.3** Для випробувань на ударний вигин виготовляють по три зразки від середини шва, від лінії сплавлення та за 2 і 5 мм від лінії сплавлення, за 2 мм від поверхні із зовнішньої сторони труби.

При товщині стінки труби більше 26 мм додатково виготовляють такий же набір зразків для кореневої зони шва.

**Таблиця 7.2.2.1. Обсяг контролю схвалення зварювальних процедур і випробування на зварюваність для визнання підприємства (виробника)**

Вид випробувань	Розташування проб і місце вирізки зразків	Мінімальна кількість труб від плавки/партії	Мінімальна кількість зразків від труби	Загальна кількість зразків від плавки/партії труб	Примітки
<b>Випробування поздовжніх/спіральних зварних з'єднань зварних труб</b>					
<b>1</b> Випробування по визначенню стандартних механічних характеристик:	Від одного кінця	—	—	—	Виробнича погонна енергія
<b>1.1</b> розтягання зварного з'єднання (7.2.2.3.1)	Поперек шва, в повній товщині	1/1	2	2	При кімнатній температурі
<b>1.2</b> розтягання металу шва (7.2.2.3.1)	Уздовж шва, циліндричні зразки	1/1	3	3	При кімнатній температурі
<b>1.3</b> загин (7.2.2.3.2)	Поперек шва	1/1	3	3	Лицьовий з двох сторін і боковий при кімнатній температурі
<b>1.4</b> ударний вигин (7.2.2.3.3)	Поперек шва (надріз по середині шва, по лінії сплавлення, ЗТВ за 2, 5 і 20 мм від лінії сплавлення)	1/1	12/12 $t_c \leq 26$ мм, 24/24 для $t_c > 26$ мм	12 (24)	Температур випробувань: $T_p - 10$ °C для труби $t_c \leq 20$ мм і $T_p - 20$ °C для — $t_c > 20$ мм
<b>1.5</b> макроструктура, твердість по Віккерсу (3.2.5)	Темплет поперек шва	1/1	1	1	—
<b>2</b> Випробування на STOD зварного з'єднання (7.2.2.4)	Від одного кінця (надріз по центру шва і по зоні сплавлення)	3/1	9 (по центру шва) і 18 (по зоні сплавлення)	81	Температур випробувань: $T_p$ і $T_p - 10$ °C, третя по результатах випробувань

Примітка:  $t_c$  — товщина стінки труби

**7.2.2.4** Випробування на тріщино-стійкість (STOD) зварного з'єднання.

Досліджують метал шва і область ЗТВ поблизу лінії сплавлення.

Розмітка надрізу на виробничих зварних з'єднаннях проводиться по центру зварного шва і по зоні сплавлення, по лінії, проведеній таким чином, щоб вміст металу шва і основного металу по обидві сторони від лінії відповідав (50+10) %.

При кожній температурі повинно бути отримано 3 результати для металу шва і 6 результатів для лінії сплавлення.

### 7.3 КОНТРОЛЬ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ

#### 7.3.1 Загальні вимоги.

7.3.1.1 Вимоги цього підрозділу поширюються на контроль якості швів зварних труб

#### 7.3.1.2 Методи неруйнівного контролю.

Неруйнівний контроль зварних з'єднань може виконуватися наступними методами:

- .1 зовнішнім оглядом і вимірюванням (VT);
- .2 магнітопорошковим (MT);
- .3 капілярним, включаючи кольоровий, люмінесцентний і люмінесцентно-кольоровий (PT);
- .4 радіографічним, включаючи рентгено-і гаммаграфічний (RT);
- .5 ультразвуковим (UT);
- .6 контролю непроникності і герметичності.

7.3.1.3 Вимоги щодо виконання неруйнівного контролю і оцінювання зварних з'єднань наведені в розд. 3 частини XIV «Зварювання» Правил МС (в дужках указані відповідні пункти в зазначених Правилах):

- вимоги до випробувальних лабораторій та персоналу (див. 3.1.2);
- схема контролю і звітна документація (див. 3.1.3);
- специфікації на проведення неруйнівного контролю (див. 3.1.4);
- вимоги до порядку проведення неруйнівного приймального контролю зварних з'єднань (див. 3.1.5).

#### 7.3.2 Методи контролю і оцінка якості стикових зварних з'єднань труб.

7.3.2.1 Обсяг контролю всіх видів зварних з'єднань труб установлюється в розмірі:

зовнішнім оглядом і вимірюванням (VT) — 100 %;

AUT контроль — 100 % (за узгодженням з Регістром як альтернатива допускається використання RT контролю в обсязі 100 %).

Примітка: Автоматизований ультразвуковий (AUT) контроль — автоматизований спосіб ультразвукового контролю, що дозволяє визначати довжину, глибину і висоту дефекту і використовуваний для неруйнівного контролю зварних швів.

7.3.2.2 Контроль зовнішнім оглядом і вимірюванням (VT) повинний виконуватися відповідно до діючої нормативної документації.

Контрольована зона зварного з'єднання повинна включати зовнішню поверхню зварного шва, а, також ділянки основного металу, що примикають до нього,

які перебувають, як мінімум, в 20 мм від лінії сплавлення в обидва боки від шва, але не менше товщини стінки труби, що зварюється.

Критерії оцінки якості зварних з'єднань при VT контролі представлено в табл. 7.3.2.2.

Будь-які не зазначені види дефектів допускаються за узгодженням з Регістром.

**Таблиця 7.3.2.2. Критерії оцінки якості зварних з'єднань при VT контролі**

Характеристика 1	Критерій 2	
Зовнішній профіль	Зварні шви повинні мати рівну поверхню і плавний перехід до основного металу, перекриття кромки оброблення повинне бути не більше 3 мм (6 мм — для автоматичного зварювання під флюсом).	
Посилення	Зовнішнє посилення: до $0,2 t_c$ , але не більше 4 мм. Внутрішнє посилення: до $0,2 t_c$ , але не більше 3 мм.	
Увігнутість	Увігнутість зовні не допускається. Увігнутість усередині повинна мати плавний перехід до основного металу, товщина зварного шва ніде не повинна бути менше $t_c$ .	
Зміщення кромки	Поздовжній/спіральний шов: до $0,1 t_c$ , але не більше 2 мм. Кільцевий стик: до $0,15 t_c$ , але не більше 3 мм.	
Тріщини	Не допускаються.	
Підрізи	Окремі	
	Глибина $d$ :	Допустима довжина:
	$d > 1,0$ мм	не допускається
	$1,0$ мм $\geq d > 0,5$ мм	50 мм
	$0,5$ мм $\geq d > 0,2$ мм	100 мм
	$d \leq 0,2$ мм	не обмежується
	Сумарна довжина підрізів розмірами $1,0$ мм $\geq d > 0,2$ мм на будь-якій ділянці зварного шва довжиною 300 мм: < $0,4 t_c$ , але не більше 100 мм.	
Пористість поверхні	Не допускається.	
Зони запалювання дуги	Не допускаються.	
Западання	Глибина < 1,5 мм, довжина до $\frac{1}{4} D_a$ ( $D_a$ — діаметр труби)	

**7.3.2.3 Критерії якості при RT контролі повинні відповідати табл. 7.3.2.3-1.**

Норми дефектів, що допускаються, при ручному UT контролі контактним ехо-методом з використанням дефектоскопів загального призначення повинні відповідати табл. 7.3.2.3-2.



Таблиця 7.3.2.3-1. Критерії оцінки якості зварних з'єднань при РТ контролю

№ з/п	Характеристика	Критерій	
		Окремі дефекти	Сумарна довжина на будь-якій ділянці зварного шва довжиною 300 мм
1	2	3	4
1	Пористість		
1.1	Окремі пори	Діаметр до $t_c/4$ , але не більше 3 мм.	Максимум 3% площі, яка перевіряється.
1.2	Скупчення	Пори до 2 мм, діаметр скупчення максимум 12 мм, в скупченні площа пор до 10%	Одно скупчення
1.3	Ланцюжки пор	Діаметр до 2 мм, довжина ланцюжка до $t_c$	Два ланцюжки
2	Шлакові включення		
2.1	Окремі	Діаметр до 3 мм	12 мм, максимум 4 шт., з проміжками не менше 50 мм
2.2	Одиночні або паралельні ланцюжки	Ширина до 1,5 мм	$2t_c$ , але не більше 50 мм.
3	Включення		
3.1	Вольфрам	Діаметр до 3 мм	12 мм, максимум 4 шт., з проміжками не менше 50 мм
3.2	Мідь, дріт	Якщо виявляється, не допускається	—
4	Непровар, несплавлення	Довжина до $t_c$ , але не більше 25 мм.	До $t_c$ , але не більше 25 мм.
5	Тріщини	Не допускаються.	—
6	Увігнутість шва усередині труби	Див. табл. 7.3.2.2	—
7	Підріз усередині труби	Глибина до $t_c/10$ , але не більше 1 мм.	До $t_c$ , але не більше 25 мм.
8	Надлишкове проплавлення	До $t_c/5$ , але не більше 3 мм на довжині до $t_c$ , але не більше 25 мм	До $2t_c$ , але не більше 50 мм.

