

# ПРАВИЛА

## КЛАССИФИКАЦИИ И ПОСТРОЙКИ СУДОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ НАЛИВОМ

НД № 2-020101-176

БЮЛЛЕТЕНЬ ИЗМЕНЕНИЙ

ДАТА ВСТУПЛЕНИЯ В СИЛУ:

01.07.2025



Санкт-Петербург  
2025

## **ПРАВИЛА КЛАССИФИКАЦИИ И ПОСТРОЙКИ СУДОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ НАЛИВОМ**

---

Настоящий бюллетень к Правилам классификации и постройки судов для перевозки сжиженных газов наливом (далее – Бюллетень) утвержден в соответствии с действующим положением и содержит информацию об изменениях, за исключением правок редакционного характера. Содержащиеся в Бюллетене изменения вступают в силу 1 июля 2025 года.

## ПЕРЕЧЕНЬ ИЗМЕНЕНИЙ

### ПРАВИЛА КЛАССИФИКАЦИИ И ПОСТРОЙКИ СУДОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ НАЛИВОМ

#### ЧАСТЬ II. ТРЕБОВАНИЯ К ОБЩЕМУ РАСПОЛОЖЕНИЮ

Элемент	Применимость	Описание	Примечания
<a href="#">Пункт 1.26</a> (новый)	Грузовые машинные помещения и турельные отсеки	Введены требования к расположению	Кодекс МКГ (резолюция ИМО MSC.370(93)), пункт 3.3
<a href="#">Пункт 1.27</a> (новый)	Посты управления грузовыми операциями	Введены требования к расположению	Кодекс МКГ (резолюция ИМО MSC.370(93)), пункт 3.4

#### ЧАСТЬ IV. ХРАНЕНИЕ ГРУЗА

Элемент	Применимость	Описание	Примечания
<a href="#">Пункт 19.4.8</a>	Газовозы LG Системы хранения груза Альтернативные металлические материалы	Введена ссылка на новое Приложение 6 «Руководство по применению альтернативных металлических материалов для эксплуатации в криогенных условиях на судах для перевозки сжиженных газов наливом»	

#### ЧАСТЬ VI. СИСТЕМЫ И ТРУБОПРОВОДЫ

Элемент	Применимость	Описание	Примечания
<a href="#">Раздел 9</a> (удален)	Грузовые насосные и компрессорные отделения	Исключено дублирование требований к расположению	
<a href="#">Раздел 10</a> (удален)	Посты управления грузовыми операциями	Исключено дублирование требований к расположению	

**ЧАСТЬ IX. МАТЕРИАЛЫ И СВАРКА**

Элемент	Применимость	Описание	Примечания
<a href="#">Раздел 3</a>	Система хранения и трубопроводы Сварка Неразрушающий контроль	Содержание раздела полностью переработано в целях унификации терминологии и приведения технических требований в соответствие с требованиями Кодекса МКГ и унифицированными требованиями МАКО. Актуализированы ссылки на применимые требования	Кодекс МКГ  УТ МАКО G2 (Rev.3 May 2023)  УТ МАКО G3 (Rev.8 Oct 2023)

**ПРИЛОЖЕНИЯ К ПРАВИЛАМ КЛАССИФИКАЦИИ И ПОСТРОЙКИ СУДОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ НАЛИВОМ**

Элемент	Применимость	Описание	Примечания
<a href="#">Приложение 6</a> (новое)	Газовозы LG Альтернативные металлические материалы Технические требования и испытания	Введено новое Приложение 6 «Руководство по применению альтернативных металлических материалов для эксплуатации в криогенных условиях на судах для перевозки сжиженных газов наливом»	Циркуляры ИМО: MSC.1/Circ.1622 MSC.1/Circ.1648

## **ПРАВИЛА КЛАССИФИКАЦИИ И ПОСТРОЙКИ СУДОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ НАЛИВОМ**

### **ЧАСТЬ II. ТРЕБОВАНИЯ К ОБЩЕМУ РАСПОЛОЖЕНИЮ**

#### **1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Вводится **новый пункт 1.26** следующего содержания:

**«1.26 Грузовые машинные помещения и турельные отсеки.**

**1.26.1** Грузовые машинные помещения должны быть расположены над открытой палубой и находиться в пределах грузовой зоны. Огнестойкость переборок и палуб грузовых машинных помещений и турельных отсеков должна соответствовать требованиям 2.4.2 части VI «Противопожарная защита» Правил классификации, предъявляемым к насосным помещениям.

**1.26.2** Если грузовые машинные помещения располагаются в корму от самого близкого к корме трюмного помещения или в нос от самого близкого к носу трюмного помещения, границы грузовой зоны, как она определена в 1.2.1 части I «Классификация», должны быть расширены для того, чтобы включить грузовые машинные помещения на полную ширину и высоту борта судна, а также на зоны над палубой над этими помещениями.

**1.26.3** Если границы грузовой зоны расширены в соответствии с 1.26.2, переборка, отделяющая грузовые машинные помещения от жилых и служебных помещений, постов управления и машинных помещений категории А, должна быть расположена так, чтобы предотвратить поступление газа в эти помещения вследствие единичного повреждения палубы или переборки.

**1.26.4** Грузовые компрессоры и грузовые насосы могут приводиться в действие электрическими двигателями, расположенными в прилегающем газобезопасном пространстве, отделенном переборкой или палубой, если уплотнение отверстия в переборке эффективным образом обеспечивает газонепроницаемость границы между двумя помещениями. В качестве альтернативы такое оборудование может приводиться в действие сертифицированными безопасными электрическими двигателями, расположенными непосредственно рядом с ним, если электрическая установка отвечает требованиям части VII «Электрическое оборудование».

**1.26.5** Устройство грузовых машинных помещений и турельных отсеков должно предусматривать безопасный неограниченный доступ для персонала в защитной одежде и с дыхательными аппаратами, а также позволять вынести из них пострадавших в бессознательном состоянии. В грузовых машинных помещениях должны быть предусмотрены по меньшей мере два находящихся на значительном расстоянии друг от друга пути эвакуации с дверями. Если максимальное расстояние до двери составляет 5 м или менее, может быть допущен только один путь эвакуации.

**1.26.6** Все клапаны, используемые при грузовых операциях, должны быть доступны для персонала в защитной одежде.

**1.26.7** Турельные отсеки должны быть спроектированы таким образом, чтобы сохранять свою целостность в случае взрыва или неуправляемого выхода газа под высоким давлением (избыточное давление и/или хрупкое разрушение). Для обоснования характеристик турельных отсеков должен быть выполнен анализ риска с учетом возможностей устройств сброса давления.»

Вводится **новый пункт 1.27** следующего содержания:

**«1.27 Посты управления грузовыми операциями.**

**1.27.1** Любой пост управления грузовыми операциями должен быть расположен над открытой палубой и может находиться в грузовой зоне. Пост управления грузовыми операциями может располагаться в районе жилых, служебных помещений или постов управления при соблюдении следующих условий:

**.1** если пост управления грузовыми операциями рассматривается как газобезопасное пространство;

**.2** если вход отвечает требованиям 1.5.2 настоящей части и 8.3.1 части VI «Системы и трубопроводы», из поста управления грузовыми операциями может иметься доступ в вышеуказанные помещения; и

**.3** если вход не отвечает требованиям 1.5.2 настоящей части, из поста управления грузовыми операциями не должно быть доступа в вышеуказанные помещения, воздухозаборники и отверстия должны отвечать требованиям 1.5.7 и 1.20 настоящей части и 8.3.1 части VI «Системы и трубопроводы», а изоляция ограничивающих такие помещения конструкций должна быть выполнена на класс «А-60».

