

ПРАВИЛА

КЛАССИФИКАЦИИ И ПОСТРОЙКИ СУДОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ НАЛИВОМ

НД № 2-020101-176

БЮЛЛЕТЕНЬ ИЗМЕНЕНИЙ

ДАТА ВСТУПЛЕНИЯ В СИЛУ:

01.06.2026



Санкт-Петербург
2026

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 2026 года.

ПЕРЕЧЕНЬ ИЗМЕНЕНИЙ

ПРАВИЛА КЛАССИФИКАЦИИ И ПОСТРОЙКИ СУДОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ НАЛИВОМ

ЧАСТЬ I. КЛАССИФИКАЦИЯ

Элемент	Применимость	Описание	Примечания
Пункт 1.1.1	Суда для перевозки сжиженных газов наливом	Положения о применении других правил РС исключены в связи с переработкой и переносом в новый пункт 1.1.2	
Пункт 1.1.2 (новый)	Суда для перевозки сжиженных газов наливом	Введены переработанные положения о применении других правил РС	
Пункт 1.1.3 (новый)	Суда для перевозки сжиженных газов наливом	Введено требование о применении временных рекомендаций ИМО в отношении судов, перевозящих сжиженный водород наливом	Резолюция ИМО MSC.565(108)
Пункт 1.1.4 (новый)	Суда для перевозки сжиженных газов наливом	Введены положения о применении требований настоящих Правил в случае, когда судно предназначено для перевозки нескольких конкретных грузов (перенесено из существующего пункта 2.2.4)	

Элемент	Применимость	Описание	Примечания
Пункт 1.2.1	Суда для перевозки сжиженных газов наливом	Введены новые определения «Баржа LG», «Судно бункеровщик СПГ» и изменено определение «Газовоз LG» с целью приведения в соответствие с определениями типов судов, приведенных в приложении 1 части I «Классификация» Правил РС/К. В определении «Метод термического окисления» изменено сокращение для Международного кодекса постройки и оборудования судов, перевозящих сжиженные газы наливом	
Пункты 2.2 — 2.2.6 (новые)	Суда для перевозки сжиженных газов наливом Символ класса Дополнительные знаки	Требования к присвоению знаков RGU, RLU, GCU, highPRESS(pressure), GFS перенесены из существующих пунктов 2.2.9 — 2.2.13. Введены требования к присвоению знаков BUNKER-LNG, RE, IG-Supply, BOG . Нумерация существующих пунктов 2.2 — 2.2.2 и 2.2.3 и ссылки на них изменены на в 2.3 — 2.3.2 и 2.2.4 соответственно. Существующие пункты 2.2.4 — 2.2.13 исключены	
Пункт 2.2 (перенумерован в 2.3)	Суда для перевозки сжиженных газов наливом Символ класса Словесные и дополнительные характеристики	Исключена ссылка на знаки в символе класса в связи с переносом требований в новые пункты 2.2 — 2.2.6	

Элемент	Применимость	Описание	Примечания
Пункт 2.3.3 (новый)	Суда для перевозки сжиженных газов наливом Символ класса Словесные и дополнительные характеристики	Требования к размещению груза для судов типов 1G и 2G/2PG перенесены из существующих пунктов 2.2.5 — 2.2.8	
Раздел 3 (удален)	Суда для перевозки сжиженных газов наливом Техническая документация	Исключены требования к освидетельствованию в связи с наличием таких требований в других нормативных документах РС. Нумерация существующего раздела 4, существующих глав 4.1 — 4.3, их пунктов и ссылки на них изменены на 3 и 3.1 — 3.3 соответственно	
Пункт 4.2.8 (перенумерован в 3.2.8)	Суда для перевозки сжиженных газов наливом Техническая документация	В заголовок пункта добавлена ссылка на знак RLU	

ЧАСТЬ IV. ХРАНЕНИЕ ГРУЗА

Элемент	Применимость	Описание	Примечания
Пункт 19.3	Газовозы LG Системы хранения груза Первичный и вторичный барьеры	Введена ссылка на новое Приложение 7 «Руководство по применению аустенитной стали с высоким содержанием марганца для эксплуатации в криогенных условиях». Уточнена специальная терминология в соответствии с оригинальным текстом Международного кодекса постройки и оборудования судов, перевозящих сжиженные газы наливом (Кодекс МКГ)	Глава 4.19.2 Кодекса МКГ
Пункт 19.4.8	Газовозы LG Системы хранения груза Альтернативные металлические материалы	Пункт исключен. Текст пункта с незначительными уточнениями перемещен в новую главу 19.5	
Глава 19.5 (новая)	Газовозы LG Системы хранения груза Альтернативные металлические материалы	Введена новая глава 19.5 в связи с введением Приложения 6	

ЧАСТЬ V. ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА

Элемент	Применимость	Описание	Примечания
Раздел 4	Снаряжение для пожарных, оборудование безопасности и средства защиты, предназначенные для занятых в грузовых операциях членов экипажа	Название раздела заменено на «Противопожарное снабжение»	

Элемент	Применимость	Описание	Примечания
Пункт 4.3	Защитное снаряжение, предназначенное для занятых в грузовых операциях членов экипажа	Требования перенесены в пункт 2.1.1 части X «Специальные требования»	
Пункты 4.4 — 4.10 (удалены)	Оборудование безопасности и средства защиты, предназначенные для занятых в грузовых операциях членов экипажа	Пункты 4.4 — 4.10 и ссылки на них исключены. Требования перенесены в раздел 2 части X «Специальные требования»	

ЧАСТЬ VI. СИСТЕМЫ И ТРУБОПРОВОДЫ

Элемент	Применимость	Описание	Примечания
Пункт 2.1.1	Газовозы LG Трубопроводы Альтернативные металлические материалы	Введена ссылка на Приложение 6 «Руководство по применению альтернативных металлических материалов для эксплуатации в криогенных условиях на судах для перевозки сжиженных газов наливом»	
Пункт 2.2.1	Трубопроводы Толщина стенок труб	Ссылка на формулу (2.3.1) части VIII «Системы и трубопроводы» Правил РС/К заменена на требование к определению толщины стенок труб на основе пункта 5.11.2.2 Кодекса МКГ	
Пункт 2.2.1.4	Трубопроводы Толщина стенок труб	Ссылка на пункт 2.3.1 части VIII «Системы и трубопроводы» Правил РС/К заменена на требование к определению толщины стенок труб на основе пункта 5.11.2.2 Кодекса МКГ	
Пункт 2.2.1.5	Трубопроводы Толщина стенок труб	Ссылка на Свидетельство заменена на требование к определению толщины стенок труб на основе пункта 5.11.3.1 Кодекса МКГ	

Элемент	Применимость	Описание	Примечания
Пункт 2.2.2	Трубопроводы Толщина стенок труб	Откорректирована область применения требований части VIII «Системы и трубопроводы» Правил РС/К для грузовых трубопроводов	
Пункт 9.1.1 (новый)	Газовозы LG Использование груза в качестве топлива	Внесены требования к условиям использования токсичных грузов в качестве топлива	Резолюция ИМО MSC.566(109)

ЧАСТЬ X. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Элемент	Применимость	Описание	Примечания
Раздел 2	Оборудование безопасности и средства защиты, предназначенные для занятых в грузовых операциях членов экипажа	Раздел полностью переработан с учетом требований, перенесенных из разд. 4 части V «Противопожарная защита». Введена ссылка на требования главы 19 Кодекса МКГ к газонепроницаемости защитного снаряжения при перевозке конкретных грузов.	

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

Элемент	Применимость	Описание	Примечания
Приложение 6, пункт 3.2.4	Газовозы LG Альтернативные металлические материалы Термическая обработка	Уточнены требования к термической обработке материала.	Циркуляр ИМО MSC.1/Circ.1622/Rev.1

Элемент	Применимость	Описание	Примечания
Приложение 6, пункты 4.1.10 и 4.2.10	Газовозы LG Альтернативные металлические материалы Испытание на коррозионную стойкость в аммиаке	Введены ссылки на процедуру испытания на коррозионную стойкость, выполняемого в среде аммиака; пункты 4.1.10.1 и 4.1.10.2 и пункты 4.2.10.1 и 4.2.10.2 исключены, требования пунктов с поправками перенесены в новый пункт 4.3.	Циркуляр ИМО MSC.1/Circ.1622/Rev.1
Приложение 6, пункт 4.3 (новый)	Газовозы LG Альтернативные металлические материалы Испытание на коррозионную стойкость в аммиаке	Введены дополнительные требования к испытанию на коррозионную стойкость, выполняемому в среде аммиака.	Циркуляр ИМО MSC.1/Circ.1622/Rev.1
Приложение 7 (новое)	Газовозы LG Аустенитная сталь с высоким содержанием марганца Технические требования и испытания	Введена новое Приложение 7 «Руководство по применению аустенитной стали с высоким содержанием марганца для эксплуатации в криогенных условиях»	Циркуляр ИМО: MSC.1/Circ.1599/Rev.3

ЧАСТЬ I. КЛАССИФИКАЦИЯ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В пункт 1.1.1 вносятся следующие изменения:

«1.1.1 Правила классификации и постройки судов для перевозки сжиженных газов наливом¹ распространяются на специально построенные или переоборудованные суда независимо от валовой вместимости и мощности силовой установки, предназначенные для перевозки наливом сжиженных газов, имеющих абсолютное давление пара выше 280 кПа при температуре 37,8 °С, и других веществ, перечисленных в приложении 1 к настоящим Правилам.