Примітки: 1. Група дефектів, розділених ділянками шириною менше розміру найменшого з дефектів групи, повинна розглядатися як один дефект.

2. Окремими вважаються дефекти, які розділені більше ніж 5-кратним розміром найбільшої несучільності.

3. Загальна кількість несучільностей на будь-якій ділянці зварного шва довжиною 300 мм (сумарний розмір) — до  $3t_c$ , але не більше 100 мм, крім пористості; на загальній довжині зварного шва — до 12 %.

Закінчення табл. 7.3.2.3-1.

4. Не допускаються скупчення несучільностей у поперечному перерізі зварного шва, які можуть привести до свищів або зменшують ефективну товщину зварного шва більше, ніж на  $t_c/3$ .

5. На перетині швів ніякі дефекти не допускаються.

**Таблиця 7.3.2.3-2. Критерії оцінки якості зварних з'єднань при УТ контролі**

Максимальна допустима амплітуда ехо-сигналу від дефекту	Максимальна умовна протяжність допустимих несучільностей $L$ , мм
1	2
Опорний рівень <sup>1</sup> плюс 4 дБ	$L < t_c/2$ , але не більше 10 мм
Опорний рівень мінус 2 дБ	$L > t_c/2$ , але не більше $t_c$ або 25 мм
Опорний рівень мінус 6 дБ	$L > t_c$ , але не більше 25 мм
Опорний рівень мінус 6 дБ	У приповерхневих зонах, крім центральної частини зварного з'єднання товщиною $t_c/3^2$ , сумарна довжина дефектів на будь-якій ділянці зварного шва довжиною 300 мм до значення $t_c$ , але не більше 50 мм. У центральній частині зварного з'єднання товщиною $t_c/3$ сумарна довжина дефектів на будь-якій ділянці зварного шва довжиною 300 мм до $2 t_c$ , але не більше 50 мм

Поперечні дефекти будь-якої протяжності (дефекти типу «Т») не допускаються<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Опорний (еталонний) рівень чутливості визначається по бічному свердлінню Ø3 мм в еталонному зразку. Допускаються інші способи завдання опорного рівня, що забезпечують ту ж чутливість контролю.

Вимоги до зразків для налаштування чутливості повинні бути застережені в процедурі контролю.

<sup>2</sup> При товщині основного металу менше 12 мм центральна по товщині частина зварного з'єднання не розглядається.

<sup>3</sup> Дефект вважається поперечним, якщо амплітуда ехо-сигналу від нього при озвучуванні в напрямку поздовжньої осі шва не менше ніж на 6 дБ більша, ніж при озвучуванні під кутом  $90 \pm 15^\circ$  до поздовжньої осі шва.

**Примітки:** 1. Якщо контроль може бути виконаний тільки з однієї сторони зварного шва, максимальні допустимі амплітуди сигналів від дефекту (лівий стовпець у таблиці) повинні бути зменшені на 6 дБ (у два рази).

2. Ділянки зварних швів, розшифрування дефектів у яких викликає сумнів, повинні бути піддані радіографічному контролю і оцінені за критеріями для радіографічного контролю.

3. Сумарна довжина несучільностей з амплітудою відбитого сигналу, рівною еталонному рівню — 6 дБ і вище, на будь-якій ділянці зварного шва довжиною 300 мм не повинна перевищувати  $3t_c$ , але не більше 100 мм, а на всій довжині зварного шва — 12 %.

4. На перетині швів ніякі дефекти не допускаються.

## 7.4 ЗВАРЮВАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ І МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ

**7.4.1** Зварювальні матеріали, застосовувані для зварювання конструкцій, що підлягають технічному нагляду Регістру, повинні бути схвалені Регістром.

Загальні положення по допуску зварювальних матеріалів установлюються згідно з розд. 4 частини XIV «Зварювання» Правил МС, а також вимогами 4.2 частини XIII «Зварювання» Правил ПБУ/МСП і вимогами цього розділу.

Порядок застосування і схвалення зварювальних матеріалів повинен відповідати 2.5 частини XIII «Зварювання» Правил ПБУ/МСП із урахуванням вимог цього розділу.

**7.4.2** Для зварювання трубопроводної сталі слід застосовувати матеріали тільки з низьким вмістом водню категорій Н5 або Н10.

При зварюванні сталі підвищеної і високої міцності особлива увага повинна приділятися запобіганню утворення холодних тріщин у зоні термічного впливу і металі шва. Крім того, необхідно дотримувати вимог до співвідношення між границями плинності і тимчасовим опором металу шва і основного металу.

**7.4.3** Вимоги до характеристик зварних з'єднань приводяться в табл. 7.4.3.

Випробування на ударний вигин проводяться при температурі, рівній  $T_p - 10$  °С для труб товщиною до 20 мм включно і при  $T_p - 20$  °С для труб більшої товщини. Зразки вирізують від поверхні з боку останнього проходу при зварюванні, якщо не обмовлене інше. Випробування на СТОД проводяться при температурі  $T_p$ .

Таблиця 7.4.3. Вимоги до фізико-механічних властивостей зварних з'єднань

Властивості	Зварювана сталь									
	ПУТW	ПУТ32W	ПУТ36W	ПУТ40W	ПУТ420W	ПУТ460W	ПУТ500W	ПУТ550W	ПУТ620W	ПУТ690W
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Границя плинності металу шва, МПа (мін)	235	315	355	390	420	460	500	550	620	690
Тимчасовий опір металу шва і поперек зварного з'єднання, МПа (мін)	400	460	490	510	530	570	610	670	720	770
Твердість зварного з'єднання по Віккерсу (макс)	300	300	300	300	320	350	370	370	400	400
Кут загину, (мін)	120°									
Робота удару $KV$ , Дж, в поперечному напрямку, при $T_p - 10$ °С для труб з $t_c \leq 20$ мм і при $T_p - 20$ °С для труб з $t_c > 20$ мм, не менше										
Для всіх $D_a$	29	31	36	39	42	46	50	55	62	69

## Закінчення табл. 7.4.3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
СТОД зварного з'єднання і ЗТВ, мм, при $T_p$ , не менше										
$t_c \leq 20$ мм	—	—	—	—	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15
$20 < t_c \leq 30$ мм	—	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15	0,20	0,20
$30 < t_c \leq 40$ мм	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15	0,15	0,20	0,20	0,20	0,20

Примітки: 1. Приводяться необхідні середні значення роботи удару по трьох зразках при температурі, визначеній в 3.2.3.6. На одному зразку допускається зниження роботи удару до 70 % від необхідної.

2. Для розмірів  $D_a$  і  $t_c$  поза зазначеними межами вимоги встановлюються за узгодженням з Регістром ( $t_c$  — товщина стінки труби,  $D_a$  — зовнішній діаметр труби).

**7.4.4** Методи випробувань зварних з'єднань аналогічні випробуванням, які описані для основного металу в розд. 3.

Визначення здатності до сприйняття пластичних деформацій при випробуваннях на загин проводяться згідно із процедурою, прийнятою для основного металу.

Діаметр оправки при випробуваннях слід ухвалювати залежно від категорії міцності матеріалу — див. табл. 7.2.1.5.1.

### 7.5 ВИЗНАЧЕННЯ ТРІЩИНО-СТІЙКОСТІ (СТОД)

**7.5.1** Загальний порядок виправлення заготовок, випробувань і розмір зразків зі зварних з'єднань подібні застосовуваним для випробувань основного металу.

Товщина зразків повинна становити не менше 85 %  $t_c$ .

