РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОХОДСТВА

ПРАВИЛА

КЛАССИФИКАЦИИ И ПОСТРОЙКИ СУДОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ НАЛИВОМ

НД № 2-020101-131

Санкт-Петербург
2020

gost.e-ecolog.ru

Правила классификации и постройки судов для перевозки сжиженных газов наливом утверждены в соответствии с действующим положением и вступают в силу 1 января 2020 года.

Настоящее издание составлено на основе последней версии Правил 2019 года.

Правила устанавливают требования, специфические для судов, перевозящих сжиженные газы наливом, и дополняют Правила классификации и постройки морских судов и Правила по оборудованию морских судов Российского морского регистра судоходства.

© Российский морской регистр судоходства, 2020

ПЕРЕЧЕНЬ ИЗМЕНЕНИЙ

(изменения сугубо редакционного характера в Перечень не включаются)

Изменяемые пункты/главы/разделы	Информация по изменениям	№ и дата циркулярного письма, которым внесены изменения	Дата вступления в силу
Часть I, пункт 4.5	Введен новый пункт, содержащий требования к документации по мембранным системам хранения сжиженного природного газа с учетом опыта технического наблюдения	328-04-1372ц от 10.04.2020	10.04.2020
Часть IV, пункт 19.2.1	Уточнены требования к расчету температуры корпусных конструкций	328-04-1411ц от 09.07.2020	10.08.2020
Часть V, пункт 2.1.1	Уточнены требования для окон и иллюминаторов с учетом Международного кодекса постройки и оборудования судов, перевозящих сжиженные газы наливом (Кодекса МКГ)	313-13-1352ц от 13.03.2020	13.03.2020
Часть VI, пункт 2.1.3.1	Уточнены требования к защите поверхности грузовых трубопроводов тепловой изоляцией и учету свойств тепловой изоляции грузовых трубопроводов в расчетах с учетом УИ МАКО GC25 (Rev.1 Apr 2019)	313-79-1408ц от 07.07.2020	01.07.2020
Часть VI, пункт 3.16.3	Уточнены требования к пропускной способности предохранительных устройств межбарьерных пространств с учетом УИ МАКО GC28 (Rev.1 Dec 2019)	313-79-1317ц от 28.01.2020	28.01.2020
Часть VI, пункт 3.19.3	Вводится новый пункт, содержащий требования к расчету пропускной способности предохранительных устройств межбарьерных пространств с учетом УИ МАКО GC28 (Rev.1 Dec 2019)	313-79-1317ц от 28.01.2020	28.01.2020

ЧАСТЬ I. КЛАССИФИКАЦИЯ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Область распространения.

1.1.1 Правила классификации и постройки судов для перевозки сжиженных газов наливом[1] 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 таблице технических требований (приложение 1).

На суда для перевозки сжиженных газов наливом[2] 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 судов[3] распространяются на газовозы LG в той мере, в какой это оговаривается в тексте Правил LG.

1.2 Определения и пояснения.

1.2.1 В Правилах LG приняты следующие определения.

Верхний предел воспламеняемости (ВПВ) — концентрация углеводородного газа в воздухе, свыше которой содержание воздуха оказывается недостаточным для поддержания и распространения процесса горения.

Вторичный барьер — не пропускающий жидкость внешний элемент грузосодержащей системы, предназначенный для временного хранения любых возможных утечек жидкого груза через первичный барьер и предотвращающий понижение температуры корпусных конструкций судна до опасного уровня.

Газобезопасное пространство — пространство, которое не является газоопасным.

Газовоз LG — судно, предназначенное для перевозки наливом сжиженных газов и других грузов, перечисленных в таблице технических требований (приложение 1).