~~На суда для перевозки сжиженных газов наливом² в полной мере распространяются требования Правил по оборудованию морских судов, Правил по грузоподъемным устройствам морских судов, Правил о грузовой марке морских судов. Правила классификации и постройки морских судов³ распространяются на газовозы LG в той мере, в какой это оговаривается в тексте Правил LG.».~~

Вводятся новые пункты 1.1.2 — 1.1.4 следующего содержания:

«1.1.2 Настоящие Правила включают требования, изменяющие или дополняющие требования Правил классификации и постройки морских судов² и других правил РС к судам, указанным в 1.1.1. Если в тексте настоящих Правил специально не указано иное, требования Правил РС/К и других правил РС, применяемые к таким судам, должны выполняться соответствующим образом, если не противоречат требованиям настоящих Правил.

² В дальнейшем — Правила РС/К.».

«1.1.3 К судам, предназначенным для перевозки сжиженного водорода наливом, требования настоящих Правил применяются с учетом положений резолюции ИМО MSC.565(108).

1.1.4 Если судно предназначено для перевозки нескольких конкретных грузов, требования настоящих Правил применяются, исходя из совокупности свойств наиболее опасных перевозимых грузов.».

Пункт 1.2.1. Перед определением «Верхний предел воспламеняемости» вводится новое определение «Баржа LG»:

«Баржа LG — баржа LG, как она определена в разд. 6 приложения 1 к части I «Классификация» Правил РС/К. Если специально не указано иное, требования настоящих Правил, применяемые к газовозам LG, применяются также и к баржам LG.».

Пункт 1.2.1. Определение «Газовоз LG» заменяется следующим текстом:

«Газовоз LG — газовоз LG, как он определен в разд. 3 приложения 1 к части I «Классификация» Правил РС/К.».

Пункт 1.2.1. В сноску 1 в определении «Метод термического окисления» вносятся следующие изменения:

«¹ В дальнейшем — Кодекс [МКГ](#).».

Пункт 1.2.1. После определения «СПГ (LNG)» вводится новое определение «Судно-бункеровщик СПГ»:

«Судно–бункеровщик СПГ — судно, перевозящее сжиженный природный газ (СПГ) наливом и предназначенное для обеспечения передачи СПГ на суда, использующие СПГ в качестве топлива.».

2 СИМВОЛ КЛАССА

Вводятся новые **пункты 2.2 — 2.2.6** следующего содержания:

«2.2 Дополнительные знаки в символе класса.

2.2.1 Если на судне предусмотрена установка для регазификации перевозимого груза для отгрузки его на берег и если выполняются требования 3.24 части VI «Системы и трубопроводы» к таким установкам, то к основному символу класса судна добавляется знак **RGU** (Regasification unit). При этом дополнительно должны выполняться требования 2.2.5.5 части VII «Электрическое оборудование» и части V «Противопожарная защита».

2.2.2 Если на судне предусмотрена установка повторного сжижения испарившегося груза, удовлетворяющая требованиям 4.2 части VI «Системы и трубопроводы», то к основному символу класса судна добавляется знак **RLU** (Reliquefaction unit). Для подтверждения соответствия судна требованиям, предъявляемым к судам с дополнительным знаком **RLU**, должна быть представлена документация в объеме согласно 3.2.8 настоящей части.

2.2.3 Если на судне предусмотрена установка для сжигания газа, удовлетворяющая требованиям 4.3 части VI «Системы и трубопроводы», то к основному символу класса судна добавляется знак **GCU** (Gas combustion unit).

2.2.4 Если мембранные грузовые емкости для перевозки сжиженного природного газа способны выдерживать давление паров более 25 кПа, но не более 70 кПа, к основному символу класса судна добавляется знак **highPRESS(pressure)**, где в скобках указывается максимально допустимое давление паров в кПа, например: **highPRESS(50)**. Для присвоения судну знака **highPRESS(pressure)** должна быть представлена документация согласно 3.1 настоящей части, подтверждающая выполнение требований, изложенных в 24.1.4 и 24.4 части IV «Хранение груза», 3.16.6 части VI «Системы и трубопроводы» и 4.1 части VIII «Контрольно-измерительные устройства и системы автоматизации».

2.2.5 Судам, перевозящим сжиженный природный газ (метан), использующим груз в качестве топлива и соответствующим требованиям Правил LG, а также Кодекса МКГ, к основному символу класса добавляется знак **GFS** (Gas fuelled ship).

2.2.6 Судам-бункеровщикам СПГ, отвечающим требованиям настоящих Правил и разд. 11 части XVII «Дополнительные знаки символа класса и словесные характеристики, определяющие конструктивные или эксплуатационные особенности судна» Правил РС/К, к основному символу класса добавляется знак **BUNKER LNG**.

При наличии дополнительных функций, связанных с обслуживанием судов, использующих СПГ в качестве топлива, после знака **BUNKER-LNG** добавляются знаки **RE, IG-Supply, BOG** (см. 2.2.66.1 — 2.2.66.3 части I «Классификация» Правил РС/К).

Нумерация существующих **пунктов 2.2 — 2.2.2, 2.2.3** и ссылки на них изменяются на **2.3 — 2.3.2, 2.3.4** соответственно.

В **пункт 2.3** вносятся следующие изменения:

«~~2.2.2.3~~ **Словесные и дополнительные характеристики, — знаки — в символе класса.**».

После **пункта 2.3.2** вводится новый **пункт 2.3.3** следующего содержания:

«2.3.3 К судам, которым в соответствии с 2.3.2 назначается **тип 1G** или **2G/2PG**, применяются следующие дополнительные требования к размещению груза:

.1 если в грузовых емкостях содержатся продукты, для перевозки которых требуется судно **типа 1G**, то ни воспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки 60 °С или менее, ни воспламеняющиеся продукты, перечисленные в приложении 1 к настоящим Правилам, не должны перевозиться в грузовых емкостях, расположенных в пределах защитных зон, указанных в 2.4.1 части II «Требования к общему расположению»;

.2 если в грузовых емкостях содержатся продукты, для перевозки которых требуется судно **типа 2G/2PG**, воспламеняющиеся жидкости, указанные в 2.3.3.1 настоящей части, не должны перевозиться в грузовых емкостях, расположенных в пределах защитных зон, указанных в 2.4.2 части II «Требования к общему расположению»;

.3 в каждом случае для грузовых емкостей, содержащих продукты, в отношении которых требуется судно **типа 1G** или **2G/2PG**, данное ограничение применяется к защитным зонам в пределах протяженности трюмных помещений для этих грузовых емкостей;

.4 воспламеняющиеся жидкости и продукты, указанные в 2.3.3.1, могут перевозиться в пределах этих защитных зон, если продукты, для которых требуется судно **типа 1G** или **2G/2PG**, содержатся в грузовых емкостях в количестве, используемом исключительно для охлаждения, циркуляции или в качестве топлива.».

В **пункте 2.3.4** ссылка на пункт 2.2.1 заменяется ссылкой на пункт 2.3.1.

Существующие **пункты 2.2.4 — 2.2.13** исключаются.

3 КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЯ

Раздел 3 исключается.

4 ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Нумерация существующего **раздела 4**, существующих **глав 4.1 — 4.3** и ссылки на них изменяются на **3** и **3.1 — 3.3** соответственно.

Нумерация существующих пунктов 4.1.1, 4.1.2, 4.2.1 — 4.2.8, 4.3.1 — 4.3.2.3 и ссылки на них изменяются на 3.1.1, 3.1.2, 3.2.1 — 3.2.8 и 3.3.1 — 3.3.2.3 соответственно.