**1.27.2** Если пост управления грузовыми операциями рассматривается как газобезопасное пространство, контрольно-измерительные приборы, по возможности, должны иметь косвенную систему замера. Конструкция контрольно-измерительных приборов в любом случае должна исключать утечку газа в атмосферу поста управления грузовыми операциями. Размещение систем обнаружения газа в пределах поста управления грузовыми операциями не изменяет категорию помещения на газоопасное пространство, если они установлены в соответствии с требованиями разд. 6 части VIII «Контрольно-измерительные устройства и системы автоматизации».

**1.27.3** Если пост управления грузовыми операциями на судах, перевозящих воспламеняющиеся грузы, рассматривается как газоопасное пространство, источники воспламенения должны быть исключены, а электрическое оборудование должно отвечать требованиям части VII «Электрическое оборудование»..».

## **ЧАСТЬ IV. ХРАНЕНИЕ ГРУЗА**

### **19 МАТЕРИАЛЫ**

#### **19.4 ТЕРМИЧЕСКАЯ ИЗОЛЯЦИЯ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В СИСТЕМАХ ХРАНЕНИЯ ГРУЗА**

Вводится **новый пункт 19.4.8** следующего содержания:

**«19.4.8** При использовании металлических материалов, не указанных в табл. 2.1-2 — 2.1-4 части IX «Материалы и сварка», следует руководствоваться положениями Приложения 6 («Руководство по применению альтернативных металлических материалов для эксплуатации в криогенных условиях на судах для перевозки сжиженных газов наливом»)..».

## **ЧАСТЬ VI. СИСТЕМЫ И ТРУБОПРОВОДЫ**

### **9 ГРУЗОВЫЕ НАСОСНЫЕ И КОМПРЕССОРНЫЕ ОТДЕЛЕНИЯ**

**Раздел 9** исключается.

### **10 ПОСТЫ УПРАВЛЕНИЯ ГРУЗОВЫМИ ОПЕРАЦИЯМИ**

**Раздел 10** исключается.

### **11 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРУЗА В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА**

**Нумерация раздела 11** и ссылки на него изменяются на **9**.

**Нумерация пунктов 11.1 — 11.17** и ссылки на них изменяются на **9.1 — 9.17** соответственно.

### **12 ИСПЫТАНИЯ**

**Нумерация раздела 12** и ссылки на него изменяются на **10**.

**Нумерация пунктов 12.1 — 12.2** и ссылки на них изменяются на **10.1 — 10.2** соответственно.

## **ЧАСТЬ IX. МАТЕРИАЛЫ И СВАРКА**

**Раздел 3** заменяется следующим текстом:

### **«3 СВАРКА И НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ**

#### **3.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**3.1.1** Настоящие требования распространяются на сварные соединения первичного и вторичного барьеров, сварные соединения элементов корпуса, формирующих вторичный барьер, а также на сварные соединения грузовых и технологических трубопроводов, включая трубопроводы отпарного газа, трубопроводы газового топлива, трубопроводы газоотводной системы и подобных.

Требования настоящего раздела применяются для сварных соединений из углеродистых, углеродисто-марганцевых, легированных никелем и нержавеющей сталей и могут быть применены для испытаний сварных соединений из других материалов по согласованию с Регистром в каждом конкретном случае.

**3.1.2** Испытания образцов на ударный изгиб из сварных соединений алюминиевых сплавов не требуются. Испытания образцов на ударный изгиб из сварных соединений нержавеющей сталей по согласованию с Регистром должны выполняться в том случае, если этот вид испытаний предусмотрен для основного металла правилами

или документацией, одобренной Регистром. Если не согласовано иное, температура и критерии оценки результатов испытаний на ударный изгиб таких соединений должны соответствовать аналогичным значениям, регламентированным для основного металла.

**3.1.3** Регистр может потребовать другие виды испытаний для любого материала конструкций, указанных в настоящем пункте.

**3.1.4** Требования к сварным соединениям.

Требования к проектированию (выбору) сварных соединений грузовых емкостей типов А, В и С и технологические требования к ним указаны в 20.2 части IV «Хранение груза».

Требования к сварным соединениям трубопроводов указаны в 2.3.2 части VI «Системы и трубопроводы».

## **3.2 СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**3.2.1** Сварочные материалы, предназначенные для сварки грузовых емкостей, должны быть одобрены Регистром, иметь соответствующее Свидетельство об одобрении сварочных материалов, и соответствовать согласованным с Регистром стандартам и/или техническим условиям.

Для всех сварочных материалов, если иное не оговорено, должны проводиться испытания проб наплавленного металла и стыкового сварного соединения.

Требования для одобрения сварочных материалов, в частности, в отношении результатов испытаний образцов на статическое растяжение и ударный изгиб приведены в разд. 4 части XIV «Сварка» Правил РС/К.

При проведении испытаний должен быть определен химический состав наплавленного металла сварочного материала.

## **3.3 ОДОБРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СВАРКИ ГРУЗОВЫХ ЕМКОВ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СОСУДОВ ПОД ДАВЛЕНИЕМ, ВТОРИЧНЫХ БАРЬЕРОВ И ТРУБОПРОВОДОВ**

**3.3.1** Одобрение технологических процессов сварки должно быть выполнено для всех стыковых сварных соединений.

**3.3.2** Сварка проб для одобрения технологических процессов сварки должна выполняться:

для каждого основного материала;

для каждого сварочного материала и процесса сварки;

для каждого пространственного положения сварки.

**3.3.3** Стыковые пробы из листов стали должны быть подготовлены таким образом, чтобы направление сварки было параллельно направлению прокатки листов.

Диапазон толщин по области одобрения для каждого технологического процесса сварки устанавливается с учетом требований табл. 6.6.2.2.2 и 6.6.2.2.9 (для сталей) или табл. 7.5.2.2 и 7.5.2.4 (для алюминиевых сплавов) части III «Техническое наблюдение за изготовлением материалов» Правил технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов\*.

Неразрушающий контроль сварных проб должен быть выполнен в соответствии с требованиями табл. 6.4.1.1 (для сталей) или табл. 7.3.2.1 (для алюминиевых сплавов) части III «Техническое наблюдение за изготовлением материалов» Правил ТНПС.

\* В дальнейшем — Правила ТНПС.