Газоопасное пространство (включая взрывоопасное пространство) — пространство в грузовой зоне, которое не оборудовано одобренным образом или устройством, обеспечивающим постоянное поддержание безопасной атмосферы;

закрытое пространство вне грузовой зоны, через которое проходит трубопровод, содержащий груз в жидком или газообразном состоянии, или в пределах которого такой трубопровод оканчивается, если не установлены одобренные устройства для предупреждения любой утечки паров груза в атмосферу данного пространства;

грузосодержащая система и грузовые трубопроводы;

трюмное помещение, где груз перевозится в грузосодержащей системе, для которой не требуется вторичный барьер;

помещение, отделенное одинарным стальным газонепроницаемым контуром от трюмного помещения, в котором расположена грузосодержащая система, требующая вторичного барьера;

грузовое насосное и грузовое компрессорное отделения;

пространство на открытой палубе; полузакрытое помещение на открытой палубе в районе 3 м от любого выпускного отверстия грузовой емкости, отверстия для выхода газа или паров, фланцев грузового трубопровода, грузовых клапанов, входов и вентиляционных отверстий, ведущих в грузовое насосное или в грузовое компрессорное отделения;

открытая палуба над грузовой зоной плюс 3 м в нос и в корму от грузовой зоны и на высоту 2,4 м над верхней палубой;

---

[1] В дальнейшем — Правила LG.
[2] В дальнейшем — газовозы LG.
[3] В дальнейшем — Правила классификации.

пространство в пределах 2,4 м от внешней поверхности грузосодержащей системы, где такая поверхность подвержена воздействию внешней среды;

закрытое или полузакрытое помещение, в котором расположены трубопроводы, предназначенные для груза. (Помещение, которое содержит оборудование для обнаружения газа, указанное в 6.3 части VIII «Контрольно-измерительные устройства и системы автоматизации», и помещение, в котором используется испаряющийся газ в качестве топлива и которое отвечает требованиям части VI «Системы и трубопроводы», не считаются газоопасными пространствами);

помещение для грузовых шлангов;

закрытое или полузакрытое помещение, имеющее непосредственный выход в любое газоопасное пространство.

Грузовая емкость — непроницаемая для жидкости емкость, спроектированная как первичный резервуар для груза, а также включающая все подобные емкости независимо от того, имеют они изоляцию и/или вторичные барьеры или нет.

Грузовая зона — часть судна, в которой расположены грузосодержащая система, грузовое насосное и компрессорное отделения, включая палубные пространства над этими помещениями по всей ширине и длине судна, но исключая коффердамы, балластные и пустые помещения у носовой переборки носового трюмного помещения и у кормовой переборки кормового трюмного помещения.

Грузовые машинные помещения — помещения, где расположены грузовые компрессоры или насосы, установки для обработки груза, включая установки, передающие газообразное топливо в машинное отделение.

Грузовые служебные помещения — помещения площадью более 2 $м^2$ в грузовой зоне, используемые как мастерские, кладовые и склады.

Грузосодержащая система — система, которая предназначена для операций с грузом и в которой содержится груз, а также первичный и вторичный барьеры, изоляция, любые промежуточные пространства и прилегающие конструкции, необходимые для их крепления.

Грузы — вещества, перечисленные в таблице технических требований (приложение 1) и перевозимые наливом на судах, которые отвечают требованиям Правил LG.

Давление пара — абсолютное равновесное давление насыщенного пара над жидкостью при определенной температуре, выраженное в кПа.

Жилые помещения — см. 1.5.2 части VI «Противопожарная защита» Правил классификации.

Закрытие емкости — конструкция, предназначенная для защиты грузосодержащей системы от повреждения, если она выступает над верхней палубой и/или служит для обеспечения непрерывности и целости палубной конструкции.

Замкнутый контур для отбора проб — система отбора проб груза, при использовании которой утечка паров груза в атмосферу сводится к минимуму путем возвращения продукта в грузовую емкость в процессе отбора проб.

Изолированное пространство — межбарьерное или иное пространство, полностью или частично заполненное изоляцией.

Коффердам — пространство между двумя смежными стальными переборками или палубами. Этим пространством может быть пустое помещение или балластная цистерна.

Купол емкости — верхняя часть грузовой емкости, выступающая над верхней палубой или закрытием емкости.

MARVS — максимально допустимое установочное давление подрыва предохранительного клапана грузовой емкости.

Межбарьерное пространство — пространство между первичным и вторичным барьерами, полностью или частично заполненное изоляцией или другим материалом.

Метод термического окисления — метод, предусматривающий систему, в которой испарившийся газ используется в качестве топлива для использования на судне, либо систему

утилизации тепла, к которой применяются положения главы 16 Международного кодекса постройки и оборудования судов, перевозящих сжиженные газы наливом[1], либо систему, не использующую газ в качестве топлива, отвечающую Кодексу.

Нижний предел воспламеняемости (НПВ) — концентрация углеводородного газа в воздухе, ниже которой невозможно поддержание и распространение процесса горения.