**7.5.2** Для визначення параметрів тріщино-стійкості використовуються зразки з надрізом і попередньо вирошеною з нього утомною тріщиною.

Вирізування зразків і нанесення надрізу по металу шва і ЗТВ проводиться на матеріалі після остаточної термообробки.

Зразки із труб необхідно вирізати після експандування і наступного нагрівання, відповідного до термічного впливу при нанесенні захисне покриття, якщо не доведено, що цей термічний вплив не міняє властивості матеріалу.

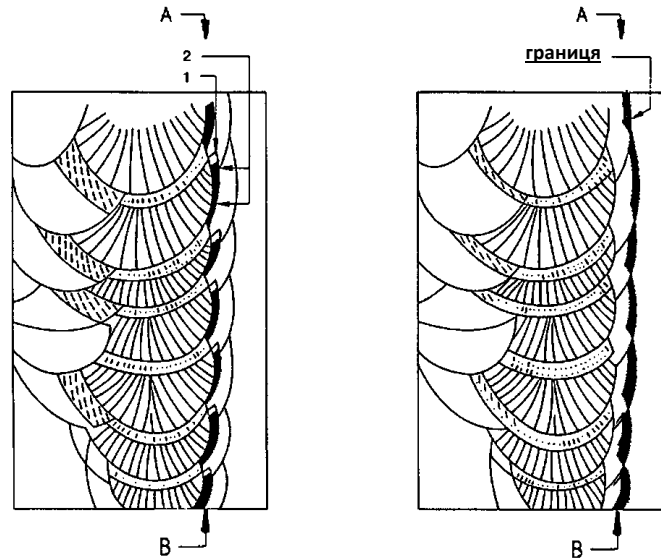
Розташування надрізу в зразках — по товщині, напрямком поширення тріщини — уздовж зварного шва.

Надріз розташовують відповідно до програми випробувань, затвердженої Регістром.

При випробуванні основного металу прокату (штрипса) на зварюваність — по ЗТВ I і ЗТВ II (див. 7.2.1.6).

Схема районів ЗТВ багатопрхідного зварного шва штрипса, для яких необхідне визначення параметрів тріщино-стійкості, показано на рис. 7.5.2-1.

При випробуваннях на зварюваність основного металу труб на модельованих стикових кільцевих швах надріз розташовують по ЗТВ I.



а) повторно нагріті міжкритично 1) і субкритично (2) райони ЗТВ із крупним зерном  
 б) границя між районами ЗТВ, нагрітими міжкритично і субкритично  
 Примітка: АВ - лінія надрізу

Рис. 7.5.2-1. Райони ЗТВ багатопрохідного зварного шва штрипса. Виділені досліджувані зони.

При випробуваннях зварних з'єднань труб (зварюваність основного металу зварних труб на поздовжніх або спіральних швах, атестація зварювальних процедур зварювання) надріз розташовують посередині зварного шва і по зоні сплавлення, по лінії, проведеній таким чином, щоб вміст металу шва і основного металу по обидві сторони від лінії становив  $50\% \pm 10\%$  (рис. 7.5.2-2). В останньому випадку досліджуваною зоною також є ЗТВ I біля лінії сплавлення.

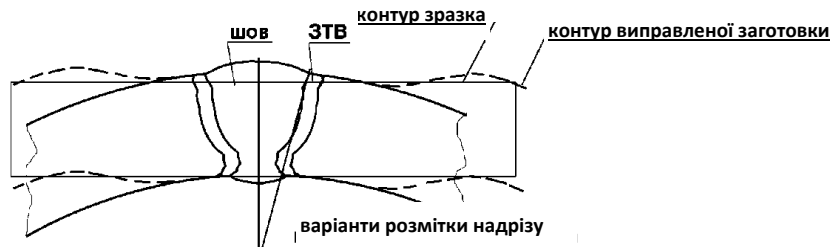


Рис. 7.5.2-2. Розмітка зразків із труби

**7.5.3** Одночасно з виготовленням зварних зразків від кінця кожного досліджуваного відрізка шва (рекомендується від обох кінців) слід вирізати поперечні макрошліфи.

Метою їх металографічного дослідження є контроль якості зварювання, визначення можливості виконання розмітки відповідно до 7.5.2 і, при необхідності, визначення твердості відповідно до 7.5.6.

**7.5.4** При розмітці положення надрізу у зварному зразку торцеві поверхні зразків (перпендикулярні напрямку зварювання) протравлюють, і лінію надрізу розмічають таким чином, щоб забезпечити найкраще влучення в досліджувану зону.

Рекомендується дотримувати кут між лінією надрізу і бічними поверхнями зразка в діапазоні  $(90 \pm 5)^\circ$ , відхилення від даного діапазону повинне бути зазначене в протоколі.

**7.5.5** Тому що зварні зразки випробовуються в стані після зварювання і мають високий рівень залишкових зварювальних напружень, вимоги по допустимих відхиленні від прямолінійності фронту утомної тріщини можуть забезпечуватися за рахунок застосування перед її вирощуванням процедури бічного обтиснення зразка на ділянці нетто-перетину висотою від 88 до 95 %, включаючи вершину надрізу, із сумарною пластичною деформацією не більше 1 %.

При обтисненні допустимий кількарразовий додаток навантаження.

Вимірювання глибини обтиснення для визначення пластичної деформації повинне проводитися з точністю не менше  $\pm 0,0025$  мм.

**7.5.6** Перевірка ефективності обробки проводиться за результатами вимірів фронту утомної тріщини в зламі.

У тих випадках, коли випробовується матеріал зон високої структурної неоднорідності, для яких безпосереднє визначення  $\sigma_{ys}$  неможливо, передбачається непряма методика визначення границі плинності.

За результатами вимірів твердості по Віккерсу, HV, у ЗТВ і основному металі визначається величина границі плинності  $\sigma_{yts}$  при кімнатній температурі, зокрема для ЗТВ пропонується співвідношення:

$$\sigma_{yts} = 3,28HV-221, \quad (7.5.6)$$

але не менше границі плинності основного металу і металу шва.

**7.5.7** Для листового прокату (штрипса), виробленого за технологією термомеханічної обробки, і труб з нього характерна поява при випробуваннях зразків розшарувань, паралельних поверхні прокату, що приводить до зривів (швидкому частковому падінню навантаження з наступним його ростом, "pop-in") на діаграмі деформування.

При виборі критичної точки для визначення параметрів тріщино-стійкості дозволяється ігнорувати зриви, якщо зміна тангенса кута нахилу діаграми деформування при зриві («значимість» зриву) становить не більше 5 %.

**7.5.8** Нормованим є деформаційний параметр тріщино-стійкості CTOD.

Рекомендується визначати обидва ці параметри при випробуваннях зразків.

При використанні зразків на триточковий вигин для цього потрібно додатково вимірювати переміщення по лінії навантажування.

**7.5.8.1** Для виконання розрахункових оцінок потрібні наступні дані про матеріали і зварні з'єднання:

**.1** границя плинності і тимчасовий опір основного металу і металу шва для температур, що відповідають усім розрахунковим випадкам, якщо ці температури відрізняються від кімнатної більше, ніж на 20 °С;

**.2** дані про тріщино-стійкість основного металу зварних з'єднань (метал шва, лінія сплавлення) при декількох температурах, що включають (або, що охоплюють) діапазон температур, відповідних до розрахункових випадків. Ці дані повинні бути отримані експериментально на представницькій кількості зразків по міжнародних визнаних стандартах на повіреному устаткуванні. Випробування слід проводити під технічним наглядом Регістру або у визнаній Регістром лабораторії.

**7.5.8.2** Обсяг випробувань зазначений у табл. 7.2.2.1, програма випробувань повинна бути погоджена з Регістром.

При цьому слід урахувати наступне:

**.1** якщо частина температурного діапазону, відповідного до розрахункових випадків, лежить в області повністю в'язкого стану матеріалу зразків (при випробуваннях усіх зразків досягається максимум навантаження без зривів діаграми), і ці температури не перевищують 100°С, слід обмежити зверху діапазон температур випробувань температурою, при якій досягається зазначений стан матеріалу;

**7.5.9** Після виконання випробувань слід проводити металографічний аналіз (крім зразків з надрізом по центру зварного шва) для перевірки правильності виготовлення надрізу.