**3.3.4** Проведение механических испытаний сварочных образцов, изготовленных из каждой сварной пробы стыкового соединения, должно соответствовать применимым требованиям разд. 6 части III «Техническое наблюдение за изготовлением материалов» Правил ТНПС и 4.2 части XIV «Сварка» Правил РС/К, и предусматривать следующие виды испытаний:

.1 испытания поперечных плоскоразрывных образцов на статическое растяжение;

.2 испытание продольных цилиндрических образцов, вырезанных вдоль сварного шва;

.3 испытания поперечных образцов на статический изгиб с растяжением корня и поверхности шва. Продольные образцы на статический изгиб, обычно требуется применять взамен поперечных образцов для разнородных стыковых соединений;

.4 испытания образцов на ударный изгиб должны включать серии из трех образцов с V-образным надрезом согласно рис. 3.3.4.4:

надрез по центру шва (1);

надрез по линии сплавления (ЛС) (2);

надрез по зоне ЗТВ на расстоянии 1 мм от ЛС (3);

надрез по зоне ЗТВ на расстоянии 3 мм от ЛС (4);

надрез по зоне ЗТВ на расстоянии 5 мм от ЛС (5);

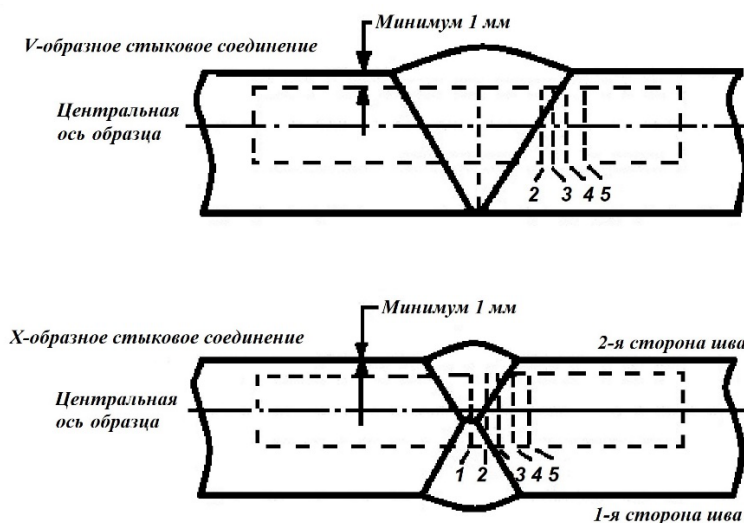


Рис. 3.3.4.4

Схема вырезки и расположения надреза на образцах для испытаний на ударный изгиб

.5 контроль макрошлифов и определение твердости.

**3.3.5** Результаты механических испытаний сварочных образцов должны удовлетворять требованиям 3.3.5.1 — 3.3.5.3.

**3.3.5.1** Испытание поперечных плоскоразрывных образцов на статическое растяжение.

Временное сопротивление (предел прочности при растяжении) при испытании сварных соединений должно быть не менее требуемого для основного металла. Для материалов, у которых временное сопротивление сварных соединений ниже минимального временного сопротивления основного материала, следует учитывать положения 18.2.4 части IV «Хранение груза». В каждом случае при проведении

испытаний на статическое растяжение должно быть указано место разрушения образцов (по основному металлу или металлу шва).

**3.3.5.2** Испытания поперечных образцов на статический изгиб.

При проведении испытаний на статический изгиб до достижения угла загиба 180° на оправке диаметром, равным четырем толщинам образца, поверхность образцов после испытаний не должна иметь дефектов с размером более 3 мм в любом направлении. Трещины, появившиеся по краям образца во время испытаний, не учитываются.

**3.3.5.3** Испытания на ударный изгиб образцов с V-образным надрезом.

Испытания должны проводиться при температуре, предписанной для основных свариваемых материалов согласно значениям, указанным в табл. 2.1-1 – 2.1-4.

При испытании металла шва (сварочных образцов с надрезом по центру шва) на ударный изгиб величина работы удара должна быть не менее 27 Дж.

Требования при испытании на ударный изгиб неполноразмерных образцов должны соответствовать 2.2.3.1 и табл. 2.2.3.1-4 части XIII «Материалы» Правил РС/К. Неполноразмерные образцы толщиной  $b$  менее 2,5 мм испытанию на ударный изгиб не подлежат.

Результаты испытаний на ударный изгиб по линии сплавления и зоне термического влияния должны удовлетворять требованиям к основному материалу для продольных или поперечных образцов в зависимости от того, что применимо.

**3.3.6** Одобрение технологических процессов сварки угловых, нахлесточных, тавровых и крестообразных соединений листов (угловыми швами).

Требования к испытаниям сварных соединений, выполненных угловыми швами, изложены в 6.3.1.4 — 6.3.1.5 части III «Техническое наблюдение за изготовлением материалов» Правил ТНПС. Выбор сварочных материалов должен осуществляться в соответствии с требованиями Регистра к значению работы удара материала сварного соединения.

### **3.4 ОДОБРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СВАРКИ ТРУБОПРОВОДОВ**

**3.4.1** Одобрение технологических процессов сварки трубопроводов должно выполняться в соответствии с применимыми требованиями к испытаниям, указанным в 3.3 настоящего раздела с учетом применимых требований разд. 6 части III «Техническое наблюдение за изготовлением материалов» Правил ТНПС.

### **3.5 МЕХАНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА**

**3.5.1** Для всех грузовых емкостей и технологических сосудов под давлением, за исключением встроенных и мембранных емкостей, механические испытания сварных соединений в процессе производства должны, как правило, проводиться приблизительно на каждые 50 м стыковых сварных соединений для каждого применяемого пространственного положения шва.

Для вторичных барьеров должны быть проведены те же испытания, но их объем может быть уменьшен по согласованию с Регистром.

По усмотрению Регистра для грузовых емкостей или вторичных барьеров могут быть потребованы иные испытания, чем указаны в 3.5.2 — 3.5.5.

Проведение механических испытаний должно соответствовать требованиям 3.3.5.

**3.5.2** Механические испытания сварных соединений в процессе производства для вкладных емкостей типов А и В и полумембранных емкостей должны быть выполнены в объеме испытания поперечных образцов на статический изгиб и

испытания сварочных образцов на ударный изгиб, если это испытание требуется при одобрении технологических процессов сварки. Одна серия, состоящая из трех образцов, должна быть испытана на каждые 50 м сварных швов. Испытания на ударный изгиб должны проводиться на образцах с надрезом, расположенным либо по центру сварного шва, либо в зоне термического влияния (наиболее показательная серия выбирается с учетом результатов испытаний по одобрению технологических процессов сварки, где результаты испытаний имели более низкие значения). Для сварных соединений из аустенитной нержавеющей стали должны быть испытаны образцы на ударный изгиб с надрезами по центру шва.

**3.5.3** Для вкладных емкостей типа С и технологических сосудов под давлением в дополнение к испытаниям, указанным в 3.5.2, должны быть также проведены испытания на растяжение поперечных плоскоразрывных образцов на статическое растяжение согласно требованиям 3.3.5.1.

**3.5.4** Программа испытаний должна быть разработана предприятием изготовителем на основании положений 3.5.1 — 3.5.5 и одобрена Регистром.

**3.5.5** Испытания сварных соединений в процессе производства для встроенных и мембранных емкостей должны выполняться в соответствии с 3.3.

### **3.6 НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА**

**3.6.1** Неразрушающий контроль и оценка качества сварных соединений должен производиться с учетом требований разд. 3 части XIV «Сварка» Правил РС/К и требований, изложенных ниже. Радиографический контроль (далее — РГК) сварных соединений является основным методом контроля для определения внутренних дефектов. Допускается в качестве альтернативы, проведение ультразвукового контроля (далее — УЗК) с учетом его возможностей проведения в зависимости от свариваемого материала и толщин сварных соединений и при условии проведения дублирующего РГК в объеме не менее 10 % от числа участков, проконтролированных УЗК. Дублирующий РГК проводится на участках, ранее проконтролированных УЗК. Результаты УЗК считаются положительными только при положительных результатах дублирующего РГК.

**3.6.2** Для вкладных емкостей типа А и полумембранных емкостей, если расчетная температура равна или ниже  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , и для вкладных емкостей типа В независимо от температуры все стыковые соединения с полным проваром листов обшивки грузовых емкостей по всей протяженности подлежат РГК. Проведение УЗК сварных соединений вместо РГК может быть назначено при соблюдении условий, указанных в 3.6.1.