Первичный барьер — внутренний элемент грузосодержащей системы, рассчитанный на хранение груза, если эта система включает два барьера.

Плотность пара — относительный вес пара по сравнению с весом воздуха эквивалентного объема при одинаковых давлении и температуре.

Пост управления грузовыми операциями — помещение, используемое для управления грузовыми операциями и соответствую-щее требованиям разд. 10 части VI «Системы и трубопроводы».

Посты управления — см. 1.5.1 части VI «Противопожарная защита» Правил классификации.

Потребитель газа — любая установка на судне, которая в качестве топлива использует пары груза.

Пустое помещение — закрытое пространство в грузовой зоне вне грузосодержащей системы, не являющееся трюмным помещением или балластной цистерной, топливной цистерной, грузовым насосным или компрессорным помещением, любым помещением, обычно посещаемым экипажем.

Система регазификации (Regasification plant) — совокупность оборудования для регазификации, включающая питательный насос, всасывающий коллектор, установку регазификации, систему теплоносителя регазификации, коллектор отгрузки, манифолд выдачи и вспомогательные трубопроводы.

Система теплоносителя регазификации — система трубопроводов для подвода тепловой энергии в целях получения заданных параметров газа для отгрузки.

Служебное помещение — см. 1.5.3 части VI «Противопожарная защита» Правил классификации.

СПГ (LNG) — сжиженный природный газ, в основном состоящий из метана.

СНГ (LPG) — сжиженный нефтяной газ, в основном состоящий из углеводородов (смеси пропана и бутана в любом сочетании), состав которого может содержать в небольших количествах другие компоненты, такие как сероводород или алкилы свинца.

Температура кипения — температура, °С, при которой груз имеет давление пара, равное атмосферному барометрическому давлению.

Трюмное помещение — пространство, которое ограничено конструкциями корпуса и в котором расположена грузосодержащая система. Если вторичный барьер является частью конструкции корпуса, он может быть границей трюмного помещения.

Турельные отсеки — помещения и шахты, в которых содержится оборудование и механизмы для захвата отсоединяемых систем точечных (с турелью) систем швартовки и разобщения с такими системами, гидравлические эксплуатационные системы высокого давления, средства противопожарной защиты и клапаны для передачи груза.

Установка для сжигания газа (УСГ) — средство утилизации избыточных паров груза путем термического окисления.

Установка регазификации (Regasification unit) — бустерный насос, испаритель и трубопроводы.

[1] В дальнейшем — Кодекс.

2 СИМВОЛ КЛАССА

2.1 Символ класса судна.

2.1.1 Основной символ класса судна и дополнительные знаки присваиваются в соответствии с требованиями 2.2 части I «Классификация» Правил классификации.

2.2 Словесная характеристика в символе класса.

2.2.1 Суда, отвечающие требованиям Правил классификации и Правил LG, к основному символу класса (см. разд. 2 части I «Классификация» Правил классификации) получают словесную характеристику: **газовоз (gas carrier)**.

2.2.2 В зависимости от того, в какой степени судно отвечает требованиям части III «Остойчивость. Деление на отсеки. Надводный борт», а также от расположения грузовых емкостей относительно наружной обшивки судна и от степени обеспечения живучести судна, с учетом степени биологической опасности допущенных к перевозке грузов, к словесной характеристике добавляются слова: **тип 1G**, **тип 2G**, **тип 2PG**, **тип 3G (type 1G, type 2G, type 2PG, type 3G)**.

2.2.3 Если газовоз LG предназначен для перевозки только одного конкретного груза, в символе класса дополнительно указывается название этого груза, например, **газовоз тип 2G (этилен) (gas carrier type 2G (ethylene))**. В этом случае требования, предъявляемые к судну, должны учитывать конкретные опасности, связанные с перевозкой этого груза.

2.2.4 Если газовоз LG предназначен для перевозки нескольких конкретных грузов, требования назначаются, исходя из совокупности свойств наиболее опасных перевозимых грузов.

2.2.5 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, не должны перевозиться в грузовых емкостях, расположенных в пределах защитных зон, указанных в 2.4.1 части II «Требования к общему расположению».