Також визначають наявність досліджуваної мікроструктури (ЗТВ I або ЗТВ II) у межах центральних 75 % товщини зразка. Для цього проводиться розрізання зруйнованого зразка на шліфи відповідно до рис. 7.5.9, що включає наступні операції:

вирізка зламів з обох половин зразка — з боку металу шва і з боку основного металу;

розріз зламів поперек площини зламу уздовж лінії утомної тріщини, нижня частина зламу повинна містити утомну тріщину на  $\frac{2}{3}$  товщини;

виготовлення шліфів і виявлення ЗТВ, фотографування.

За результатами металографії слід установити положення і довжину необхідної мікроструктури усередині залікової зони — центральних 75 % товщини зразка.

Мінімальна частка досліджуваної мікроструктури, необхідна для визнання випробування коректним, ухвалюється рівною 15 %, якщо інше не зазначене Регістром.

На рис. 7.5.9 представлена схема визначення частки досліджуваної структури по фронту тріщини, %, на прикладі аналізу присутності грубозернистої структури поблизу границі сплавлення.

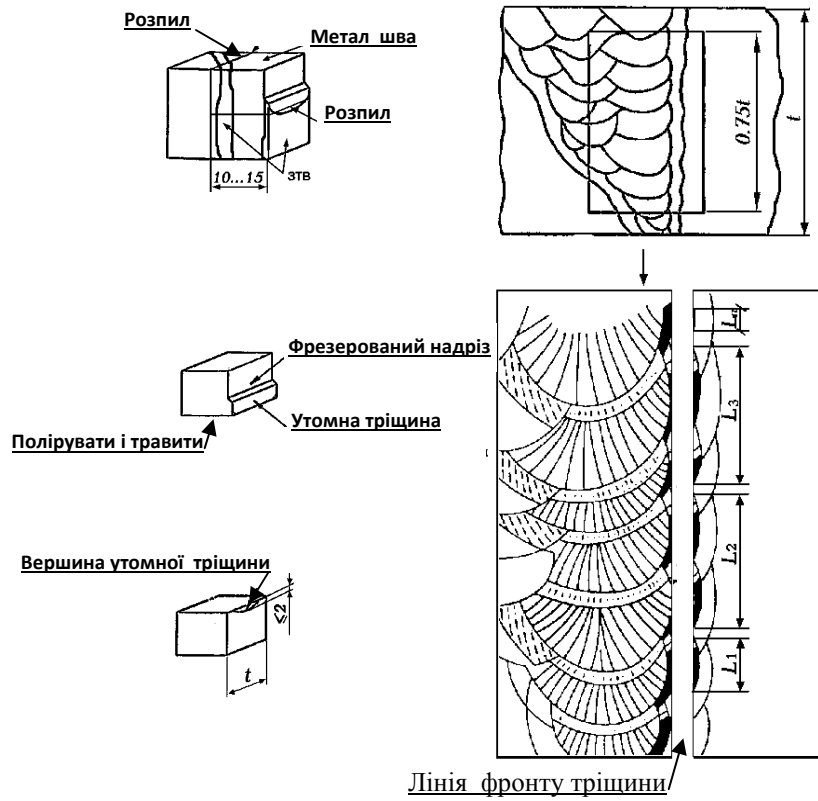


Рис. 7.5.9 Порядок металографічного дослідження після випробування



## ДОДАТКИ

---

### *ДОДАТОК 1*

#### **СПЕЦИФІКАЦІЯ ВАНТАЖУ**

1. Призначений для навантаження на газозов CNG природний газ повинен надходити на судно належним чином підготовлений.
2. Точка роси водяної пари, що утримується в природному газі, повинна бути такою, щоб її конденсація під час будь-яких операцій з вантажем не могла привести до утворення гідратів або корозії від наявності вільної води в системі.
3. Хімічна обробка природного газу (видалення H<sub>2</sub>S та інших домішок) повинна проводитися на березі для досягнення безпечних (з погляду корозії) концентрацій домішок з урахуванням захисту від корозії суднових вантажних ємкостей і трубопроводів.
4. На борті судна повинна знаходитися інформація про безпечне перевезення природного газу з повним описом його фізичних і хімічних властивостей, а також заходами, які повинні виконуватися у випадку аварії.

### *ДОДАТОК 2*

#### **ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО БЕЗПЕКИ**

1. Рівні безпеки відносно життя людей, збереження вантажу, судна і навколишнього середовища для газозова CNG повинні бути не нижче, ніж для відповідного газозова LG.
2. Для оцінки безпеки необхідно використовувати концепцію кількісної оцінки ризику згідно з 1.1.11 Кодексу МКГ (IGC Code), з урахуванням Рекомендації МАКТ №146 або стандартів ISO 31000:2009 і ISO 31010:2010, а також:  
застосовні вимоги частини XV «Оцінка безпеки ПБУ/МСП» Правил класифікації, побудови і обладнання плавучих бурових установок і морських стаціонарних платформ.

## МЕТОДИКИ СПЕЦІАЛЬНИХ ВИПРОБУВАНЬ СТАЛЕВИХ ТРУБ І ПРОКАТУ

### 1 ВИЗНАЧЕННЯ КРИТИЧНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ КРИХКОСТІ ПО МЕТОДУ DWTT

**1.1** Методика застосовна для випробування зразків з основного металу сталевих труб діаметром 500 мм і більше, товщиною стінки більше 7,5 мм і листового прокату, штрипса (далі — листа) такої ж товщини для їхнього виробництва.

Випробування полягає в навантажуванні з вигином до руйнування зразка з концентратором одним ударом бойка вільно падаючого вантажу або маятника копра.

Випробовують серію, звичайно з 10 зразків, при кімнатній і зниженій температурі (два зразки на температуру) з метою визначення відсотка в'язкої складової у зламах і побудови залежності «відсоток волокна — температура».

У результаті визначаються:

температура, при якій зразки задовольняють критерію заданої частки волокнистої складової у зламі;

середня і мінімальна частка волокнистої складової в зламі при температурі експлуатації для випробовуваної категорії сталі.

Пробу (заготовку) для виготовлення зразків від труби слід вирізати поперек поздовжньої осі труби відповідно до рис. 1.1.

Пробу (заготовку) для виготовлення зразків від листа слід вирізати поперек осі прокату в першій чверті ширини листа.

При вирізанні проби (заготовки) вогневим способом припуск на механічну обробку від лінії різу до краю зразка повинен бути не менше 15 мм.

Виправлення проб від труб виконують статичним навантаженням.

Стріла прогину після виправлення повинна виключати поворот зразка в площині дії навантаження при випробуванні.

Допускається застосовувати зразки з невикривленою середньою частиною на довжині до двох товщин, при цьому обидва кінці проби рекомендується виправляти одночасно.

Загальні вказівки по допустимості виправлення зразків аналогічні представленим у розд. 2 цього додатка для зразків на CTOD.

При наявності розбіжності в результатах, отриманих при випробуваннях виправлених і невикривлених зразків, і при арбітражних випробуваннях невикривлених зразків є кращими.

**1.2** Випробування зазнають призматичні зразки з надрізом на поверхні, що розтягується, від якого при ударному навантаженні поширюється тріщина (див. рис. 1.2-1).

Фрезерований надріз заборонений.

Допускаються пресований надріз (див. рис. 1.2-1, вид А) і шевронний пропи́л (див. рис. 1.2-1, вид Б).

Крім відсотка волокнистої складової доцільно реєструвати енергію, затрачану на руйнування зразка.

Принципова схема рекомендованого пристосування для нанесення концентратора методом вдавнення і розміри робочої частини ножа наведені на рис. 1.2-2.

Шевронний пропил виконується дисковою фрезою або пилкою, радіус при його вершині не обумовлюється.