В пункт 3.2.8 вносятся следующие изменения:

«~~4.2.8~~ **3.2.8** Документация для системы повторного сжижения испарившегося груза (**знак RLU**).».

ЧАСТЬ IV. ХРАНЕНИЕ ГРУЗА

19 МАТЕРИАЛЫ

В главу 19.3 вносятся следующие изменения:

19.3 **Материалы основного первичного и вторичного барьеров.**

19.3.1 Металлические материалы, используемые для изготовления ~~основного~~ основного первичного и вторичного барьеров, не образующих конструкций корпуса, должны быть пригодными для восприятия барьерами расчетных нагрузок, ~~которым они могут быть подвергнуты,~~ и должны соответствовать требованиям табл. 2.1-1 — 2.1-3 части IX «Материалы и сварка». При использовании аустенитной стали с высоким содержанием марганца для изготовления грузовых емкостей следует руководствоваться положениями Приложения 7 «Руководство по применению аустенитной стали с высоким содержанием марганца для эксплуатации в криогенных условиях»¹.

19.3.2 Неметаллические материалы и металлические материалы, не упоминаемые в табл. 2.1-1 — 2.1-3 части IX «Материалы и сварка», используемые для изготовления ~~основного первичного~~ и вторичного барьеров, могут быть одобрены Регистром, ~~принимая во внимание с учетом расчетные расчетных нагрузки нагрузок, действующих на барьеры,~~ которым они могут быть подвергнуты, их и свойства и предназначение материалов.

19.3.3 ~~Если для основного и вторичного барьеров используются неметаллические материалы, включая композитные материалы, или если такие материалы включаются в их состав, они должны пройти испытания на проверку следующих свойств, в зависимости от того, что применимо, с целью определения их приемлемости для предусматриваемого использования~~ Неметаллические материалы первичного и вторичного барьеров, включая композитные, должны быть испытаны с целью подтверждения их надежности при эксплуатации и подтверждения следующих характеристик, что применимо:

- ~~.1 совместимости~~ совместимость с грузами грузом;
- ~~.2 скорость «старения»;~~
- ~~.3 механических механические свойств~~ характеристики;
- ~~.4 характеристики~~ термического расширения и сжатия;
- ~~.5 стойкость к стиранию~~ стиранию;
- ~~.6 когезионной когезионная прочности~~ прочность;
- ~~.7 сопротивляемости вибрации~~ виброустойчивость;
- ~~.8 огнестойкости~~ огнестойкость и ~~сопротивления~~ сопротивляемость распространению пламени; и
- ~~.9 стойкости~~ усталостная долговечность и трещиностойкость ~~по отношению к усталостным разрушениям и распространению трещин.~~

19.3.4 ~~Вышеуказанные свойства~~ Параметры, указанные в 19.3.3, где применимо, должны быть подтверждены испытаниями в диапазоне между ожидаемой максимальной в ходе эксплуатации температурой ~~в ходе эксплуатации~~ и температурой на 5 °С ниже минимальной расчетной температуры, но не ниже –196 °С.

19.3.5 ~~Соединение основного и вторичного барьеров~~ Указания по использованию неметаллических материалов.

19.3.5.1 ~~Если для основного и вторичного барьеров используются неметаллические материалы, включая композитные материалы, способы их соединения должны также должны пройти испытания как указано выше~~ Соединения неметаллических материалов, включая композитные, должны быть испытаны в соответствии с требованиями 19.3.3 и 19.3.4.

19.3.5.2 ~~Указания~~ Дополнительные требования по использованию неметаллических материалов при изготовлении ~~основных первичных и дополнительных вторичных~~ барьеров приведены в ~~приложении~~ Приложении 3.

19.3.6 ~~Для использования в основном первичного и вторичном вторичного барьерах барьеров может могут быть рассмотрена возможность применения использованы не огнестойкие и нестойкие к распространению пламени материалы, не являющиеся огнестойкими и стойкими к распространению пламени при условии, что они будут защищены применены соответствующей специальные защитные системы системы, такой как например, система атмосферы инертного газа, или либо оборудованы задерживающим распространение пламени барьером.~~

¹ Дополнительные требования согласно циркуляру ИМО MSC.1/Circ.1599/Rev.3.».

Пункт **19.4.8** исключается.

Вводится новая глава **19.5** следующего содержания:

«19.5 Альтернативные металлические материалы¹.

19.5.1 При использовании в системе хранения груза 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».

¹ Дополнительные требования согласно циркулярам ИМО MSC.1/Circ.1622 и MSC.1/Circ.1648.».

ЧАСТЬ V. ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА

Название раздела **4** заменяется следующим текстом:

«4 ПРОТИВОПОЖАРНОЕ СНАБЖЕНИЕ».

Пункт **4.3** заменяется следующим текстом:

«4.3 Дополнительные требования к средствам защиты экипажа указаны в разд. 2 части X «Специальные требования».».

Пункты 4.4 — 4.10 и ссылки на них исключаются.

ЧАСТЬ VI. СИСТЕМЫ И ТРУБОПРОВОДЫ

2 ТРУБОПРОВОДЫ

В пункт 2.1.1 вносятся следующие изменения:

«2.1.1 Трубопроводы и арматура для сред с рабочей температурой от 0 до –165 °С должны изготавливаться из материалов, указанных в табл. 2.1-4 части IX «Материалы и сварка». Выбор и испытания материалов, используемых в системах трубопроводов, должны отвечать требованиям разд. 2 части IX «Материалы и сварка» с учетом минимальной расчетной температуры. Вместе с тем может быть допущено определенное ослабление требований к качеству материала для открытых трубопроводов газоотвода, при условии, что температура груза на клапане сброса давления при его установочном значении не ниже –55 °С и что в трубопровод для газоотвода не может поступить жидкость. Подобные же ослабления могут быть разрешены при таких же температурных условиях для открытых трубопроводов внутри грузовых емкостей, за исключением трубопроводов разгрузки и всех трубопроводов внутри мембранных и полумембранных танков.

При использовании металлических материалов, не указанных в табл. 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».

В пункт 2.2.1 вносятся следующие изменения:

«2.2.1 Грузовые и технологические трубопроводы, а также одностенные трубопроводы газового топлива, должны соответствовать применимым требованиям к трубопроводам класса I согласно части VIII «Системы и трубопроводы» Правил классификации, если иное не указано в Кодексе МКГ или настоящей части.

Толщина стенок труб, работающих под внутренним давлением, должна быть не менее определяемой по формуле ~~(2.3.1) части VIII «Системы и трубопроводы» Правил классификации~~ (2.2.1): с учетом следующих величин, входящих в формулу.

$$S = (S_0 + b + c) / (1 - |a|/100), \quad (2.2.1)$$

где $S_0 = dp / (2\sigma\varphi + p)$:

S_0 — теоретическая толщина стенки, мм;

d — наружный диаметр трубы, мм;

p — расчетное давление, определяемое согласно 2.2.1.1 — 2.2.1.2.1, МПа;

φ — коэффициент прочности, принимаемый согласно 2.2.1.4;

b — прибавка, учитывающая фактическое утонение трубы при гибке, принимаемая согласно 2.3.4 части VIII «Системы и трубопроводы» Правил классификации, мм;

σ — допускаемое нормальное напряжение, определяемое согласно 2.2.1.5, МПа;

c — прибавка на коррозию, принимаемая по табл. 2.3.1-1 (для стальных труб) и табл. 2.3.1-2 (для труб из цветных металлов) части VIII «Системы и трубопроводы» Правил классификации, мм;

a — минусовый производственный допуск на толщину стенки трубы, % (если используются трубы без минусового допуска, $a = 0$).».

В пункт 2.2.1.4 вносятся следующие изменения:

~~«2.2.1.4. Остальные величины, входящие в формулу, должны отвечать требованиям 2.3.1 части VIII «Системы и трубопроводы» Правил классификации; Коэффициент прочности ϕ в расчетах принимается равным единице для бесшовных труб и для продольношовных и спиральношовных сварных труб, поставленных одобренными изготовителями сварных труб и рассматриваемых в качестве равноценных бесшовным трубам при условии выполнения неразрушающего контроля сварных швов в соответствии со стандартами, согласованными с Регистром.~~

Для других сварных труб значение коэффициента прочности ϕ назначается с учетом требований 2.1.6.1-1 части X «Котлы, теплообменные аппараты и сосуды под давлением Правил классификации.

~~при этом~~ Снижение коэффициентов запаса прочности не допускается.».