2.2.6 Если в грузовых емкостях содержатся продукты, для перевозки которых требуется судно **типа 2G/2PG**, воспламеняющиеся жидкости, указанные в 4.2.6, не должны перевозиться в грузовых емкостях, расположенных в пределах защитных зон, указанных в 2.4.2 части II «Требования к общему расположению».

2.2.7 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.

2.2.8 Воспламеняющиеся жидкости и продукты, указанные в 4.2.6, 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.

2.2.9 Если на газовозе предусмотрена установка для регазификации перевозимого груза для отгрузки его на берег и если выполняются требования 3.22 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».

2.2.10 Если на газовозе 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 4.4.

2.2.11 Если на газовозе 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)**.

3 КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЯ

3.1 Первоначальное и/или периодические освидетельствования газовозов LG с целью присвоения и/или подтверждения класса проводятся в соответствии с разд. 8 части III «Дополнительные освидетельствования судов в зависимости от их назначения и материала корпуса» Правил классификационных освидетельствований судов в эксплуатации.

3.2 Освидетельствование судна с целью выдачи Свидетельства проводится при первоначальном или периодическом освидетельствовании судна.

3.3 Ежегодные освидетельствования судна проводятся в пределах 3 мес. до или после истечения каждого годичного срока со дня выдачи Свидетельства и имеют целью установить, что оборудование, арматура, устройства и материалы судна удовлетворяют соответствующим требованиям Правил LG.

О проведенных освидетельствованиях делается соответствующая запись в Свидетельстве.

4 ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ СУДНА В ПОСТРОЙКЕ

4.1 В дополнение к технической документации, указанной в разд. 3 части I «Классификация» Правил классификации, на рассмотрение Регистру должна быть представлена следующая техническая документация, подтверждающая выполнение Правил LG[1]:

.1 чертежи и расчеты прочности грузовых емкостей с указанием расстояния от обшивки борта и днища до емкостей (*);

.2 чертежи опор и других конструкций для крепления вкладных грузовых емкостей (*);

.3 чертежи и схемы систем и трубопроводов для груза с указанием таких узлов, как компенсаторы, фланцевые соединения, запорная и регулирующая арматура (*);

.4 чертежи и описания установки инертных газов (*);

.5 обоснование годности огнетушащих веществ, приборов системы обнаружения и тушения пожара для перевозимых грузов, а также документы, подтверждающие принятые в проекте расчетное время тушения пожара, интенсивность подачи огнетушащих веществ и запас огнетушащих веществ на судне (**);

.6 схемы и расчеты системы вентиляции помещений в грузовой зоне и других помещений, к которым необходим доступ для выполнения грузовых операций. На схемах должны быть приведены данные о годности материалов, примененных для изготовления крылаток вентиляторов и воздуховодов (*);

.7 схемы и расчеты газоотводной системы (*);

.8 чертежи и описания всех систем и устройств для измерения количества и характеристик груза и обнаружения газов (*);

.9 схемы и расчеты осушительной и балластной систем в грузовой зоне, насосных отделениях, коффердамах, туннелях трубопроводов, помещениях для вкладных грузовых емкостей и т.д. (*);

.10 обоснование годности изоляционных материалов, примененных в грузовой зоне, а также сведения о технологии их изготовления, условиях хранения, методах контроля качества, степени вредного воздействия солнечной радиации, вибрационной и температурной стойкости (**);

.11 чертежи быстрозапорных устройств грузосодержащей системы (*);

.12 схемы систем подогрева и охлаждения груза и расчет теплопередачи (*);

.13 чертежи предохранительных и вакуумных предохранительных клапанов грузовых емкостей (*);

.14 схемы систем регулирования давления и температуры груза (*);

.15 расчеты напряжений в грузовых и других трубопроводах, содержащих груз при температуре ниже -110 °С (**);

---

[1]Штампы по результатам рассмотрения документации, отмеченной знаками (*) и (**), согласно 3.1.4 части I «Классификация» Правил классификации.