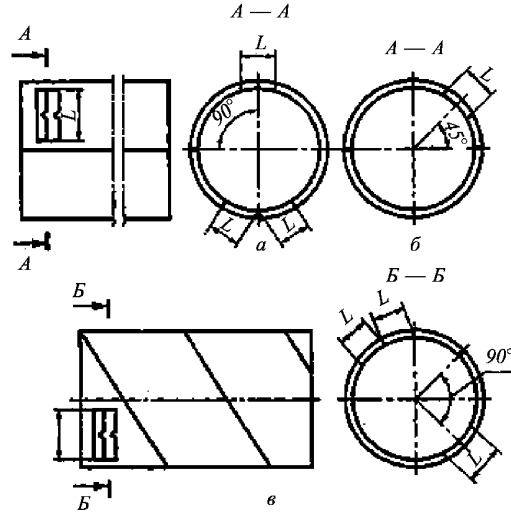


Рис. 1.1. Схема вирізки зразків:

*а* — прямошовная труба з одним швом; *б* — прямошовная труба із двома швами;  
*в* — спіральшовна труба; *L* — довжина зразка

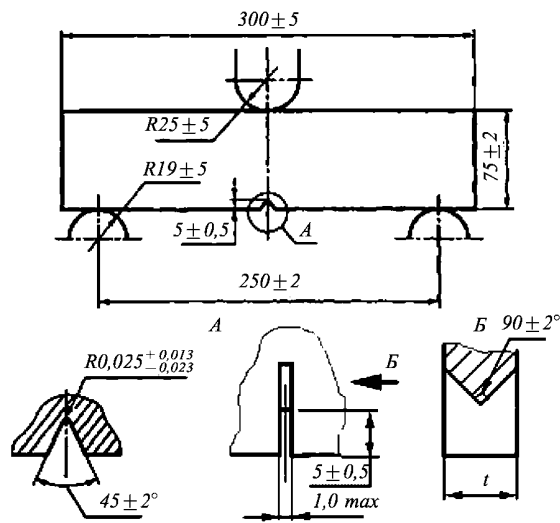


Рис. 1.2-1. Зразок і оснащення для випробувань (*t* — товщина)

Необхідну потужність копра можна оцінити по формулах:

$$KDWT_{p}=5,93 t^{1,5} KV^{0,544} \quad (1.2-1)$$

$$KDWT_{ch}=3,95 t^{1,5} KV^{0,544} \quad (1.2-2)$$

де:

$KDWT$ — енергія удару DWTT із шевроном ( $ch$ ) і із пресованим надрізом ( $p$ );

$t$  — товщина зразка, мм;

$KV$  — робота удару, Дж.

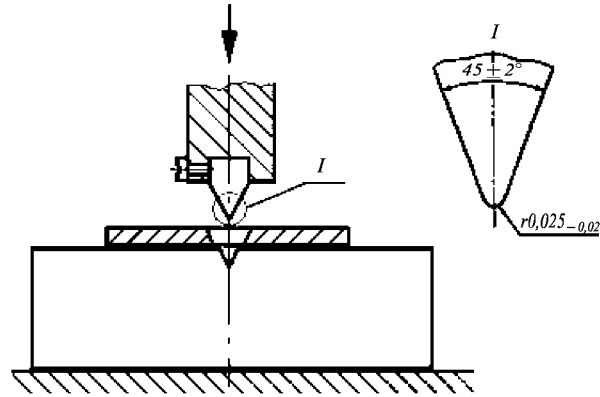


Рис. 1.2-2. Схема пристосування для пресування надрізів

Зразок установлюють на опорах таким чином, щоб удар бойка був нанесений з боку, протилежного концентратору.

Установка зразка повинна забезпечувати розташування концентратора симетрично щодо опор, і його вісь повинна збігатися з осьовою лінією бойка з точністю  $\pm 2$  мм.

Зразок повинен розташовуватися на опорах копра і підтримуватися спеціальними упорами таким чином, щоб виключити його бічне обертання під час удару при випробуванні.

Швидкість бойка в момент удару зразка повинна становити не менше 5 м/с і, бажано, не більше 6 м/с.

Охолодження зразків проводиться в рідині (спирті) з температурою, рівною температурі випробування, з похибкою  $\pm 2$  °С.

Зразки товщиною 19 мм і менше після досягнення заданої температури витримують у ванні не менше 15 хв.

Зразки товщиною більше 19 мм витримують із розрахунку 1 хв. на 1 мм товщини.

Допускається попереднє охолодження в криокамері.

Зразки повинні бути витягнуті з ванни термостата і зазнати руйнування протягом не більше 10 с.

Якщо зразки випробовують постійно більше ніж через 10 с після добування з ванни, то необхідно переохолоджувати їх на величину температури, установ-

лювану експериментально, і проводити вимір температури до моменту удару за допомогою термопари, що вставляється в отвір у зразку глибиною не менше ніж 15 мм.

**1.3** При підрахунку кількості в'язкої складової у зламі зразків товщиною до 19 мм включно з розгляду виключаються ділянки зламу  $t$  (товщина зразка), що примикають до концентратора і місця удару бойка.

Для зразків товщиною більше 19 мм виключаються з розгляду ділянки довжиною 19 мм із кожної сторони.

Після випробування визначається відповідність виду зламу в межах залікової площі по одному або декількох типах руйнування, представлених на рис. 1.3.

При комбінації типів руйнування сумарна площа кристалічної складової оцінюється за принципом, прийнятим для типу руйнування **III**.

*Залікова площа  $P_0$*  — площа зламу, у якій після випробування визначається наявність кристалічної і волокнистої складових.

Розміри залікової площі встановлюються до випробування.

Передбачена наступна послідовність визначення площ крихкої і волокнистої складових:

ручним мір'яльним інструментом вимірюється площа кристалічної складової  $P_{cl}$  і обчислюється частка волокнистої складової  $B$ ;

обчислюється та ж частка волокнистої складової  $B$  по цифровій фотографії зламу зразка із застосуванням комп'ютера;

порівнюються значення, отримані двома способами.

У випадку відмінності більше ніж на 5 % коректується порядок вимірів і обчислень.

Кращим вважається значення, заміряне по фотографії.

Кількість волокнистої складової в зламі  $B$ , %, визначається по формулі

$$B = (P_0 - P_{cl}) / P_0 \cdot 100\%, \quad (1.3)$$

де:

$P_0$  — залікова площа зламу, мм<sup>2</sup>;

$P_{cl}$  — площа кристалічної(их) ділянки(ок) на зламі, мм<sup>2</sup>.

Волокниста складова у зламі (fibrous, ductile) має тьмяний сірий вид з характерними «волокнами», звичайно з наявністю утяжки і пластичної деформації перерізу, а також включає ділянки зрізу в бічних поверхнях зразка, розташовані під кутом до площини надрізу в зразку.

*Кристалічна складова в зламі (cleavage, crystalline)* — частина площі зламу з відсутністю утяжок і видимих слідів пластичної деформації. Звичайно має металевий блиск, для високоміцних сталей може виділятися тільки більше світлим тоном.

Плями кристалічної складової можуть перебувати як у площині надрізу, так і під значним кутом до неї.

*Руйнування у вигляді «стрілок» (arrows)* — ділянки зламу трикутної форми із смужками, що чередуються, більше дрібною структури.

Дані ділянки можна вважати приналежними до волокнистої складової, якщо вони розташовані на губах зрізу. А якщо ні, то площу зламу, відповідну до даного типу руйнування, відносять до волокнистої і кристалічної складових у відношенні 1:1, якщо не проводилися спеціальні фрактографічні дослідження.

*Руйнування, що чергується (alternating)* — вертикальна кристалічна смуга в зламі з тонкими перемичками волокнистої складової.

*Розщеплення (separations)* — вузькі щілини, виступи і поглиблення, «язички» у зламі, паралельні чорновій поверхні металу на одній або обох парних поверхнях руйнування. Утворюються в процесі випробування.

На поверхнях розщеплень можуть перебувати ділянки кристалічної складової, які не враховуються при оцінці зламу.

Порядок віднесення ділянок зламу до кристалічного типу (крихке руйнування) і розрахунків площі кристалічної складової  $P_{cl}$  відповідно до рис. 1.3 залежно від типу руйнування наступний:

*I* — волокниста складова, поверхня матова,  $P_{cl} = 0$ ,  $B = 100$  %.

*II* — кристалічна складова,  $P_{cl} = P_0$ ,  $B = 0$  %. При наявності губ зрізу, останні не враховуються, якщо їхня ширина не перевищує 0,5 мм на сторону.

*III* — окремі плями кристалічної складової,  $P_{cl} = \sum P_i$ .

*IV* — області у вигляді стрілок ураховуються як кристалічна складова з понижувальним коефіцієнтом, якщо вони не розташовані на губах зрізу,  $P_{cl} = 0,5 \sum P_i$ .