В пункт 2.2.1.5 вносятся следующие изменения:

~~«2.2.1.5 Принятые для грузового трубопровода минимальные коэффициенты запаса прочности по временному сопротивлению и пределу текучести материала; должны быть указаны в Свидетельстве.~~

для труб, изготовленных из стали, включая коррозионно-стойкую (нержавеющую) сталь, допускаемые нормальные напряжения, σ в формуле (2.2.1), принимаются равными наименьшему значению из следующих:

$$\sigma = \min\left(\frac{R_m}{2,7}, \frac{R_e}{1,8}\right),$$

где R_m — временное сопротивление при комнатной температуре, МПа;

R_e — минимальный предел текучести при комнатной температуре, МПа. В случае, если эффект текучести у материала отчетливо не выявляется, принимается условный предел текучести $R_{p0,2}$, соответствующий 0,2 % деформации.

Для труб, изготовленных из материалов, иных чем сталь, допускаемые напряжения принимаются по согласованным с Регистром стандартам.».

Пункт 2.2.2. Первый абзац заменяется следующим тестом:

«2.2.2 Минимальные толщины стенок труб ~~должны~~ могут приниматься по табл. 2.3.8 части VIII «Системы и трубопроводы» Правил классификации либо по согласованным с Регистром стандартам.».

9 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРУЗА В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА

Вводится **новый пункт 9.1.1** следующего содержания:

«9.1.1 Использование грузов, требующих перевозки на судах типа 1G, как указано в графе 4 таблицы, приведенной в приложении 1, не допускается. По согласованию с Регистром и Морской Администрацией, грузы, определенные в графе 7 как токсичные продукты, которые должны перевозиться на судах типа 2G/2PG,

могут использоваться в качестве топлива при условии обеспечения равноценного уровня безопасности, какой предусмотрен для метана согласно требованиям настоящих Правил, включая положения раздела 1.3 Кодекса МКГ, и с учетом руководств, разработанных ИМО.».

ЧАСТЬ X. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Раздел 2 заменяется следующим текстом:

«2 ЗАЩИТА ЭКИПАЖА

2.1 Защитное снаряжение.

2.1.1 Для защиты членов экипажа, принимающих участие в обычных грузовых операциях, должно быть предусмотрено соответствующее защитное снаряжение, включая предназначенное для защиты глаз, отвечающее признанному национальному или международному стандарту, с учетом свойств перевозимых грузов.

2.1.2 Защитное снаряжение, предназначенное для индивидуального пользования, должно храниться в специальных шкафах, имеющих четкую маркировку и расположенных в легкодоступных местах.

2.2 Оборудование безопасности.

2.2.1 В дополнение к комплектам снаряжения пожарных, указанным в 4.1 части V «Противопожарная защита», должно быть предусмотрено достаточное количество, но не менее трех комплектов снаряжения, обеспечивающего безопасность персонала при входе в заполненные газом помещения и работе в них.

2.2.2 В комплект снаряжения, требуемого 2.2.1, должны входить:

.1 один автономный дыхательный аппарат с положительным давлением, работающий на сжатом воздухе, с полностью закрывающей лицо маской и запасом атмосферного воздуха не менее 1200 л. Каждый комплект должен быть совместим с комплектом, требуемым 4.1 части V «Противопожарная защита»;

.2 защитная одежда, обувь и перчатки, отвечающие признанному стандарту;

.3 спасательный линь, имеющий стальной сердечник, с поясом; и

.4 фонарь во взрывобезопасном исполнении.

2.2.3 Надлежащий запас сжатого воздуха для дыхательных аппаратов, указанных в 2.2.2.1, должен обеспечиваться:

.1 по меньшей мере одним полностью заряженным комплектом запасных баллонов для каждого из дыхательных аппаратов;

.2 воздушным компрессором надлежащей производительности, способным к непрерывной работе для зарядки баллонов воздухом высокого давления, пригодным для дыхания; и

.3 манифольдом для зарядки, позволяющим осуществлять зарядку достаточного количества запасных баллонов к дыхательным аппаратам.

2.2.4 Оборудование безопасности, указанное в 2.2.1 — 2.2.3, должно храниться в специальных шкафах, имеющих четкую маркировку и расположенных в легкодоступных местах.

2.3 Требования к средствам индивидуальной защиты.

2.3.1 Для каждого находящегося на судне человека должны быть предусмотрены соответствующие средства защиты органов дыхания и глаз для аварийной эвакуации при соблюдении следующих условий:

.1 средства защиты органов дыхания фильтрующего типа не допускаются;

.2 автономный дыхательный аппарат должен работать в течение по меньшей мере 15 мин; и

.3 средства защиты органов дыхания, предназначенные для аварийной эвакуации, не должны использоваться для тушения пожара либо обращения с грузом и должны иметь для этого соответствующую маркировку.

2.3.2 На палубе должны быть предусмотрены одна или несколько соответствующим образом промаркированных душевых для обеззараживания и пунктов для промывания глаз с учетом размера и устройства судна. Работоспособность душевых и пунктов для промывания глаз должна обеспечиваться при любых условиях окружающей среды.

2.3.3 Защитная одежда, указанная в 2.2.2.2, должна быть газонепроницаемой при перевозке продуктов, для которых это требуется главой 19 Международного кодекса постройки и оборудования судов, перевозящих сжиженные газы наливом.

2.4 Средства для оказания первой помощи.

2.4.1 Носилки, подходящие для подъема пострадавшего из расположенных под палубой помещений, должны храниться в легкодоступном месте.

2.4.2 Судно должно иметь на борту медицинское оборудование для оказания первой медицинской помощи, включая кислородное реанимационное оборудование, в соответствии с требованиями Руководства по оказанию первой медицинской помощи при несчастных случаях, связанных с опасными грузами (MFAG), а также с учетом свойств перевозимых грузов.».

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

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

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

В пункт 3.2.4 вносятся следующие изменения:

«**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» Правил L.G. 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. Допускается не проводить термическую обработку после сварки при условии предоставления в сравнительных целях дополнительных образцов сварных соединений, подвергшихся такой обработке.».

В пункт 4.1.10 вносятся следующие изменения:

«**4.1.10** Испытание на коррозионную стойкость в аммиаке.
[Испытание проводится в соответствии с требованиями 4.3.](#)».

Пункты 4.1.10.1 и 4.1.10.2 исключаются.

В **пункт 4.2.10** вносятся следующие изменения:

«**4.2.10** Испытание на коррозионную стойкость в аммиаке.
[Испытание проводится в соответствии с требованиями 4.3.](#)»

Пункты 4.2.10.1 и 4.2.10.2 исключаются.

Вводится **новый пункт 4.3** следующего содержания:

«**4.3 Процедура испытаний на коррозионную стойкость в аммиаке.**

4.3.1 Испытание должно выполняться в соответствии с согласованным стандартом, например, ASTM B858. Стандарт ASTM B85, несмотря на область его применения – медные сплавы, может быть использован для проведения испытания с учетом требований 4.3.1.1 — 4.3.1.3 и 4.3.2 — 4.3.5.

4.3.1.1 Образцы должны быть подготовлены в соответствии со стандартами ISO 7539-2 и ISO 16540. Образцы, перед выполнением испытания на коррозионную стойкость, должны быть испытаны 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 образцов сварных соединений напряжения измеряются для каждой стороны сварного соединения. Во время испытаний образец должен быть зафиксирован с целью сохранения его формы.

4.3.1.2 Три образца из основного металла и три образца сварного соединения должны быть погружены на 30 дней в следующие типы аммиачных сред (6 типов):

в жидком состоянии, полученная путем охлаждения аммиака ниже его температуры кипения, например, $-33,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, при атмосферном давлении, включающая:

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

в газообразном состоянии при температуре окружающей среды ($+25\text{ }^{\circ}\text{C}$) и атмосферном давлении, включающая:

чистый аммиак ($\geq 99,99\%$) (тип 3) и

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

в газообразном состоянии при температуре $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и атмосферном давлении, включающая:

чистый аммиак ($\geq 99,99\%$) (тип 5) и

0,9 % объема кислорода и 99,1 % объема аммиака (тип 6).

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

4.3.1.3 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:

об ориентации, типах и размерах образцов;

о материале, а именно, химический состав и механические свойства при растяжении основного металла, химический состав и механические свойства при

растяжении сварочных материалов, вид сварки, твердость металла сварного соединения и зоны термического влияния;

об испытании на изгиб в четырех точках;

о расчетных напряжениях и деформации;

о методике измерения деформации;

о методике нагружения образцов;

об окружающих условиях (температура, содержание воды и кислорода, водородный показатель pH).