.16 схемы трубопроводов, относящихся к использованию груза в качестве топлива, с указанием отдельных узлов соединений труб, расположения и конструкции арматуры (*);

.17 схемы электрических приводов установок повторного сжижения испарившегося груза, охлаждения сжиженных газов, грузовых насосов и компрессоров, выработки инертных газов, вентиляции взрывоопасных помещений и воздушных шлюзов, а также функциональные схемы систем управления вышеуказанных установок (*);

.18 функциональные схемы электрических систем измерений и сигнализации (*);

.19 функциональные схемы систем автоматического и дистанционного отключения электрического оборудования, дистанционного управления клапанами обогрева корпусных конструкций (*);

.20 чертежи прокладки кабелей во взрывоопасных помещениях и пространствах (*);

.21 чертежи заземления электрического оборудования, кабелей, трубопроводов, установленных в газоопасных пространствах (*);

.22 обоснование годности электрического оборудования (**);

.23 методика работ по механическому снятию напряжений вкладных грузовых емкостей (**);

.24 анализ характера и последствий отказов систем получения и распределения электроэнергии и связанных с ними систем управления (см. 2.1.4 части VII «Электрическое оборудование») (**);

.25 план проверок/освидетельствований системы хранения груза (*);

.26 руководство по эксплуатации грузовой системы в соответствии с требованиями главы 18 Кодекса (*).

4.2 На чертежах общего расположения судна или на отдельных чертежах должно быть показано расположение:

.1 грузовых люков (куполов емкостей) и любых других отверстий в грузовых емкостях;

.2 дверей, люков и любых других отверстий в газоопасные пространства или зоны (см. 2.1 части VII «Электрическое оборудование»);

.3 газоотводных труб и мест забора и выпуска воздуха системы вентиляции;

.4 дверей, иллюминаторов, тамбуров, мест выхода вентиляционных каналов и других отверстий в помещениях надстройки и помещениях, примыкающих к грузовой зоне;

.5 предполагаемая разбивка грузовых емкостей на группы с целью разделения груза.

4.3 На рассмотрение Регистру должен быть представлен перечень грузов, предназначенных к перевозке на судне, с указанием основных химических и физических свойств, а также опасных свойств, связанных с их перевозкой и хранением.

4.4 Для подтверждения соответствия судна требованиям, предъявляемым к судам с дополнительным знаком **RLU** и к установке повторного сжижения испарившегося груза, в дополнение к технической документации, указанной в 4.1, до начала постройки судна на рассмотрение Регистру должна быть представлена следующая техническая документация[1]:

.1 техническое описание установки повторного сжижения испарившегося груза (**);

.2 расчет требуемой производительности установки повторного сжижения испарившегося груза с учетом тепловых притоков для каждой грузовой емкости (**);

.3 чертежи расположения установки повторного сжижения испарившегося груза и соответствующего оборудования (компрессоры, теплообменные аппараты, насосы, сосуды под давлением, сепараторы) на судне с указанием выходных путей из помещений, в которых размещается установка, и мест размещения устройств стационарной системы обнаружения газа (*);

.4 чертежи расположения трубопроводов холодильного агента, холодоносителя и охлаждающей воды с указанием узлов прохода через переборки, палубы и платформы (*);

.5 чертежи расположения электрического оборудования и оборудования автоматизации установки повторного сжижения испарившегося груза (*);

[1]Штампы по результатам рассмотрения документации, отмеченной знаками (*) и (**), согласно 3.1.4 части I «Классификация» Правил классификации.

.6 принципиальные схемы систем вентиляции помещений с оборудованием установки повторного сжижения испарившегося груза с указанием водонепроницаемых, газонепроницаемых и противопожарных переборок, а также кратности воздухообмена (*);

.7 принципиальные схемы систем холодильного агента, холодоносителя, охлаждающей воды с указанием их теплотехнических свойств (*);

.8 функциональная схема и описание системы аварийного отключения установки повторного сжижения испарившегося груза и ее взаимодействия с системой аварийного отключения общесудовой грузовой системы (*);

.9 перечень механизмов и оборудования установки повторного сжижения испарившегося груза с указанием технических характеристик (**);

.10 перечень электрооборудования и оборудования автоматизации установки повторного сжижения испарившегося груза с указанием вида взрывозащиты и краткими техническими характеристиками оборудования (**);

.11 анализ характера и последствий отказов установки повторного сжижения испарившегося груза (в соответствии со стандартом МЭК 60812), выполненный до уровня, подтверждающего работу установки по ее назначению при возникновения единичного отказа (**);

.12 программа ходовых и газовых испытаний установки повторного сжижения испарившегося груза (*).

4.5 «Принципиальное одобрение» («Approval in Principle») и «Общее одобрение для применения на судне» («General Approval for Ship Application») мембранных емкостей для хранения сжиженного природного газа.