*V* — руйнування, що чергується,  $P_{cl} = P_0 \{ [(t_1+t_3)/2] + t_2 \} / (2t)$

де:  $t$  — товщина недеформованого зразка до випробування. Волокнисті перемички не враховуються, якщо кристалічні плями розташовані по всій висоті зламу, а якщо ні, то руйнування відносять до типу *III*.

*VI* — кристалічний язик,  $P_{cl} = [(t_1+t_2+t_3)/3]b$ ,

де:  $b$  — довжина язика.

*VII* — Розщеплення перпендикулярні площини зламу не враховуються як кристалічна складова,  $P_{cl} = 0$ ,  $B = 100$  % (слід аналізувати обидві половини зразка).

Найбільша висота розщеплення виміряється в площині зламу і вказується в протоколі.

*VIII* — Площа кристалічних плям, що перебувають під кутом до площини надрізу, ураховується в проекції на площину надрізу. При значному відхиленні від площини надрізу слід аналізувати обидві половини зразка, щоб розрізнити типи руйнування *VII* і *VIII*.

Якщо в процесі випробування виявиться недотримання температурного режиму, неправильність центрування зразка, неспіввісність додатка навантаження стосовно осі концентратора та інші порушення роботи копра, а також якщо зразок має дефекти або неякісно підготовлений, незалежно від того, виявлене це до

або після руйнування зразка, результати випробувань вважаються недійсними і проводяться повторні випробування на такій же кількості зразків.

Результати випробувань записуються до протоколу, у якому повинні бути наведені наступні відомості:

- максимальний запас енергії удару при випробуванні;
- висота підймання вантажу;
- швидкість вантажу при ударі.

Результати випробування представляються у формі наступної таблиці:

Таблиця 1.3.

№ з/п	$T, ^\circ\text{C}$	Товщина, мм	Нетто-висота, мм	Залікова площа, $\text{мм}^2$	Площа кристалу, $\text{мм}^2$	Волокно, %	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8

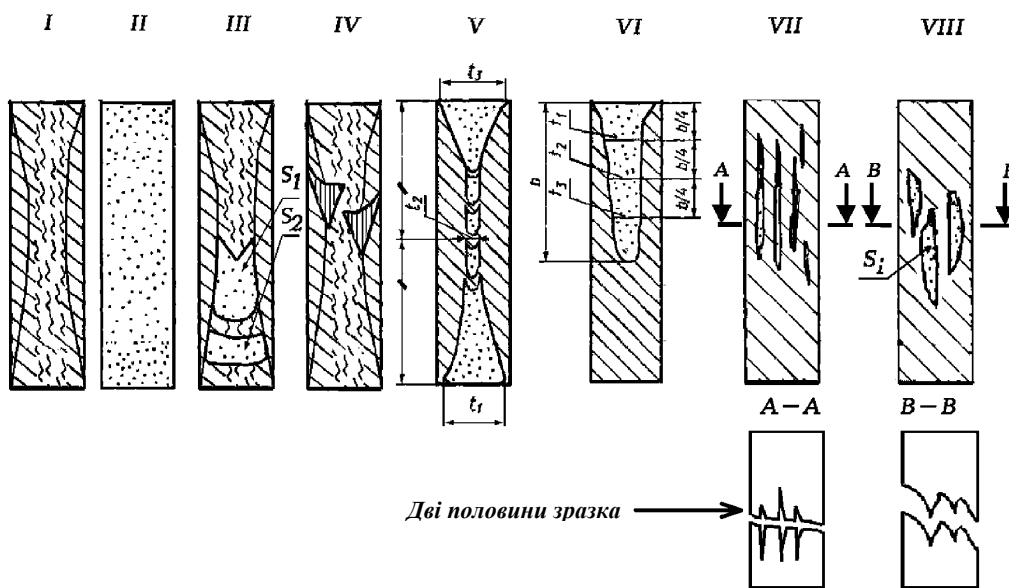


Рис. 1.3 Типи руйнування в межах залікової площі

## 2 ВИЗНАЧЕННЯ СТOD

Для визначення СТOD використовуються зразки з надрізом і попередньо ви-рощеною з нього утомною тріщиною.

Вирізку зразків і нанесення надрізу по ЗТВ проводяться після остаточної термообробки, при цьому розташування надрізу — по товщині, напрямку поширення тріщини — поперек труби.

Так як результат випробувань у значній мірі визначається товщиною зразка, тріщини слід призначати максимально близької до товщини вихідного металу.

Для металу труб, особливо для поперечних зразків, виправлення заготовок є неминучим (див. табл. 2).

Для того, щоб обмежити додатково внесену пластичну деформацію в зону надрізу, рекомендується здійснювати виправлення заготовок у вигляді «крила чайки» (див. рис. 2-1). Після цього можна проводити механічну обробку по товщині заготовок.

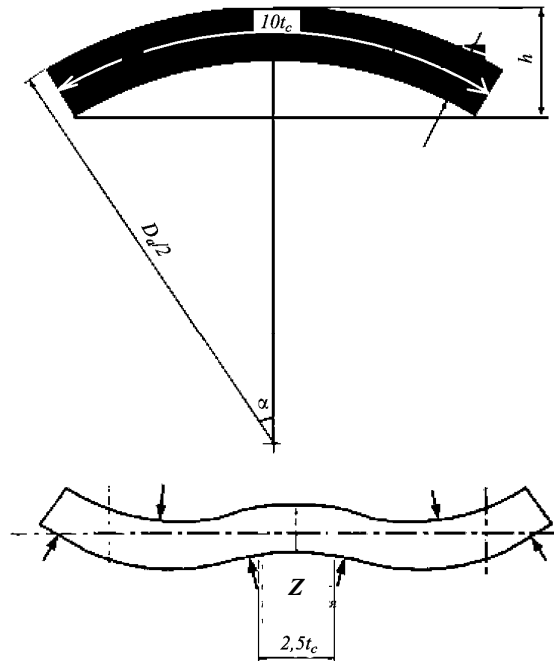


Рис. 2 – 1. Провка поперечних заготовок із труби  
Z — частково виправлена середня частина.

Таблиця 2. Параметри виправлення трубних заготовок для виготовлення зразків на три-точковий вигин

Відношення товщини стінки труби $t_c$ до зовнішнього діаметра $D_o$	Висота не-виправленої заготовки $h$	Перша операція: виправлення всієї заготовки до висоти $h_1$	Друга операція: виправлення кінців заготовки	Товщина зразка на три-точковий вигин
1	2	3	4	5
$\leq 0,05$	$\leq 1,3t_c$	$t_c$	не потрібна	$\leq 0,95t_c$
$\leq 0,07$	$\leq 2,3t_c$	$\geq 1,4t_c$	потрібна	$\leq 0,95t_c$
$\leq 0,09$	$\leq 3,4t_c$	$\geq 2,5t_c$	потрібна	$\leq 0,95t_c$ з допустими чорновинами
$> 0,09$	$> 3,4t_c$	Рекомендуються компактні зразки		



Допускаються чорновини на бічних поверхнях зразків до 20 % товщини, за винятком зони надрізу (не менше товщини в кожную сторону від надрізу).

Кращий тип зразків — вигнуті, висота зразка дорівнює подвоєній ширині (див. рис. 2-2).

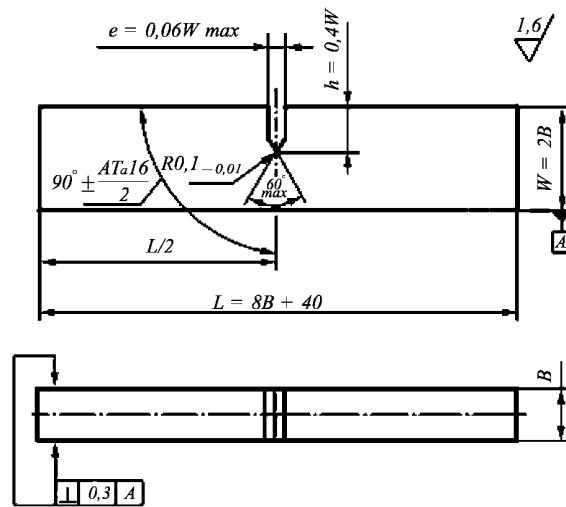


Рис. 2-2. Кращий тип зразків для випробувань на СТOD

Зразки випробовуються при керуванні випробною машиною по переміщенню при квазістатичному навантаженні зі швидкістю переміщення траверси, що забезпечує зростання коефіцієнта інтенсивності напружень  $K_f$  у діапазоні 0,5 — 3,0 МПа·м<sup>0,5</sup>/с.