4.3.2 Критерий приемки — наличие коррозионного растрескивания, исследованного с использованием оптического микроскопа с надлежащим увеличением. Необходимо указать местоположение и количество трещин, а также при необходимости провести испытание люминесцентным методом неразрушающего контроля 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.

4.3.3 Испытательная оснастка из коррозионностойкого сплава с расстоянием между наружными роликами 85 мм, приведенная на рис. 4.3.3, предназначена для обеспечения постоянного прогиба образца. Образец электрически изолирован керамическими роликами, чтобы избежать нежелательной гальванической коррозии.

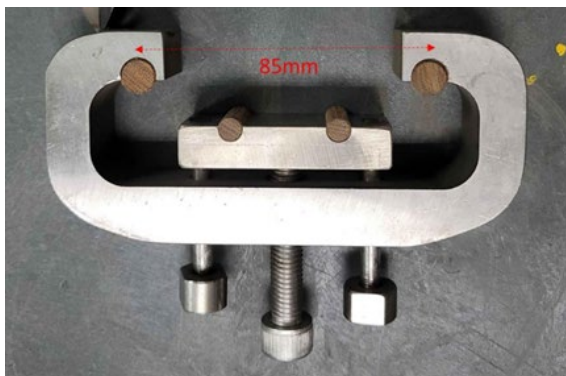


Рис. 4.3.3

Пример конструкции оснастки для испытания на изгиб в четырех точках

4.3.4 Образцы отбираются от горячекатаного листа толщиной 40 мм и не подвергаются термообработке после сварки. Внешний радиус образца соответствует исходной поверхности горячекатаного листа. В аммиачную среду помещают предварительно изогнутый образец. Воздействию аммиачной среды подвергается исходная поверхность листа.

Образцы с изгибом в четырех точках — это плоские полосы одинакового прямоугольного поперечного сечения и одинаковой толщины, за исключением образцов сварного соединения, как показано на рис. 4.3.4. Обследованию подлежит исходная (измеряемая) поверхность листа толщиной 40 мм (в случае образца сварного

соединения – поверхность с валиком). В образцах сварных соединений проверяемым наплавленным валиком является сварное усиление.

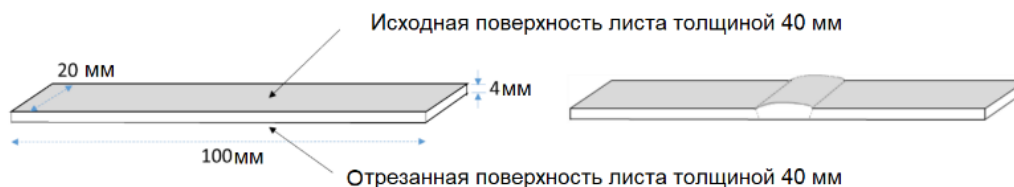


Рис. 4.3.4

Образцы для изгиба в четырех точках (исходный образец и образец сварного соединения)

4.3.5 При измерении прогиба измерительный инструмент с соответствующей шкалой должен быть прикреплен в центре измеряемой поверхности листа. Образец нагружается до достижения требуемого предела текучести после чего образец фиксируется для сохранения формы в процессе испытания.

Величина прогиба y определяется в соответствии со стандартом ISO 16540, а именно:

$$y = \frac{(3H^2 - 4A^2)\sigma}{12Et},$$

где σ — предел текучести;

E — модуль упругости;

t — толщина образца;

A — расстояние между внутренними и наружными опорами;

H — расстояние между наружными опорами.

Для определения предела текучести, необходимого для расчета величины прогиба, следует провести испытание листа толщиной 40 мм на одноосное растяжение.

При испытании образца сварного соединения величина прогиба равна прогибу, устанавливаемому для исходной пластины.».

Вводится **новое Приложение 7** следующего содержания:

«ПРИЛОЖЕНИЕ 7

РУКОВОДСТВО ПО ПРИМЕНЕНИЮ АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ МАРГАНЦА ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ В КРИОГЕННЫХ УСЛОВИЯХ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящее Руководство по применению аустенитной стали с высоким содержанием марганца для эксплуатации в криогенных условиях¹ применяется при проектировании и изготовлении грузовых емкостей с учетом расчетных условий, указанных в разд. 18 части IV «Хранение груза» Правил LG.

¹ В дальнейшем — настоящее Руководство.

2 ОБЛАСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ

2.1 Настоящее Руководство не заменяет требования Правил LG и содержит дополнительные требования к грузовым емкостям из аустенитной стали с высоким содержанием марганца с учетом ограничений, указанных в 2.1.1 и 2.1.2.

2.1.1 Требования распространяются на следующие типы груза и/или топлива, регламентируемые Правилами LG:

- аммиак, ангидрид;
- бутан (все изомеры);
- смесь бутана и пропана;
- диоксид углерода (высокой степени очистки);
- этан;
- этилен;
- метан (СПГ);
- пентан (все изомеры);
- пропан.

2.1.2 Требования распространяются на горячекатаный листовой прокат толщиной от 6 до 40 мм.

2.1.3 Термическая обработка для снятия напряжений в металле после сварки, упомянутая в 19.2.2 части X «Специальные требования» Правил LG, не применяется к грузовым емкостям для аммиака.

2.2 Применение аустенитной стали с высоким содержанием марганца для грузовых емкостей ограничено требованиями настоящего Руководства.

3 ОПРЕДЕЛЕНИЯ

3.1 В настоящем Руководстве приняты следующие определения.

Аустенитная сталь с высоким содержанием марганца — сталь с высоким содержанием марганца для сохранения аустенита в качестве основной фазы при атмосферной и рабочей температуре.

Сварное соединение пониженной прочности — соединение, в котором металл шва имеет более низкий предел текучести или временное сопротивление, чем основной металл.

4 ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

4.1 Технические условия на сталь должны быть согласованы Регистром. Требования к испытаниям и приемке стали приведены в разд. 11.

4.2 Сталь должна быть полностью раскислена и обработана измельчающими зерно элементами. Условие поставки стали — горячая прокатка с последующим контролируемым охлаждением, при необходимости. Соотношение толщины сляба к толщине готового изделия должно быть не менее 3:1. Иные условия поставки должны быть согласованы Регистром.

4.3 Аустенитная сталь с высоким содержанием марганца применяется для листов толщиной от 6 мм до 40 мм. Листы толщиной более 40 мм должны быть согласованы Регистром.

5 ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ

5.1 Химический состав аустенитной стали с высоким содержанием марганца должен соответствовать согласованному стандарту, например, ASTM A1106/A1106M-17, как указано в табл. 5.1, или ISO 21635:2018.

Таблица 5.1

Химический состав (стандарт ASTM A1106/A1106M-17)

Содержание элементов, %								
C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	B	N
0,35 — 0,55	0,10 — 0,50	22,5 — 25,5	<= 0,03	<= 0,01	3,0 — 4,0	,30 — 0,70	<= 0,005	<= 0,05
Примечание: содержание кремния может составлять менее 0,10 % при условии, что содержание алюминия составляет не менее 0,03 % или содержание растворимого в кислоте алюминия составляет не менее 0,025 %.								

6 МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

6.1 Механические свойства основного металла должны соответствовать применимым требованиям части IX «Материалы и сварка», а также согласованным стандартам, применяемым к химическому составу, например, ISO 21635, как указано в табл. 6.1-1, или ASTM A1106/A1106M-17. Механические свойства металла сварного соединения приведены в табл. 6.1-2. Отчет об испытаниях должен содержать сведения, указанные в разд. 11.

Таблица 6.1-1

Механические свойства основного металла (стандарт ISO 21635)

Предел текучести (условный 0,2 %), МПа	Временное сопротивление, МПа	Относительное удлинение, % при $5,65\sqrt{S_0}$
>= 400	800 — 970	>= 22,0
Примечание. Требования к испытаниям на ударный изгиб приведены в табл. 2.1-3 части IX «Материалы и сварка» Правил LG, что применимо.		

Таблица 6.1-2

Механические свойства металла сварного соединения

Предел текучести (условный 0,2%), МПа	Временное сопротивление, МПа	Относительное удлинение, % при $5,65\sqrt{S_0}$
>= 400	>= 660	>= 22,0
Примечание. Требования к испытаниям на ударный изгиб приведены в табл. 2.1-3 части IX «Материалы и сварка» Правил LG, что применимо.		