Примечание. Под расчетной температурой подразумевается минимальная температура для выбора материала, при которой груз может приниматься на борт и/или перевозиться в грузовых емкостях.

**3.6.3** При расчетной температуре выше  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  все пересечения стыковых сварных соединений с полным проваром и не менее 10 % остальных стыковых сварных соединений с полным проваром конструкций грузовых емкостей подлежат РГК или УЗК при соблюдении условий, указанных в 3.6.1.

**3.6.4** Сварные соединения других конструкций грузовых емкостей, включая сварку ребер жесткости и другой арматуры и креплений, подлежат магнитопорошковому или капиллярному контролю по согласованию с Регистром в зависимости от того, какой

метод применим. Не допускается применение магнитопорошкового контроля для конструкций из нержавеющей стали.

**3.6.5** Вкладные емкости типа С и технологические сосуды под давлением в зависимости от одобренных Регистром стандартов качества изготовления конструкций должны быть подвергнуты полному или частичному неразрушающему контролю, объем которых должен быть не менее указанного в 3.6.5.1 и 3.6.5.2.

**3.6.5.1** Полный объем неразрушающего контроля включает:

- .1 РГК всех стыковых соединений с полным проваром по всей их длине;
- .2 капиллярный или магнитопорошковый контроль (в зависимости от материала грузовой емкости) для обнаружения поверхностных трещин всех сварных соединений в объеме не менее 10 % их общей длины;
- .3 капиллярный или магнитопорошковый контроль сварных соединений подкрепляющих колец вокруг отверстий, горловин и т.п. по всей их длине.

Допускается, в качестве альтернативы, частичная замена РГК на УЗК при соблюдении условий, указанных в 3.6.1. Дополнительно Регистром может быть потребован УЗК сварных соединений подкрепляющих колец вокруг отверстий, горловин и т.п., по всей длине.

**3.6.5.2** Частичный объем неразрушающего контроля включает:

- .1 РГК всех мест пересечений стыковых сварных соединений с полным проваром (стык – паз) и не менее 10 % общей длины стыковых сварных соединений в выбранных, равномерно распределенных местах;
- .2 капиллярный или магнитопорошковый контроль (в зависимости от материала грузовой емкости) для обнаружения поверхностных трещин подкрепляющих колец вокруг отверстий, горловин и так далее по всей их длине;
- .3 УЗК может быть дополнительно потребован Регистром в каждом конкретном случае.

**3.6.6** Методики, инструкции (рабочие процедуры) на каждый метод неразрушающего контроля сварных соединений должны обеспечивать его надлежащее проведение в соответствии с принятым на предприятии руководством по качеству, признанным Регистром стандартам и разд.3 части XIV «Сварка» Правил РС/К.

**3.6.7** Неразрушающий контроль трубопроводов, расположенных внутри и снаружи грузовых емкостей, должен проводиться в следующем объеме:

- .1 визуальный и измерительный контроль по всей длине;  
РГК или УЗК (если применим) по всей длине в следующих случаях:  
расчетная температура трубопровода ниже  $-10^{\circ}\text{C}$ , или  
для трубопроводов с внутренним диаметром более чем 75 мм или с толщиной стенок трубопроводов более 10 мм;
- .2 в случае, если стыковые сварные соединения трубопроводов выполняются с применением автоматических или полностью механизированных процессов сварки, одобренных Регистром, и при этом фиксируется удовлетворительное качество сварных соединений, может быть согласовано снижение объема РГК или УЗК, однако во всех случаях этот объем не должен быть менее 10 % для каждого соединения. При обнаружении недопустимых дефектов объем контроля должен быть увеличен до 100 %, и при этом должны быть проконтролированы ранее принятые сварные соединения. Такое согласование может быть предоставлено только в случае регулярного предоставления результатов неразрушающего контроля, подтверждающих способность систематически выполнять сварочные работы с удовлетворительным качеством;
- .3 для остальных стыковых соединений труб, на которые не распространяются положения 3.6.7.1 и 3.6.7.2, должен быть выполнен выборочный неразрушающий контроль сварных соединений согласно требованиям 3.3.4 части XIV «Сварка»

Правил РС/К с учетом класса трубопровода и его материала. При этом, объем РГК или УЗК (если применим) стыковых соединений должен быть не менее 10 % их протяженности;

.4 участки трубопроводов газового топлива, которые не расположены в вентилируемых трубах или каналах, указанных в 11.2 части VI «Системы и трубопроводы», и находятся на открытых палубах за пределами грузовой зоны, должны иметь стыковые соединения с полным проваром и подлежат РГК или УЗК (если применим) по всей длине.

**3.6.8** Сварные швы конструкций вторичного барьера после проведенного визуального контроля и измерений подлежат РГК или УЗК (если применим) для определения внутренних дефектов в объеме, согласованном с Регистром.

Если наружная обшивка корпуса является частью вторичного барьера, все стыковые сварные соединения ширстрека и пересечения всех стыковых сварных соединений и соединений бортовой обшивки подлежат РГК или УЗК при условии соблюдения условий, указанных в 3.6.1.

### **3.7 ТЕРМООБРАБОТКА ПОСЛЕ СВАРКИ**

**3.7.1** Для вкладных емкостей типа С, изготовленных из углеродистой или углеродисто-марганцевой стали, если расчетная температура ниже  $-10^{\circ}\text{C}$ , должна быть выполнена термообработка после сварки. Режимы термообработки (температура нагрева и время выдержки) должны отвечать согласованным с Регистром стандартам.

**3.7.2** Для вкладных емкостей типа С и крупных сосудов под давлением для груза, изготовленных из углеродистой или углеродисто-марганцевой стали, для которых выполнение термообработки является затруднительным, в качестве альтернативы может быть осуществлено снятие механических напряжений опрессовкой при соблюдении следующих условий:

.1 приварные части конструкций сосудов под давлением сложной формы, такие как колодцы, либо куполы с горловинами (люками) до их приварки к листам обшивки сосуда под давлением большего размера должны проходить предварительную термообработку;

.2 процесс снятия механических напряжений должен преимущественно выполняться в ходе гидростатического испытания пробным давлением, измеряемым в верхней части емкости и составляющим не менее  $1,5P_0$  (где  $P_0$  – расчетное давление, МПа). Для создания давления должна применяться вода;

.3 температура воды при проведении гидростатического испытания должна быть как минимум на  $30^{\circ}\text{C}$  выше критической температуры вязко-хрупкого перехода материала конструкции;

.4 снятие напряжений должно проводиться в положении емкости на его штатных опорах или поддерживающих конструкциях либо, если снятие напряжений не может быть осуществлено на судне, таким образом, чтобы действующие напряжения и распределение напряжений были такими же, как и в случае размещения емкости на его штатных опорах или на поддерживающих конструкциях;

.5 максимальное пробное давление должно поддерживаться в течение 2 ч из расчета на 25 мм толщины, однако в любом случае не менее 2 ч.