При випробуваннях записується діаграма деформування в координатах: «навантаження — розкриття берегів тріщини».

Навантаження здійснюється до повного або часткового руйнування зразка або до досягнення максимуму навантаження.

Після випробувань проводиться перевірка виконання умов коректності.

Кут між лінією надрізу і бічними поверхнями зразка повинен перебувати в діапазоні  $90 \pm 5^\circ$ .

При випробуваннях основного металу труби рекомендується виконувати процедуру попереднього бічного обтиснення (див. 7.5.5 частини IX «Матеріали і зварювання»).

Необхідність зняття напружень таким чином може бути визначена експериментально на пробному зразку.

Після завершення виготовлення зразків проводиться вирощування утомної тріщини при кімнатній температурі.

Режим циклічного навантаження повинен бути обраний відповідно з наступними трьома умовами:

а) значення максимального навантаження циклу  $F_f$  на фінальній стадії вирощування тріщини повинне бути не більше

$$F_f = B(W-a)^2 (\sigma_{yts} + \sigma_{ytp}) / 4S, \quad (2-1)$$

де:

$B$  — товщина зразка;

$W$  — висота зразка;

$a$  — поточна довжина тріщини;

$S$  — відстає між опорами;

$\sigma_{yts}$ ,  $\sigma_{ytp}$  — границя плинності і границя міцності матеріалу при температурі вирощування тріщини;

б) значення коефіцієнта інтенсивності напружень  $K_f$  в циклі повинне бути не більше

$$K_f/E = 3,2 \cdot 10^{-4} M^{0,5}, \quad (2-2)$$

де:  $E$  — модуль пружності;

в) у випробуваннях, які дають коректні значення  $K_{1c}$  матеріалу, величина  $K_f$  повинна бути не більше

$$K_f = 0,6 (\sigma_{yts} / \sigma_{yts}) K_{1c}, \quad (2-3)$$

де:  $\sigma_{yts}$  — границя плинності матеріалу при температурі випробування.

Для низьколегованої сталі розрахунок по формулі (2-1), як правило, приводить до менших значень навантаження, ніж по формулі (2-2), а умови коректності по  $K_{1c}$  не виконуються навіть при найбільшій низькій температурі випробувань. У цьому випадку формула (2-3) при виборі навантаження не використовується.

Додатково обмежується навантаження на початковому етапі вирощування утомної тріщини: не вище відповідного до рівня  $1,3 K_f$  при розмірі тріщини, рівному глибині надрізу.

Процедура проведення випробувань:

установлюється масштаб діаграм деформування для того, щоб досягти відповідності рекомендаціям стандарту по куту нахилу пружної ділянки діаграми і розміру діаграми по осі  $Y$ ;

здійснюється калібрування датчика розкриття тріщини;

зразок поміщують на опори, установлюють датчик розкриття тріщини і проводять охолодження до заданої температури випробувань;

навантажують зразок із заданою швидкістю переміщення траверси, що навантажує.

Навантаження проводять до моменту нестабільного руйнування зразка (явного зриву на діаграмі деформування) або до моменту явного переходу через максимум навантаження. Після цього датчик розкриття тріщини знімають і роблять долом зразка при температурі випробування;

виконують необхідні виміри в зламі зразка: довжини вихідної утомної тріщини і величини стабільного підростання тріщини, якщо такий є.

Точність виміру зусилля при випробуваннях повинна бути не менше  $\pm 1\%$ .

Точність виміру розкриття берегів тріщини повинна перевищувати  $\pm 0,003$  мм при вимірі переміщень до 0,3 мм і  $\pm 1\%$  при більших переміщеннях.

Перед проведенням випробувань проводиться вимір товщини  $B$  і висоти  $W$  зразка з точністю  $\pm 0,1\%$ .

Відстань між опорами при випробуванні зразка вигнутого типу повинна перебувати в межах  $S = 4W \pm 0,2W$ , а точність установки зразка на опори по збігові лінії дії навантаження з надрізом повинна бути  $\pm 1\%$   $S$ .

Температура повинна вимірюватися з точністю  $\pm 2^\circ\text{C}$ , повинні бути вжиті заходи для вирівнювання температури по товщині зразка.

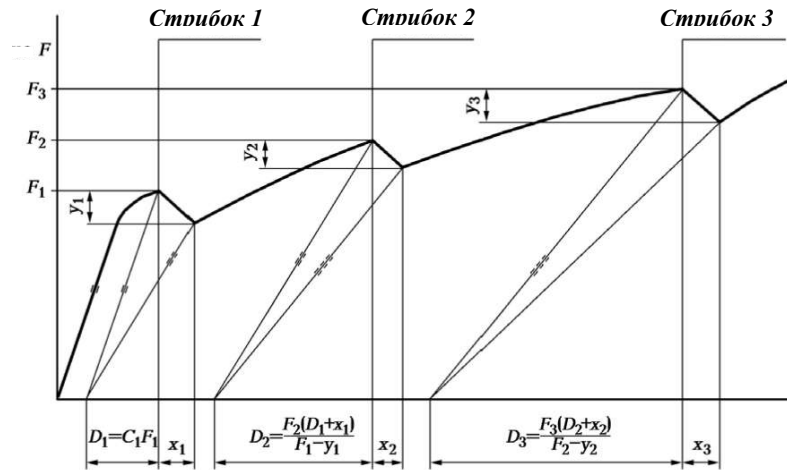
При наявності проскакування тріщини номер  $n$  вважається значимим, і значення СТОД визначається саме для цієї події, якщо виконується умова:  $d_n > 5\%$ , де величина  $d_n, \%$ , визначається за допомогою графічних побудов (див. рис. 2-3) по формулі

$$d_n(F_1) = 100 \left( 1 - \frac{D_1(F_n - y_n)}{F_1(D_n + x_n)} \right) \%, \quad (2-4)$$

де:

$F$  — навантаження;

$D$  — переміщення.



Переміщення розкриття берегів надрізу  $V$  або переміщення по лінії навантаження  $q$

Рис. 2-3 Порядок оцінки стрибків на діаграмі деформування

У випадках, коли аналізом поверхні зламу може бути доведено, що стрибок навантаження і переміщення (розкриття тріщини) пов'язаний з утворенням розщеплення, що нерозкрилося, у площині, паралельній поверхні без ділянок зламу кристалічного типу, дане проскакування тріщини може не розглядатися як критичний випадок.

Довжина утомної тріщини в зламі вимірюється в дев'яти рівновіддалених точках по перерізу зразка з точністю не менше  $\pm 0,25$  % від середньої довжини.

Крайні виміри проводяться на відстані 1 % ширини зразка від поверхні.

Середня величина вихідної утомної тріщини  $a_0$  розраховується як сума семи внутрішніх вимірів і напівсума двох вимірів біля поверхні, ділена на вісім.

Відмінність між будь-якими двома із семи внутрішніх вимірів довжини тріщини не повинні перевищувати 10 % середньої довжини тріщини.

Додатковою вимогою є перевірка співвідношення  $a_0/W$ : воно повинне перебувати в діапазоні  $0,45 < a_0/W < 0,55$ .

Розрахунки величини CTOD (позначуваної у формулах як  $\delta$ ) проводиться по формулі

$$\delta = \left[ \frac{FS}{BW^{1,5}} f\left(\frac{a_0}{W}\right) \right]^2 \frac{(1-\mu^2)}{2\sigma_{ys}E} + \frac{0,4(W-a_0)V_p}{0,4W + 0,6a_0 + z}, \quad (2-5)$$

де:

$F$  — навантаження в розглянутій точці діаграми;

$V_p$  — відповідна навантаженню пластична складова переміщення;

$E, \mu$  — модуль пружності і коефіцієнт Пуассона матеріалу;

$\sigma_{ys}$  — значення границі плинності досліджуваного матеріалу при температурі випробувань.