7 СВАРКА И НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ

7.1 Сварка металла и неразрушающий контроль сварных соединений должны соответствовать требованиям части IX «Материалы и сварка» Правил LG и требованиям к испытаниям и приемке металлов, указанным в разд. 11. Механические свойства сварного соединения приведены в табл. 6.1-2.

8 ИСПЫТАНИЯ И КРИТЕРИИ ПРИЕМКИ

8.1 Требования к испытаниям и критерии приемки металла должны соответствовать требованиям части IX «Материалы и сварка» Правил LG и требованиям к испытаниям и приемке металлов, указанным в разд. 11. Отчет об испытаниях должен содержать сведения, указанные в разд. 11.

9 ОДОБРЕНИЕ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

9.1 Одобрение изготовителя выполняется в соответствии с 1.2 части IX «Материалы и сварка» Правил LG.

10 ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ГРУЗОВЫХ ЕМКОСТЕЙ

10.1 Общие положения.

10.1.1 Случаи загрузки и расчетные условия должны соответствовать положениям разд. 18 части IV «Хранение груза» Правил LG.

10.1.2 В качестве коэффициентов запаса для аустенитных сталей с высоким содержанием марганца для основного металла и металла сварного соединения следует применять коэффициенты, указанные в разд. 21 — 23 части IV «Хранение груза» Правил LG для «аустенитных сталей».

10.2 Условие предельного состояния.

10.2.1 Металл сварных швов аустенитных сталей с высоким содержанием марганца, как правило, имеют меньшую прочность по сравнению с основным металлом. Поэтому минимальное значение предела текучести и временного сопротивления основного металла и металла сварного соединения в соответствии с требованиями разд. 6 должно быть принято в качестве расчетных механических характеристик. Следует также учитывать ограничение для сварных соединений пониженной прочности согласно 18.2.4.1.2 части IV «Хранение груза» Правил LG.

10.3 Устойчивость.

10.3.1 Методика оценки устойчивости элементов грузовых емкостей должна быть согласована Регистром. Расчетные нагрузки определяются согласно 3.4 части IV «Хранение груза» Правил LG. Конструктивные допуски, где применимо, должны быть учтены при выполнении оценки устойчивости в соответствии с требованиями 6.6.2.1 Кодекса.

10.3.2 Следует учитывать, что критерии приемки для случаев нагрузки вследствие затопления судна отличаются от критериев для других случаев нагрузки при выполнении оценки устойчивости элементов.

10.4 Условие усталостной долговечности.

10.4.1 В табл. 10.4.1 приведены $S-N$ кривые, построенные по результатам испытаний стальных образцов в условиях "in air" («на воздухе»). На рис. 10.4.1 приведены $S-N$ кривые для стальных сварных соединений согласно стандарту IIW 1823-07. Указанные кривые могут быть использованы в качестве расчетных усталостных кривых для основного металла и сварного соединения с учетом следующего:

параметры аустенитной стали с высоким содержанием марганца соответствуют $S-N$ кривой категории D для сварного соединения без концентрации напряжений от каких-либо конструктивных элементов согласно табл. 10.4.1;

базовая $S-N$ кривая для аустенитной стали с высоким содержанием марганца — кривая FAT 90 для сварного соединения без концентрации напряжений от каких-либо конструктивных элементов согласно рис. 10.4.1;

применение иных $S - N$ кривых подлежит согласованию с Регистром.
 При построении $S - N$ кривых следует учитывать требования 18.3.4 части IV «Хранение груза» Правил LG.

Таблица 10.4.1

$S - N$ кривые "in air"

Кривая $S - N$	$N \leq 10^7$ циклов		$N > 10^7$ циклов $\log \bar{a}_2$, $m_2 = 5,0$	Предел усталостной долговечности при 10^7 циклах, МПа	Экспонента толщины k	Концентрация конструктивных напряжений, заложенная в детали (класс $S - N$)
	m_1	$\log \bar{a}_1$				
B1	4,0	15,117	17,146	106,97	0	
B2	4,0	14,885	16,856	93,59	0	
C	3,0	12,592	16,320	73,10	0,05	
C1	3,0	12,449	16,081	65,50	0,10	
C2	3,0	12,301	15,835	58,48	0,15	
D	3,0	12,164	15,606	52,63	0,20	1,00
E	3,0	12,010	15,350	46,78	0,20	1,13
F	3,0	11,855	15,091	41,52	0,25	1,27
F1	3,0	11,699	14,832	36,84	0,25	1,43
F3	3,0	11,546	14,576	32,75	0,25	1,61
G	3,0	11,398	14,330	29,24	0,25	1,80
W1	3,0	11,261	14,101	26,32	0,25	2,00
W2	3,0	11,107	13,845	23,39	0,25	2,25
W3	3,0	10,970	13,617	21,05	0,25	2,50

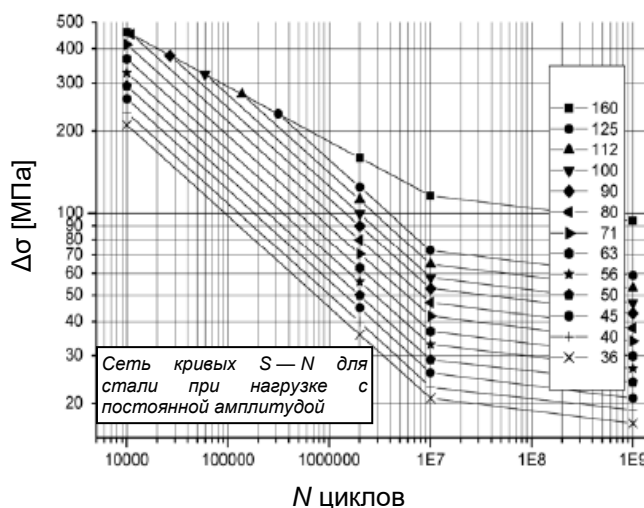


Рис. 10.4.1
 $S - N$ кривые по стандарту IIV 1823-07

10.5 Анализ механики разрушения.

10.5.1 Для грузовой емкости с уменьшенным вторичным барьером должен быть выполнен анализ механики разрушения.

10.5.2 Характеристики вязкости разрушения должны быть определены с использованием согласованных Регистром стандартов. Характеристики вязкости разрушения должны быть определены с учетом скорости загрузки грузовой емкости.

Характеристики скорости распространения усталостных трещин должны быть определены для основного металла и сварных соединений с учетом условий эксплуатации грузовой емкости, принимая во внимание скорость распространения усталостной трещины и изменение интенсивности напряжения, ΔK , на вершине трещины. При выборе параметров скорости распространения усталостных трещин следует учитывать напряжения от статических нагрузок.

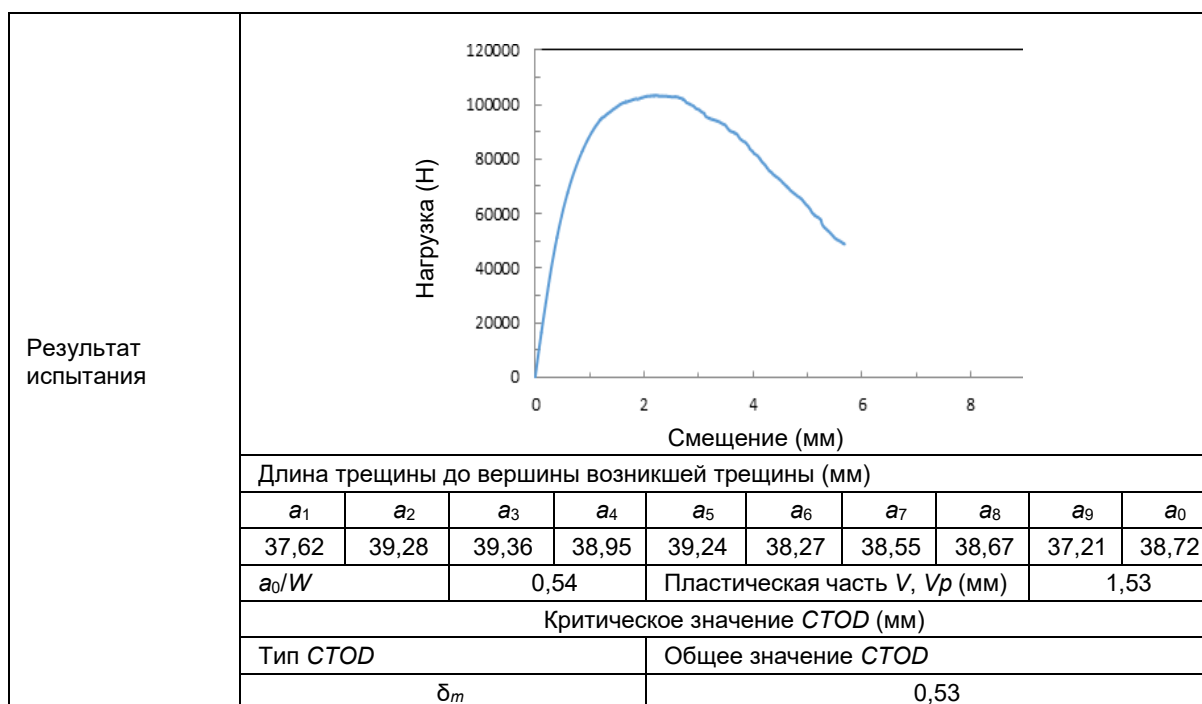
10.5.3 В случаях сверхвысоких статических нагрузок следует применять альтернативные методы, например, анализ механики пластичного разрушения.