4.5.1 Оказание услуги «Принципиального одобрения» мембранных емкостей для хранения сжиженного природного газа выполняется в соответствии с 3.6 части II «Техническая документация» Правил технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов.

4.5.2 Для оказания услуги «Общее одобрение для применения на судне» мембранных емкостей для хранения сжиженного природного газа на рассмотрение Регистру должна быть представлена следующая техническая документация[1, 2]:

.1 общая информация о судне в объеме, необходимом для оценки соответствия элементов мембранной системы хранения сжиженного природного газа применимым требованиям;

.2 общая информация о геометрических размерах емкостей и их расположении в корпусе судна;

.3 чертежи конструкций емкостей в районе плоских и пространственных участков емкости, в районах соединения емкостей с прилегающими конструкциями корпуса судна и в районе грузовых куполов емкостей;

.4 чертежи конструкции насосной башни, включая соответствующее оборудование (насосы, трубопроводы, трапы и так далее), а также узлы ее соединения с корпусом судна;

.5 чертежи оснований насосной башни;

.6 описание технологических процессов соединения элементов емкостей между собой, а также соединения с прилегающими конструкциями корпуса судна;

.7 перечень материалов и компонентов, используемых в конструкции емкостей, и результаты их испытаний;

.8 расчеты температуры элементов емкостей и прилегающих конструкций корпуса, включая описание применяемых методик расчета;

.9 расчеты прочности элементов мембранной системы хранения, включая описание применяемых методик расчета;

.10 расчеты качки судна и нагрузок на элементы мембранной емкости, с описанием применяемых методик расчета и результатами лабораторных испытаний.

---

[1]Регистр может запросить дополнительную информацию, необходимую для оказания услуги «Общее одобрение для применения на судне».

[2]Результаты оказания услуги «Общее одобрение для применения на судне» оформляются составлением письменного заключения (отзыва) согласно 8.5 части II «Техническая документация» Правил технического наблюдения за постройкой судов и изготовления материалов и изделий для судов.

ЧАСТЬ II. ТРЕБОВАНИЯ К ОБЩЕМУ РАСПОЛОЖЕНИЮ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 В качестве основного типа газовоза LG принято судно с кормовым расположением механической установки.

1.2 Трюмные помещения должны быть отделены от судовых помещений в соответствии с требованиями 2.3 части V «Противопожарная защита».

1.3 Суда, оборудованные грузовыми емкостями со вторичным барьером, которые предназначены для перевозки грузов при температуре ниже –10 °С, по всей длине грузовой зоны должны иметь двойное дно, а при оборудовании грузовыми емкостями, которые предназначены для перевозки грузов при температуре –55 °С и ниже — также и продольные переборки, образующие бортовые емкости.

1.4 В местах прохода грузовых емкостей через открытую верхнюю палубу должны быть предусмотрены устройства, обеспечивающие уплотнение между палубой и грузовыми емкостями.

1.5 Посты управления, жилые и служебные помещения не должны располагаться в пределах грузовой зоны.

На судах, оборудованных грузовыми емкостями со вторичным барьером, должна быть обеспечена газонепроницаемость переборок жилых и служебных помещений и постов управления, обращенных к грузовой зоне.

1.6 Входы и отверстия в посты управления, машинные, жилые и служебные помещения не должны быть обращены к грузовой зоне, носовым или кормовым погрузочно-разгрузочным устройствам. Размещение этих входов и отверстий допускается на переборке, не обращенной к грузовой зоне, носовым или кормовым погрузочно-разгрузочным устройствам, и/или на бортовых стенках надстроек или рубок на расстоянии $L/25$, но не менее 3 м от конца надстройки или рубки. Указанное расстояние может не превышать 5 м.

Двери рулевой рубки могут устанавливаться в указанных пределах, если их конструкция обеспечивает быстрое закрывание и надежную газо-непроницаемость рулевой рубки.

1.7 Окна и бортовые иллюминаторы, обращенные в сторону грузовой зоны и расположенные по сторонам надстроек и рубок, должны соответствовать требованиям 2.1.1 части V «Противопожарная защита».

1.8 Конструкция трюмного помещения должна обеспечивать возможность наружного осмотра изоляции со стороны трюмного помещения.