.6 верхние пределы уровней расчетных напряжений, которые используются для снятия напряжений должны быть следующими:

общее первичное мембранное эквивалентное напряжение, равное  $0,9 R_e$ ;

эквивалентное (приведенное) напряжение определяется сложением первичного изгибного напряжения и мембранного напряжения, равное  $1,35 R_e$ , где  $R_e$  — физический предел текучести или условный предел текучести ( $R_{p0,2}$ ), полученный при температуре испытаний стали, используемой для изготовления емкости;

.7 для подтверждения указанных выше пределов обычно требуются измерения деформаций, по меньшей мере для первой из серии последовательно изготавливаемых емкостей. Схема размещения тензометрических датчиков должна быть включена в процедуру снятия механических напряжений, которая должна быть представлена в соответствии с 3.7.2;

.8 процедура испытаний должна подтвердить, что в конце процесса снятия напряжений достигнута линейная зависимость деформаций от давления, для чего давление вновь поднимается до расчетного;

.9 после снятия механических напряжений зоны высоких напряжений в районах изменения геометрических характеристик, таких как горловины и иные отверстия, должны быть проконтролированы на предмет отсутствия трещин капиллярным или магнитопорошковым контролем. Особое внимание при этом должно быть уделено листам толщиной свыше 30 мм;

.10 стали, характеризующиеся отношением предела текучести к пределу прочности более чем 0,8, обычно не должны подвергаться снятию механических напряжений. Однако если предел текучести достигается посредством метода, обеспечивающего высокую пластичность стали, могут быть приняты незначительно большие величины в каждом конкретном случае;

.11 снятие механических напряжений не может быть заменено термообработкой частей емкостей, изготовленных способом холодного деформирования (гибкой или штамповкой) в тех случаях, когда такая термообработка требуется при применении такого способа изготовления;

.12 толщина обшивки (стенок и днищ) емкостей не должна превышать 40 мм. Толщины выше 40 мм могут быть допущены для изготовления частей конструкций со снятыми внутренними напряжениями с помощью термообработки;

.13 необходимо принятие мер защиты конструкций от локальной потери устойчивости, особенно в случае куполов и днищ емкостей торосферической формы;

.14 процедура (инструкция) снятия механических напряжений должна отвечать согласованному с Регистром стандарту.

**3.7.3** Термообработка после сварки трубопроводов из углеродистых, углеродисто-марганцевых или низколегированных сталей, расположенных внутри и снаружи грузовых емкостей, должна быть выполнена для всех стыковых соединений труб. По согласованию с Регистром термическое снятие напряжений может не производиться для трубопроводов, имеющих толщину стенки менее 10 мм, в зависимости от расчетных температур и давления в системе трубопроводов.»

## ПРИЛОЖЕНИЯ К ПРАВИЛАМ КЛАССИФИКАЦИИ И ПОСТРОЙКИ СУДОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ НАЛИВОМ

Вводится новое Приложение 6 следующего содержания:

«ПРИЛОЖЕНИЕ 6

### РУКОВОДСТВО ПО ПРИМЕНЕНИЮ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ В КРИОГЕННЫХ УСЛОВИЯХ НА СУДАХ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ НАЛИВОМ

#### 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

**1.1** Руководство по применению альтернативных металлических материалов для эксплуатации в криогенных условиях на судах для перевозки сжиженных газов наливом (далее — настоящее Руководство) применяется к металлическим материалам, не перечисленным в табл. 2.1-2 — 2.1-4 части IX «Материалы и сварка». Требования к испытаниям в настоящем Руководстве предназначены для приемки альтернативных металлических материалов на основе положений об эквивалентности, содержащихся в разделе 1.3 Международного кодекса постройки и оборудования судов, перевозящих сжиженные газы наливом\*.

**1.3** Настоящее Руководство применяется к материалам, которые используются для хранения и транспортировки веществ, указанных в Приложении 1.

**1.4** Настоящее Руководство применяется также к альтернативным металлическим материалам, имеющим минимальную

расчетную температуру от 0 °С до –165 °С или ниже, если это согласовано Регистром, в диапазоне минимальной и максимальной толщины, испытанной в процессе одобрения, до максимальной толщины 40 мм. Толщина более 40 мм должна быть одобрена Регистром. В дополнение к одобрению для минимальной расчетной температуры –165 °С, альтернативные металлические материалы могут быть одобрены для промежуточных минимальных расчетных температур –55 °С, –60 °С, –65 °С, –90 °С и –105 °С. Альтернативные металлические материалы, квалифицированные при более низкой температуре, пригодны для использования при промежуточной минимальной расчетной температуре.

**1.5** Настоящее Руководство применяется к альтернативным металлическим материалам, полученным или изготовленным путем проката, штамповки, литья иликовки.

**1.6** Альтернативные металлические материалы, одобренные в соответствии с требованиями настоящего Руководства, могут использоваться в системах хранения груза и системах трубопроводов в соответствии с частью IV «Хранение груза» и/или 2.1 части VI «Системы и трубопроводы». Материалы должны быть одобрены для конкретных грузов, перечисленных в Правилах LG, на основании их расчетной температуры и совместимости с грузом. Настоящее Руководство не распространяется на материалы, образующие конструкции корпуса судна.

---

\* В дальнейшем — Кодекс.

## 2 ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Альтернативные металлические материалы — однородные сплавы черных и цветных металлов, имеющие одинаковый состав в любом направлении, полученные горячей прокаткой, холодной прокаткой, штамповкой, литьем или ковкой, составы или термическая обработка которых не указаны в табл. 2.1-2 — 2.1-4 части IX «Материалы и сварка».

Иные альтернативные металлические материалы — металлические материалы, имеющие механические свойства, не соответствующие перечисленным в табл. 2.1-2 — 2.1-4 части IX «Материалы и сварка» свойствам.

Признанные металлические материалы — металлические материалы, перечисленные в табл. 2.1-2 — 2.1-4 части IX «Материалы и сварка».

Равноценные альтернативные металлические материалы — металлические материалы, имеющие химические и механические свойства, равноценные или превосходящие свойства, перечисленные в табл. 2.1-2 — 2.1-4 части IX «Материалы и сварка», которые были одобрены в соответствии с настоящим Руководством.

Согласованные стандарты — см. определение в 1.1.2 части I «Классификация» Правил классификации и постройки морских судов\*.

## 3 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ И ИСПЫТАНИЯМ

### 3.1 Материалы.

**3.1.1** Все альтернативные металлические материалы в рамках настоящего Руководства должны быть основаны на согласованных стандартах по применению указанных материалов в условиях криогенной температуры. Стандарты должны охватывать все возможные формы одобряемого материала (далее — формы), включая листы, сортовой прокат, отливки, поковки или трубы, с указанием структуры зерна и объема термической обработки. Стандарт должен соответствовать области применения и общим требованиям разд. 1 части IX «Материалы и сварка». Микролегирующие элементы, не указанные в согласованных стандартах, могут быть приняты во внимание при условии одобрения Регистром.

**3.1.2** Соединение альтернативных металлических материалов, включая листы, отливки и поковки, должно выполняться в соответствии с согласованным стандартом. При применении сварки альтернативных металлических материалов следует указывать типовые сварочные процедуры, соответствующие согласованному стандарту и отвечающие требованиям разд. 3 части IX «Материалы и сварка». В процедурах сварки должны быть указаны погонная энергия и термическая обработка до и после сварки.

**3.1.3** Процедуры сварки и неразрушающего контроля (NDT) должны быть указаны для всех альтернативных металлических материалов. Эти процедуры должны соответствовать согласованному стандарту и отвечать требованиям к испытаниям, указанным в разд. 3 части IX «Материалы и сварка».

---

\* В дальнейшем — Правила классификации.