10.5.4 Пример типового критического раскрытия вершины трещины (CTOD) в криогенных условиях приведен в табл. 10.5.4.

Таблица 10.5.4

Пример протокола испытаний CTOD

		ОТЧЕТ №			
Стандарт метода испытаний	ISO 12135/15653 Образец №	FCAW-2		Дата испытания	
Конфигурация образца	Квадратное сечение Изгиб в 3 точках ($W = B$)		Ориентация плоскости трещины	$L - T$	
Размеры образца		1	2	3	Средний
	Толщина, B (мм)	40	40	40	40
	Ширина, W (мм)	80	80	80	80
	Длина, S (мм)	320	Толщина острия ножа, z (мм)		0
Испытываемый материал	Модуль упругости Юнга, E (МПа)			182,000	
	YS (прим. 0,2 %), σ_{YSP} (МПа)			474	
	TS, σ_{TSP} (МПа)			780	
	YS (прим. 0,2 %), σ_{YS} (МПа)			655	
	Обработанный вырез (мм)	Ширина, N	Длина, L_{mc}		Радиус корневой части
4,7		32,4		0,1	
Режим испытаний	Температура (°C)			-165	



10.5.5 Для грузовых емкостей типа В с уменьшенным вторичным барьером требуется выполнить анализ механики разрушения, как указано в 22.4 части IV «Хранение груза» Правил LG. Анализ механики разрушения может потребоваться для других типов грузовых емкостей, если это будет необходимо для оценки усталостной долговечности и скорости трещинообразования.

10.6 Сварка.

10.6.1 Требования к сварке должны соответствовать положениям разд. 3 части IX «Материалы и сварка» Правил LG.

10.6.2 При проведении сварки

.1 с целью уменьшения погонной энергии при дуговой сварке первого корневого прохода с применением порошковой сварочной проволоки (FCAW) следует рассмотреть возможность уменьшения величины силы тока, при этом для вертикального положения (PF) следует применять погонную энергию сварки не более 30 кДж/см, так как погонная энергия в нижнем положении (PA) ниже;

.2 расстояние между соплом горелки и сварным швом должно быть минимальным для уменьшения содержания кислорода вблизи сварочной ванны;

.3 в качестве защитного газа для процессов сварки FCAW обычно выбирают смесь аргона (80 %) и углекислого газа (20 %);

.4 следует обеспечить соответствующую вентиляцию для уменьшения опасного воздействия сварочного дыма.

10.7 Неразрушающий контроль.

Объем неразрушающего контроля должен соответствовать требованиям 3.6 части IX «Материалы и сварка» Правил LG. Для аустенитной стали с высоким содержанием марганца следует применять процедуры неразрушающего контроля для аустенитных сталей.

10.8 Коррозионная стойкость.

Должны быть приняты соответствующие меры по защите от коррозии. Например, заполнение грузовых емкостей, выведенных временно из эксплуатации, инертных газом или сухим воздухом.

11 ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЯМ И ПРИЕМКЕ АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ МАРГАНЦА

11.1 Испытание основного металла.

11.1.1 Химический состав должен быть в соответствии с согласованным стандартом, например, ASTM A1106/A1106M-17 или ISO 21635:2018.

Критерии приемки должны соответствовать согласованному стандарту.

11.1.2 Анализ микроструктуры.

Анализ должен выполняться в соответствии с 1.9 части IX «Материалы и сварка» Правил LG и согласованными стандартами, например, ASTM E112.

Критерий приемки — микроструктура, включая размер зерна, неметаллические включения. Отчет об испытаниях предоставляется в Регистр для сведения.

11.1.3 Испытание на растяжение.

Испытание должно выполняться в соответствии с 1.4 части IX «Материалы и сварка» Правил LG. Образцы должны быть взяты из трех плавок различного состава для испытаний при комнатной и криогенной температуре.

Критерии приемки — предел текучести, прочность на разрыв и удлинение. Критерии должны соответствовать согласованному стандарту для химического состава металла согласно 11.2.1, например, ASTM A1106/A1106M-17 или ISO 21635:2018.

11.1.4 Испытание на ударный изгиб.

Испытание должно выполняться в соответствии с 1.3 части IX «Материалы и сварка» Правил LG.

Критерии приемки указаны в табл. 2.1-3 части IX «Материалы и сварка» Правил LG.

11.1.5 Испытания на ударный изгиб механически состаренных образцов.

Испытание должно выполняться в соответствии с согласованным стандартом, например, ASTM E23.

Критерии приемки указаны в табл. 2.1-3 части IX «Материалы и сварка» Правил LG.

11.1.6 Испытание падающим грузом.

Испытание должно выполняться в соответствии с согласованным стандартом, например, ASTM E208, при температуре $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Критерий приемки — отсутствие разрушения при температуре испытания, определенной применяемым стандартом.

11.1.7 Испытание на усталостную долговечность ($S - N$ кривая).

При определении $S - N$ кривых следует учитывать требование 18.3.4.2 части IV «Хранение груза» Правил LG.

Критерий приемки — соответствие результатов испытаний параметрам $S - N$ кривых (усталостная долговечность должна быть не ниже), принятых в соответствии со стандартом IIW.

11.1.8 Испытание на трещиностойкость ($CTOD$).

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

Критерий приемки — минимальное значение $CTOD$, которое должно соответствовать значению, указанному в согласованной Регистром спецификации для

испытаний при комнатной и криогенной температуре для расчетных условий. Минимальное значение *CTOD* — 0,2 мм.

11.1.9 Испытание на коррозионную стойкость.

Испытание должно выполняться в соответствии с согласованным стандартом, как указано в 11.1.9.1 — 11.1.9.4.

Критерии приемки должны соответствовать согласованному стандарту.

11.1.9.1 Испытание на стойкость к межкристаллитной коррозии.

Испытание должно выполняться в соответствии с согласованным стандартом, например, ASTM A262.

Критерии приемки должны соответствовать согласованному стандарту.

11.1.9.2 Испытание на общую коррозионную стойкость.

Испытание должно выполняться в соответствии с согласованным стандартом, например, ASTM G31.

Критерии приемки должны соответствовать согласованному стандарту.

11.1.9.3 Испытание на коррозионное растрескивание под напряжением.

Испытание должно выполняться в соответствии с согласованными стандартами, например, ASTM G36 и ASTM G123.

Критерии приемки должны соответствовать согласованному стандарту.

11.1.9.4 Испытание на коррозионную стойкость в аммиаке.

Испытание проводится в соответствии с требованиями 11.3.

11.2 Испытание сварных соединений (включая зону термического влияния).

11.2.1 Анализ микроструктуры.

Анализ должен выполняться в соответствии с 1.9 части IX «Материалы и сварка» Правил LG и согласованными стандартами, например, ASTM E112.

Критерий приемки — микроструктура, включая размер зерна, неметаллические включения. Отчет об испытаниях предоставляется в Регистр для сведения.

11.2.2 Определение твердости.

Определение твердости должно выполняться в соответствии с 1.9 части IX «Материалы и сварка» Правил LG и согласованными стандартами, например, ISO 6507-1.

Критерий приемки — значение твердости. Отчет об испытаниях предоставляется в Регистр для сведения.

11.2.3 Испытание поперечных плоскоразрывных образцов на статическое растяжение.

Испытание должно выполняться в соответствии с 3.3.5.1 части IX «Материалы и сварка» Правил LG, 4.2.2.2 части XIV «Сварка» Правил РС/К и согласованных стандартов, например, ASTM E8/E8M, для сварных соединений пониженной прочности.

Критерии приемки принимаются в соответствии с 18.2.4.1.2 части IV «Хранение груза» Правил LG.