Значення функції  $f(a_0/W)$  визначається із наступного співвідношення:

$$f(a_0/W) = \frac{3(a_0/W)^{0,5} [1,99 - (a_0/W)(1 - a_0/W)(2,15 - 3,93a_0/W + 2,7a_0^2/W^2)]}{2(1 + 2a_0/W)(1 - a_0/W)^{1,5}}. \quad (2-6)$$

Величина  $\sigma_{ys}$  для температури випробувань  $T, ^\circ\text{C}$ , якщо не відома з експерименту, може бути визначена по формулі

$$\sigma_{ys} = \sigma_{ys} + [10^5 / (491 + 1,8T)] - 189 \quad (2-7)$$

Результати випробувань рекомендується представляти у вигляді наступної табл. 2-1 з додатком фото зламу, запису діаграм навантаження.

Таблиця 2-1.

Стандарт №		Марка матеріалу	
1	2	3	4
Вид металопродукції		Номер плавки	
Стан матеріалу (шов тощо)		Номер листа	
Номінальна товщина		Маркування заготовки	
Тип зразка		Зварювальна процедура	
Орієнтація тріщини		Маркування зразка	
Геометричні параметри			
Товщина $b$ , мм		$b$ після обтиснення, мм	
Ширина $W$ , мм		Загальна висота $C$ , мм	
Прогін $S$ , мм		Напіввисота $H$ , мм	

Закінчення табл. 2-1.

1		2		3		4					
Глибина надрізу $h$ , мм				Діаметр отвору $d$ , мм							
Товщина ножових опор $z$ , мм				Напіввідстань між отворами $h$ , мм							
Параметри тріщини, яка вищується											
Фінальне максимальне навантаження, яка вищується $F_f$ , кН											
Відношення мін. и макс. навантаження $R$				Загальне число циклів $N$							
Температура і міцність											
Температура випробування, °С				Границя плинності $\sigma_{ys}$ , МПа							
Границя міцності $\sigma_{ур}$ , МПа				Границя плинності при температурі випробування $\sigma_{ys}$ , МПа							
Злам											
	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	$a_9$	Середнє	Прим.
$a$											
$\Delta a$											
Присутність зупиненого крихкого підростання				Дефект зварювання							
Розщеплення металу рівнобіжно поверхні				«Сходінки» в зламі							
Інтерпретація результатів випробування											
$KQ$ , МПа $\sqrt{м}$				Критичний випадок							
$F_{max}/F_0$				CTOD, мм							
Металографія для зразків по ЗТВ											
Цільова структура по розмітці											
Результати металографії	Шов	ЗТВ біля л.с.	ЗТВ віддалені	Основний метал	Висновок: цільова структура						
%											

### 3 ВИПРОБУВАННЯ НА ЗАГИН

Випробування на загин на оправці обов'язкові при лицьовому, кореневому і бічному вигинах (випробування на бічний загин проводяться тільки для зварних швів).

На лицьовий загин слід випробувувати повнотовщинні зразки із чорною поверхнею, що розтягується.

Попередня деформація між двома площинами допускається тільки для зразків, де розтягується внутрішня поверхня труби, що продиктоване вимогами безпеки персоналу.

Виправлення зразків на бічний загин не рекомендується.

При товщині листового металу до 32 мм товщина зразка повинна дорівнювати товщині листа, при більшій товщині допускається строжка зразків до товщини 25 мм із однієї сторони.

Ширина зразка повинна становити від 1,6 до 5 товщин.

Довжина зразка повинна становити  $L = 2(a + d) + 100^{+50}$  мм, де  $a$  — товщина зразка,  $d$  — діаметр оправки.

Для бічного загину використовуються шліфовані темплети товщиною 10 мм.

Зразки слід вирізати поруч із місцями вирізки зразків для інших типів випробувань, щоб мати можливість зіставити результати випробувань на вигин з іншими характеристиками металу.

Різання заготовок під зразки на гільотинних ножицях не допускається.

Після механічної обробки на гранях зразка не повинне бути поперечних рисок від різального інструменту.

Шорсткість механічно оброблених поверхонь  $R_z$  не повинна перевищувати 40 мкм.

Гострі кромки повинні бути притуплені з радіусом не більше  $0,1 a$ .

Якщо не зазначене інше в нормативній документації на металопродукцію, діаметр оправок повинен відповідати наведеному в табл. 3, їхня твердість повинна становити 55 — 60 од. HRC по поверхні, що навантажується.

Ширина опор повинна бути більше ширини зразка.

Діаметр опорних валиків 30 — 50 мм. Відстань між опорами у світлі, якщо інше не зазначене в нормативній документації на металопродукцію, ухвалюють рівним  $d + 2,5a$ .

Випробування полягає у вигинаному навантаженні зразків зосередженим навантаженням у середині прогону між опорами при кімнатній температурі (рис. 3 а, б).

У випадку відсутності видимих незброєним оком дефектів на зразку в процесі випробування навантаження проводиться до досягнення необхідного кута загину.

Після зняття навантаження зразок досліджується на наявність дефектів на поверхні, що розтягується, і на бічних поверхнях зразка при необхідному куті загину.

При наявності видимих незброєним оком дефектів на зразку в процесі випробування навантаження зупиняється.

Після зняття навантаження зразок досліджується на наявність дефектів на поверхні, що розтягується, і на бічних поверхнях зразка при досягнутому куті загину.

Оглядають бічні поверхні, кромки і зовнішню поверхню вигнутої частини зразка.

Визначення результатів випробувань відносно допустимості виявлених дефектів роблять відповідно до нормативно-технічної документації на металопродукцію.

Якщо не зазначене інше, зразок вважають таким, що витримав випробування при відсутності зламу, розшарувань, надривів і тріщин, видимих неозброєним оком при куті загину  $120^\circ$ .

Кут загину  $\alpha$ , якщо він менше  $180^\circ$ , вимірюється згідно з рис. 3, з) після зняття навантаження.

Загин на  $180^\circ$  здійснюється до паралельності сторін (рис. 3, в), загин на опорах допускається виконувати до кута вигину  $140^\circ$ .

При куті загину  $180^\circ$  на розтягнутій поверхні в металі шва не допускаються надриви довше 3 мм, в основному металі і ЗТВ допускаються надриви не довше 3 мм і не глибше 12,5 % номінальної товщини стінки. На бічних поверхнях зразка допускаються надриви до 6 мм.

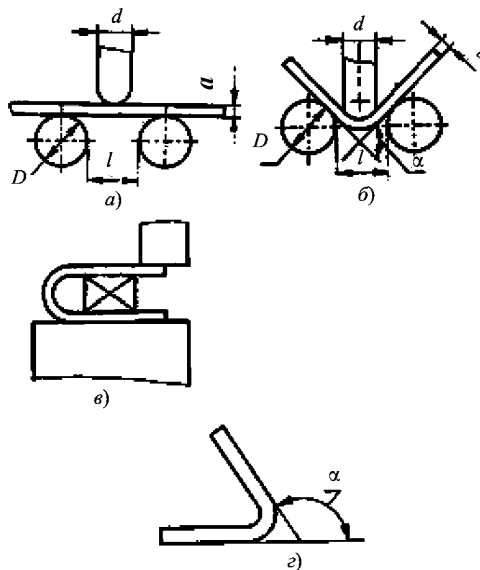


Рис. Схема випробувань на вигин

Таблиця 3. Діаметр оправки при випробуванні на загин

Мінімальна гарантована границя плинності основного металу, МПа	Діаметр оправки на лицьовий/кореневий загин ( $a$ — товщина зразка)	Діаметр оправки на бічний загин, мм (товщина зразка 10 мм)
Не більше 390	$2a$	30
420 — 620	$4a$	40
690	$6a$	60

Для нотаток

---



Для нотаток

---

Регістр судноплавства України

**ПРАВИЛА  
КЛАСИФІКАЦІЇ ТА ПОБУДОВИ СУДЕН  
ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ  
ЗРІДЖЕНИХ ГАЗІВ НАЛИВОМ**

**ПРАВИЛА  
КЛАСИФІКАЦІЇ ТА ПОБУДОВИ СУДЕН  
ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ  
СТИСНУТОГО ПРИРОДНОГО ГАЗУ**

Відповідальний розробник: Губенко В.Д.

Регістр судноплавства України  
04070, Київ, вул. П. Сагайдачного, 10

---

Підписано до друку 12. 12. 2018 р. Формат 70x100<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Наклад 50 прим. Зам. № \_\_\_\_\_

Віддруковано з оригіналів, наданих Регістром судноплавства України,  
в друкарні