### **3.2 Испытания.**

**3.2.1** Требования к испытаниям приведены в разд. 4.

**3.2.2** В зависимости от расчетной температуры, испытания на ударный изгиб следует проводить в соответствии с требованиями в примечаниях к табл. 2.1-2 — 2.1-4 части IX «Материалы и сварка».

**3.2.3** Методы испытаний, не указанные в настоящем разделе, могут быть согласованы Регистром при условии технического обоснования, демонстрирующего эквивалентный уровень безопасности при применении альтернативного метода испытаний. Испытания могут не проводиться, если они не требуются для конкретных типов танков согласно положениям части IV «Хранение груза» или если они не требуются для аналогичных установленных металлических материалов.

**3.2.4** Испытания альтернативного металлического материала должны проводиться как минимум для одной из следующих форм: листы, отливки, поковки или трубы. Испытания любой формы должны отвечать требованиям к отбору проб и расположению образцов в соответствии с требованиями разд. 2 части IX «Материалы и сварка». Первоначальное испытание должно проводиться с использованием формы, отражающей применение альтернативного металлического материала. Одобрение распространяется только на формы, для которых предоставлены результаты испытаний. Для одобрения альтернативного металлического материала не требуется рассматривать все указанные выше формы.

**3.2.5** В случае возникновения вероятности появления коррозии в нержавеющей и других аустенитных сталях Регистр может потребовать проведение дополнительных коррозионных испытаний, таких как испытание на межкристаллитную коррозию, например, ASTM A262, и испытание на коррозионное растрескивание, например, ASTM G36 или ASTM G123.

### **3.3 Приемка материалов.**

**3.3.1** Требования к приемке приведены в разд. 4.

**3.3.2** Применение альтернативного металлического материала должно быть основано на соответствии материала расчетным нагрузкам и пригодности материала для использования по назначению в соответствии с расчетными условиями, указанными в разд. 18 части IV «Хранение груза».

**3.3.3** Одобрение альтернативных металлических материалов должно производиться для каждой формы материала на основании удовлетворительных результатов испытаний.

### **3.4 Проектирование новых систем хранения груза и эквивалентные решения.**

**3.4.1** Альтернативные металлические материалы могут применяться при проектировании новых систем хранения груза в соответствии с разд. 27 части IV «Хранение груза». Использование иных альтернативных металлических материалов не предусматривается настоящим Руководством.

### **3.5 Процедура одобрения.**

**3.5.1** После удовлетворительного завершения испытаний соответствующих форм и приемки результатов альтернативный металлический материал может быть принят в качестве эквивалентного альтернативного металлического материала.

**3.5.2** Должны быть указаны любые ограничения, применимые к одобренному альтернативному металлическому материалу и которые необходимо учитывать при его использовании, включая, но не ограничиваясь следующим:

недостаточная или избыточная прочность сварных соединений по отношению к основному металлу;

пред- и послесварочная термообработка;  
коррозионностойкость;  
особые требования к неразрушающему контролю;  
токсичность сварочных газов.

**3.5.3** Табл. 2.1-2 — 2.1-4 части IX «Материалы и сварка» могут быть дополнены новыми альтернативными металлическими материалами при условии соблюдения следующего:

материал одобрен в соответствии с положениями настоящего Руководства;  
подтверждена совместимость материала для всех предполагаемых грузов;  
подтверждено применение материала при изготовлении грузовых емкостей;  
опыт применения материала на судне — не менее 5 лет или не менее срока, эквивалентного одному циклу очередного освидетельствования;

опыт применения материала в системах хранения груза и системах трубопроводов на судне в эксплуатации;

в случае использования моделирования при исследовании материала, опыт применения материала на судне — не менее срока завершения первого промежуточного освидетельствования; объем освидетельствования должен соответствовать объему первого очередного освидетельствования, включая неразрушающий контроль грузовой емкости.

### **3.6 Коэффициенты запаса.**

**3.6.1** Коэффициенты запаса для альтернативных металлических материалов должны быть приняты на основе коэффициентов, применяемых для никелевых сталей, углеродистых марганцевых сталей, аустенитных сталей или алюминиевых сплавов согласно Кодексу, и согласованы Регистром.

## **4 ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЯМ И ПРИЕМКЕ МАТЕРИАЛОВ**

### **4.1 Испытание основного материала.**

#### **4.1.1** Технические требования.

**4.1.1.1** Химический состав и механические свойства должны соответствовать согласованному стандарту для альтернативного металлического материала, предназначенного для эксплуатации в условиях криогенных температур.

**4.1.1.2** Критерии приемки должны соответствовать согласованному стандарту.

#### **4.1.2** Исследование микроструктуры.

**4.1.2.1** Испытание должно выполняться в соответствии с 1.9 части IX «Материалы и сварка» и согласованными стандартами, например, ASTM E112.

**4.1.2.2** Критерием приемки является микроструктура, включая размер зерна, а именно отсутствие неметаллических включений, расслоения и растрескивания. Приемка должна выполняться по согласованной Регистром программе.

#### **4.1.3** Испытание на растяжение.

**4.1.3.1** Испытание должно выполняться в соответствии с 1.4 части IX «Материалы и сварка». Образцы должны быть взяты из трех плавок различного состава для испытаний при комнатной и криогенной температуре, равной минимальной расчетной температуре материала. Количество образцов должно быть достаточным для получения статистически достоверных результатов.

**4.1.3.2** Критериями приемки являются предел текучести, прочность на разрыв и удлинение. Критерии должны соответствовать согласованному стандарту для химического состава материала согласно 4.1.1.

**4.1.4** Испытание на ударный изгиб.

**4.1.4.1** Испытание должно выполняться в соответствии с 1.3 части IX «Материалы и сварка». Образцы должны быть взяты из трех плавок различного состава для испытаний при комнатной и криогенной температуре, равной требуемой температуре испытаний. Аустенитные стали также должны быть испытаны на ударный изгиб. Температура испытаний должна соответствовать требованиям табл. 4.1.4.1.

Таблица 4.1.4.1

Толщина материала, $t$ , мм	Температура испытаний, °С
$t < 25$	На 5 °С ниже расчетной температуры (только ферритная сталь)
$25 < t \leq 30$	на 10 °С ниже расчетной температуры
$30 < t \leq 35$	на 15 °С ниже расчетной температуры
$35 < t \leq 40$	на 20 °С ниже расчетной температуры

**4.1.4.2** Критерием приемки является минимальная средняя величина работы удара согласно табл. 4.1.4.2 (если спецификация материала не регламентирует более высокое значение работы удара).

Таблица 4.1.4.2

Материал	Образец для испытаний	Минимальная средняя величина работы удара, $KV$
Листы из ферросплавов	Поперечный	27 Дж
Сортовой прокат и поковки из ферросплавов	Продольный	41 Дж
Сплав цветного металла	–	Не требуется при условии согласования Регистром

**4.1.5** Испытания на чувствительность к механическому старению.

**4.1.5.1** Испытание должно выполняться в соответствии с согласованным стандартом, например, ASTM E23. Механическое старение заключается в 5-процентной деформации в течение 1 ч при температуре 250 °С в соответствии с 2.2.3.4 части XIII «Материалы» Правил классификации. Образцы должны быть взяты из трех плавок различного состава для испытаний при комнатной и криогенной температуре, равной требуемой температуре испытаний. Аустенитные стали также должны быть испытаны на ударный изгиб. Температура испытаний должна соответствовать требованиям табл. 4.1.5.1.