11.2.4 Испытание на ударный изгиб.

Испытание должно выполняться в соответствии с 1.3 и 3.3.5.3 части IX «Материалы и сварка» Правил LG.

Критерии приемки принимаются в соответствии с пунктом 3.3.5.3 части IX «Материалы и сварка» Правил LG.

11.2.5 Испытание на трещиностойкость (*CTOD*).

Испытание должно выполняться в соответствии с согласованным стандартом, например, ASTM E1820 или BS 7448 или ISO 15653.

Критерий приемки — минимальное значение $CTOD$, которое должно соответствовать значению, указанному в согласованной Регистром спецификации для испытаний при комнатной и криогенной температуре для расчетных условий. Минимальное значение $CTOD$ — 0,2 мм.

11.2.6 Испытание на вязкопластическое разрушение (J_{IC}).

Испытание должно выполняться в соответствии с согласованным стандартом, например, ASTM E1820 или ISO 15653. По согласованию с Регистром испытание на вязкопластическое разрушение может не проводиться.

Критерии приемки должны соответствовать согласованному стандарту.

11.2.7 Испытание поперечных образцов на статический изгиб.

Испытание должно выполняться в соответствии с 1.5 части IX «Материалы и сварка» Правил LG.

Критерий приемки — отсутствие разрушения после изгиба на 180° , как это требуется для сварного металла в соответствии с 3.3.5.2 части IX «Материалы и сварка» Правил LG.

11.2.8 Испытание на усталостную долговечность.

При определении $S-N$ кривых следует учитывать требование 18.3.4.2 части IV «Хранение груза» Правил LG.

Критерий приемки — соответствие результатов испытаний параметрам $S-N$ кривых (усталостная долговечность должна быть не ниже), принятых в соответствии со стандартом IIW.

11.2.9 Испытание на коррозионную стойкость.

Испытание должно выполняться в соответствии с согласованным стандартом, как указано в 11.1.9.1 — 11.1.9.4.

Критерии приемки должны соответствовать согласованному стандарту.

11.2.9.1 Испытание на стойкость к межкристаллитной коррозии.

Испытание должно выполняться в соответствии с согласованным стандартом, например, ASTM A262.

Критерии приемки должны соответствовать согласованному стандарту.

11.2.9.2 Испытание на общую коррозионную стойкость.

Испытание должно выполняться в соответствии с согласованным стандартом, например, ASTM G31.

Критерии приемки должны соответствовать согласованному стандарту.

11.2.9.3 Испытание на коррозионное растрескивание под напряжением.

Испытание должно выполняться в соответствии с согласованными стандартами, например, ASTM G36 и ASTM G123.

Критерии приемки должны соответствовать согласованному стандарту.

11.2.9.4 Испытание на коррозионную стойкость в аммиаке.

Испытание проводится в соответствии с требованиями 11.3.

11.3 Процедура испытаний на коррозионную стойкость в аммиаке.

11.3.1 Испытание должно выполняться в соответствии с согласованным стандартом, например, ASTM B858. Стандарт ASTM B858, несмотря на область его применения — медные сплавы, — может быть использован для аустенитной стали с высоким содержанием марганца с учетом требований 11.3.1.1 — 11.3.1.3 и 11.3.2 — 11.3.5.

11.3.1.1 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 металла 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.

11.3.1.2 Три образца из основного металла и три образца сварного соединения должны быть погружены на 30 дней в следующие типы аммиачных сред (6 типов):

в жидком состоянии, полученная путем охлаждения аммиака ниже его температуры кипения, например, $-33,5$ °C, при атмосферном давлении, включающая:

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

2,5 ч/млн кислорода (тип 2);

в газообразном состоянии при температуре окружающей среды ($+25$ °C) и атмосферном давлении, включающая:

чистый аммиак ($\geq 99,99$ %) (тип 3) и

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

в газообразном состоянии при температуре -20 °C и атмосферном давлении, включающая:

чистый аммиак ($\geq 99,99$ %) (тип 5) и

0,9 % объема кислорода и 99,1 % объема аммиака (тип 6).

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

11.3.1.3 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:

об ориентации, типах и размерах образцов;

о материале, а именно, химический состав и механические свойства при растяжении основного металла, химический состав и механические свойства при растяжении сварочных материалов, вид сварки, твердость металла сварного соединения и зоны термического влияния;

об испытании на изгиб в четырех точках;

о расчетных напряжениях и деформации;

о методике измерения напряжения;

о методике нагружения образцов;

об окружающих условиях (температура, содержание воды и кислорода, водородный показатель pH).

11.3.2 Критерий приемки — наличие коррозионного растрескивания, исследованного с использованием оптического микроскопа с надлежащим увеличением. Необходимо указать местоположение и количество трещин, а также при необходимости провести испытание люминесцентным методом неразрушающего контроля 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.

11.3.3 Испытательная оснастка из коррозионностойкого сплава с расстоянием между наружными роликами 85 мм, приведенная на рис. 11.3.3, предназначена для обеспечения постоянного прогиба образца. Образец электрически изолирован керамическими роликами, чтобы избежать нежелательной гальванической коррозии.

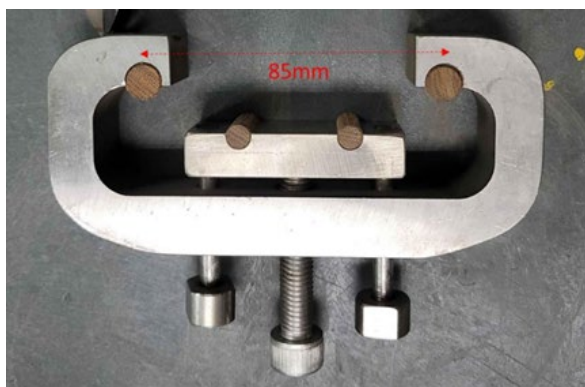


Рис. 11.3.3

Пример конструкции оснастки для испытания на изгиб в четырех точках

11.3.4 Образцы отбираются от горячекатаного листа толщиной 40 мм и не подвергаются термообработке после сварки. Внешний радиус образца соответствует исходной поверхности горячекатаного листа. В аммиачную среду помещают предварительно изогнутый образец. Воздействию аммиачной среды подвергается исходная поверхность листа.

Образцы с изгибом в четырех точках — это плоские полосы одинакового прямоугольного поперечного сечения и одинаковой толщины, за исключением образцов сварного соединения, как показано на рис. 11.3.4. Обследованию подлежит исходная (измеряемая) поверхность листа толщиной 40 мм, в случае образца сварного соединения — поверхность с валиком. В образцах сварных соединений проверяемым наплавленным валиком является сварное усиление.

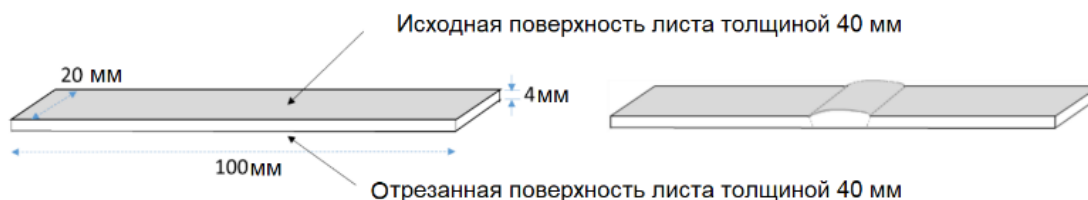


Рис. 11.3.4

Образцы для изгиба в четырех точках: исходный образец и образец сварного соединения

11.3.5 При измерении прогиба измерительный инструмент с соответствующей шкалой должен быть прикреплен в центре измеряемой поверхности листа. Образец нагружается до достижения требуемого предела текучести после чего образец фиксируется для сохранения формы в процессе испытания.

Величина прогиба y определяется в соответствии со стандартом ISO 16540, а именно:

$$Y = \frac{(3H^2 - 4A^2)\sigma}{12Et},$$

где

σ — предел текучести;

E — модуль упругости;

t — толщина образца;

A — расстояние между внутренними и наружными опорами,

H — расстояние между наружными опорами.

Для определения предела текучести, необходимого для расчета величины прогиба, следует провести испытание листа толщиной 40 мм на одноосное растяжение.

При испытании образца сварного соединения величина прогиба равна прогибу, устанавливаемому для исходной пластины.».

Российский морской регистр судоходства

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

Утверждено: 26-106467

ФАУ «Российский морской регистр судоходства»
191186, г. Санкт-Петербург, ул. Миллионная, д. 7, литера А

www.rs-class.org/ru/