Таблица 4.1.5.1

Толщина материала, мм	Температура испытаний, °С
$t < 25$	На 5 °С ниже расчетной температуры (только ферритная сталь)
$25 < t \leq 30$	на 10 °С ниже расчетной температуры
$30 < t \leq 35$	на 15 °С ниже расчетной температуры
$35 < t \leq 40$	на 20 °С ниже расчетной температуры

**4.1.5.2** Критерием приемки является минимальная средняя величина работы удара согласно табл. 4.1.5.2 (если спецификация материала не регламентирует более высокое значение работы удара).

Таблица 4.1.5.2

Материал	Образец для испытаний	Минимальная средняя величина работы удара, KV
Листы из ферросплавов	Поперечный	27 Дж
Сортовой прокат и поковки из ферросплавов	Продольный	41 Дж
Сплав цветного металла	—	Не требуется при условии согласования с Регистром

#### 4.1.6 Испытание падающим грузом.

**4.1.6.1** Испытание применяется только для сталей ферритного и аустенитно-ферритного (duplex) классов. Целью испытания является определение температуры перехода к нулевой пластичности (nil-ductility temperature, NDT). Образцы должны быть взяты из трех плавок различного состава для испытаний при комнатной и криогенной температуре, равной требуемой температуре испытаний. Испытание должно выполняться в соответствии с 2.2.6 части XIII «Материалы» Правил классификации или согласованным стандартом, например, ASTM E208 для сталей ферритных класса.

**4.1.6.2** Критерием приемки является отсутствие разрушения при температуре на 10 °С ниже расчетной.

#### 4.1.7 Испытание на усталостную долговечность.

**4.1.7.1** При определении  $S-N$  кривых для альтернативных металлических материалов следует учитывать требование 18.3.4.2 части IV «Хранение груза». При определении объема испытаний следует принимать во внимание  $S-N$  кривые для металлических материалов согласованных стандартов, например, IIW или BS 7608.

Должны быть испытаны не менее пяти образцов для каждого уровня напряжений. Для материала с  $S-N$  кривой с одним уклоном (one slope) должны быть проведены испытания не менее трех уровней напряжения. Для материала с  $S-N$  кривой с двумя уклонами (two slope) должны быть предусмотрены испытания для дополнительных уровней напряжений. Уровни напряжений выбираются с учетом достижения циклов нагружения в диапазоне от  $10^5$  до  $10^8$ .

**4.1.7.2** Критерием приемки является соответствие результатов испытаний параметрам  $S-N$  кривой, принятой для рассматриваемого материала.

#### 4.1.8 Испытание на трещиностойкость (Crack Tip Opening Displacement, CTOD).

**4.1.8.1** Испытание должно выполняться в соответствии с согласованным стандартом, например, ASTM E1820, BS 7448 или ISO 12135.

**4.1.8.2** Критерием приемки является минимальное значение  $CTOD$ , которое должно соответствовать значению, указанному в согласованной Регистром спецификации для испытаний при комнатной и криогенной температуре, равной минимальной расчетной температуре альтернативного металлического материала. Как минимум, три испытания при комнатной и криогенной температуре должны быть завершены с удовлетворительными результатами. Минимальное значение  $CTOD$  — 0,2 мм.

**4.1.9** Испытание на коррозионную стойкость.

**4.1.9.1** Вид испытания выбирается в зависимости от материала, типа сварного шва и типа перевозимого груза (см. Приложение 1). Должны предусмотрены испытания на общую коррозию, межкристаллитную коррозию и коррозию под действием напряжений (растягивающих). Испытания должны проводиться в соответствии с согласованными стандартами, например, ASTM A262, ASTM G31, ASTM G36, ASTM G58 или ASTM G123. При отсутствии согласованного стандарта для определенного типа груза испытания проводятся в соответствии с общими принципами испытаний на коррозионную стойкость согласно указанным выше стандартам.

**4.1.9.2** Критерии приемки должны соответствовать согласованному стандарту. При отсутствии согласованного стандарта для определенного типа груза, расчетная скорость коррозии и результаты испытаний должны быть согласованы Регистром.

**4.1.10** Испытание на коррозионную стойкость в аммиаке.

**4.1.10.1** Испытание должно выполняться в соответствии с согласованным стандартом, например, ASTM B858 с учетом требований 4.1.10.1.1 — 4.1.10.1.3.

**4.1.10.1.1** Образцы должны быть подготовлены в соответствии со стандартами ISO 7539-2 и ISO 16540. Образцы, перед выполнением испытания на коррозионную стойкость, должны быть подвергнуты испытанию на изгиб в четырех точках при постоянной деформации. Общее максимальное напряжение в образце должно быть равно пределу текучести материала при атмосферной температуре. Для измерения напряжений следует применять тензометры. При испытании сварных образцов напряжения измеряются для каждой стороны сварного соединения. Во время испытаний образец должен быть зафиксирован с целью сохранения его формы.

**4.1.10.1.2** Сварной образец и образец из основного металла должны быть погружены на 30 дней в следующие типы аммиачных сред (4 типа):

аммиачную среду в жидком состоянии, полученная путем охлаждения аммиака ниже температуры сжижения, включающая:

- 0,1% веса воды и 2,5 ч/млн кислорода (тип 1); и
- 2,5 ч/млн кислорода (тип 2);

аммиачная среда в газообразном состоянии при температуре окружающей среды и атмосферном давлении, включающая:

- чистый аммиак (тип 3) и
- 0,9 % объема кислорода и 99,1 % объема аммиака (тип 4).

Испытание на коррозионное растрескивание должно проводиться в соответствии со стандартами ISO 7539 и ISO 16540.

**4.1.10.1.3** Отчет об испытаниях должен содержать все данные о процедурах испытаний, результаты проверки, информацию об окружающей среде в соответствии со стандартом ISO 16540, в том числе информацию, относящуюся к:

- ориентации, типах и размерах образцов;
- испытанию на изгиб в четырех точках;
- расчетным напряжению и деформации;
- методике измерения напряжений (деформаций);
- методике нагружения образцов; и
- данным об окружающих условиях.

**4.1.10.2** Критерием приемки является наличие коррозионного растрескивания с использованием оптического микроскопа с надлежащим увеличением. Необходимо указать местоположение и количество трещин, а также при необходимости провести испытание методом цветной дефектоскопии для подтверждения результатов. Для сварных соединений должно быть указано положение трещин в основном металле,

сварном шве и в зоне термического влияния. При отсутствии поверхностной трещины следует сделать продольный разрез в двух разных местах и провести исследование поперечного сечения с соответствующим увеличением. В отчете об испытаниях должна быть также указаны сведения о наличии питтинговой коррозии и ее максимальной глубине. Результаты испытаний должны быть согласованы Регистром.

**4.2 Испытание сварных соединений (включая зону термического влияния).**

**4.2.1** Исследование микроструктуры.

**4.2.1.1** Испытание должно выполняться в соответствии с 1.9 части IX «Материалы и сварка» и согласованными стандартами, например, ASTM E112.

**4.2.1.2** Критерием приемки является микроструктура, включая размер зерна, а именно отсутствие неметаллических включений, расслоения и растрескивания. Приемка должна выполняться по согласованной Регистром программе.

**4.2.2** Испытание на твердость.

**4.2.2.1** Испытание должно выполняться в соответствии с 1.9 части IX «Материалы и сварка» и согласованными стандартами, например, ISO 6507-1.

**4.2.2.2** Критерии приемки должны соответствовать согласованному стандарту.

**4.2.3** Испытание на растяжение поперек сварного шва.

**4.2.3.1** Испытание должно выполняться в соответствии с 3.4.1 части IX «Материалы и сварка», 4.2.2.1 части XIV «Сварка» Правил классификации и согласованных стандартов, если применимо, например, ASTM E8/E8M.

**4.2.3.2** Критерии приемки принимаются в соответствии с пунктом 3.4.1.1 части IX «Материалы и сварка». Критерии для сварных швов с прочностью меньшей основного металла принимаются в соответствии с 18.2.4.1.2 части IV «Хранение груза».

**4.2.4** Испытание на ударный изгиб.

**4.2.4.1** Испытание должно выполняться в соответствии с 1.3 и 3.3.2.1.4 части IX «Материалы и сварка».

**4.2.4.2** Критерии приемки принимаются в соответствии с пунктом 3.4.3.1 части IX «Материалы и сварка».

**4.2.5** Испытание *CTOD*.

**4.2.5.1** Испытание должно выполняться в соответствии с согласованным стандартом, например, ASTM E1820 или ISO 15653. При проведении испытания надрез в образце должен располагаться в области, обладающей наименьшей вязкостью разрушения.

**4.2.5.2** Критерием приемки является минимальное значение *CTOD*, которое должно соответствовать значению, указанному в согласованной Регистром спецификации для испытаний при комнатной и криогенной температуре, равной минимальной расчетной температуре материала. Как минимум, три испытания при комнатной и криогенной температуре должны быть завершены с удовлетворительными результатами. Минимальное значение *CTOD* — 0,2 мм.

**4.2.6** Испытание на вязкопластическое разрушение ( $J_{Ic}$ ).

**4.2.6.1** Испытание должно выполняться в соответствии с согласованным стандартом, например, ASTM E1820, ASTM E2818, ISO 15653 или ISO 12135. При проведении испытания надрез в образце должен располагаться в области, обладающей наименьшей вязкостью разрушения. Проведение испытания на вязкопластическое разрушение в качестве альтернативы испытанию на *CTOD* в 4.2.5 должно быть согласовано Регистром.

**4.2.6.2** Критерии приемки должны соответствовать согласованному стандарту. Как минимум, три испытания при комнатной и криогенной температуре должны быть завершены с удовлетворительными результатами.

**4.2.7** Испытание на изгиб.

**4.2.7.1** Испытание должно выполняться в соответствии с 1.5 части IX «Материалы и сварка».

**4.2.7.2** Критерии приемки является отсутствие разрушения после изгиба на  $180^\circ$ , как это требуется для сварного материала в соответствии с 3.3.2.1.3 и 3.4.2.1 части IX «Материалы и сварка».

**4.2.8** Испытание на усталостную долговечность.

**4.2.8.1** При определении  $S - N$  кривых для альтернативных металлических материалов следует учитывать требование 18.3.4.2 части IV «Хранение груза». При определении объема испытаний следует принимать во внимание  $S - N$  кривые для металлических материалов согласованных стандартов, например, IIW.

Должны быть испытаны не менее пяти образцов для каждого уровня напряжений. Для материала с  $S - N$  кривой с одним уклоном (one slope) должны быть проведены испытания не менее трех уровней напряжения. Для материала с  $S - N$  кривой с двумя уклонами (two slope) должны быть предусмотрены испытания для дополнительных уровней напряжений. Уровни напряжений выбираются с учетом достижения циклов нагружения в диапазоне от  $10^5$  до  $10^8$ .

**4.2.8.2** Критерием приемки является соответствие результатов испытаний параметрам  $S - N$  кривой, принятой для рассматриваемого материала.

**4.2.9** Испытание на коррозионную стойкость.

**4.2.9.1** Вид испытания выбирается в зависимости от материала, типа сварного шва и типа перевозимого груза (см. Приложение 1). Должны предусмотрены испытания на общую коррозию, межкристаллитную коррозию и коррозию под действием напряжений (растягивающих). Испытания должны проводиться в соответствии с согласованными стандартами, например, ASTM A262, ASTM G31, ASTM G36, ASTM G58 или ASTM G123. При отсутствии согласованного стандарта для определенного типа груза испытания проводятся в соответствии с общими принципами испытаний на коррозионную стойкость согласно указанным выше стандартам.

**4.2.9.2** Критерии приемки должны соответствовать согласованному стандарту. При отсутствии согласованного стандарта для определенного типа груза, расчетная скорость коррозии и результаты испытаний должны быть согласованы Регистром.

**4.2.10** Испытание на коррозионную стойкость в аммиаке.

**4.2.10.1** Испытание должно выполняться в соответствии с согласованным стандартом, например, ASTM B858 с учетом требований 4.2.10.1.1 – 4.2.10.1.3.

**4.2.10.1.1** Образцы должны быть подготовлены в соответствии со стандартами ISO 7539-2 и ISO 16540. Образцы, перед выполнением испытания на коррозионную стойкость, должны быть подвергнуты испытанию на изгиб в четырех точках при постоянной деформации. Общее максимальное напряжение в образце должно быть равно пределу текучести материала при атмосферной температуре. Для измерения напряжений следует применять тензометры. При испытании сварных образцов напряжения измеряются для каждой стороны сварного соединения. Во время испытаний образец должен быть зафиксирован с целью сохранения его формы.

**4.2.10.1.2** Сварной образец и образец из основного металла должны быть погружены на 30 дней в следующие типы сред (4 типа):

аммиачная среда в жидком состоянии, полученная путем охлаждения аммиака ниже температуры сжижения, включающая:

0,1 % веса воды и 2,5 ч/млн кислорода (тип 1); и

2,5 ч/млн кислорода (тип 2);

аммиачная среда в газообразном состоянии при температуре окружающей среды и атмосферном давлении, включающая:

чистый аммиак (тип 3) и

0,9 % объема кислорода и 99,1 % объема аммиака (тип 4).

Испытание на коррозионное растрескивание должно проводиться в соответствии со стандартами ISO 7539 и ISO 16540.

**4.2.10.1.3** Отчет об испытаниях должен содержать все данные о процедурах испытаний, результаты проверки, информацию об окружающей среде в соответствии со стандартом ISO 16540, в том числе информацию, относящуюся к:

ориентации, типам и размерам образцов;

испытанию на изгиб в четырех точках;

расчетным напряжению и деформации;

методике измерения напряжений (деформаций);

методике нагружения образцов, и

данным об окружающих условиях.

**4.2.10.2** Критерием приемки является наличие коррозионного растрескивания с использованием оптического микроскопа с надлежащим увеличением. Необходимо указать местоположение и количество трещин, а также при необходимости провести испытание методом цветной дефектоскопии для подтверждения результатов. Для сварных соединений должно быть указано положение трещин в основном металле, сварном шве и в зоне термического влияния. При отсутствии поверхностной трещины следует сделать продольный разрез в двух разных местах и провести исследование поперечного сечения с соответствующим увеличением. В отчете об испытаниях должна быть также указаны сведения о наличии питтинговой коррозии и ее максимальной глубине. Результаты испытаний должны быть согласованы Регистром.».

Российский морской регистр судоходства

**Бюллетень изменений  
к Правилам классификации и постройки судов  
для перевозки сжиженных газов наливом**

Утверждено: 25-72761

ФАУ «Российский морской регистр судоходства»  
191181, г. Санкт-Петербург, ул. Миллионная, д. 7, литера А  
[www.rs-class.org/ru/](http://www.rs-class.org/ru/)