Если целость изоляции может быть проверена осмотром снаружи переборки, ограничивающей трюмное помещение, при эксплуатационной температуре грузовой емкости, осмотр изоляции со стороны трюмного помещения не требуется.

1.9 Должен быть обеспечен визуальный осмотр по крайней мере с одной стороны внутренней конструкции корпуса без снятия какой-либо постоянной конструкции или оборудования.

Если такой осмотр возможен только с наружной стороны внутреннего корпуса, то внутренним корпусом не должна быть ограничивающая переборка топливной цистерны.

1.10 Расположение трюмных помещений, пустых пространств, грузовых танков и иных помещений, классифицируемых как опасные зоны, должно быть таким, чтобы обеспечить возможность доступа и осмотра любого из таких помещений персоналом в защитной одежде с дыхательными аппаратами, а также позволять вынести людей, получивших увечья и/или находящихся в бессознательном состоянии.

1.11 Во все грузовые танки должен быть обеспечен прямой доступ с открытой палубы.

1.12 Размеры обеспечивающих доступ горизонтальных отверстий, люков или горловин должны быть достаточными, чтобы человек с дыхательным аппаратом мог беспрепятственно подняться или спуститься по любому трапу, а также предоставлять достаточное пространство для подъема

пострадавшего с днищевой части помещения. Минимальные размеры отверстия в свету должны составлять не менее 600 × 600 мм с угловым радиусом до 100 мм максимум. Для уменьшения напряжения в районе радиуса размеры отверстия могут быть увеличены до 600 × 800 мм с увеличением радиуса до 300 мм (см. рис. 1.12).

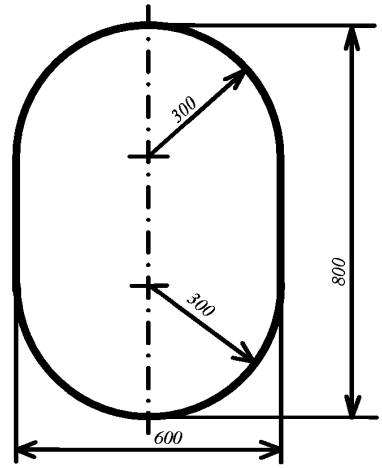


Рис. 1.12

1.13 Минимальный размер вертикальных отверстий или лазов, обеспечивающих проход вдоль и поперек помещений, должен составлять не менее 600 × 800 мм с угловым радиусом 300 мм. В случаях, когда из-за конструктивной прочности в рамных балках танков двойного дна не допускается отверстие высотой 800 мм, может быть принято отверстие высотой 600 мм и шириной 800 мм (см. рис. 1.13).

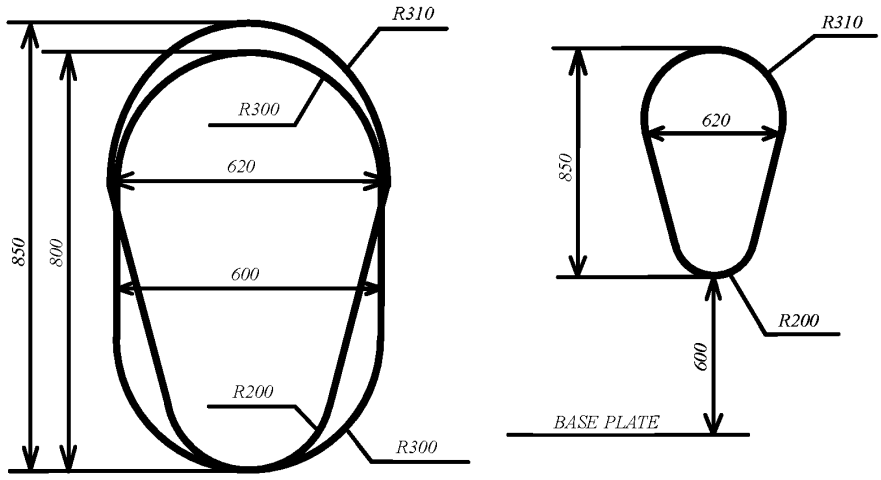


Рис. 1.13

Для легкой эвакуации пострадавшего на носилках может применятся вертикальное отверстие размером не менее 850 × 620 мм (см. рис. 1.13) в качестве приемлемой альтернативы для отверстия размером 600 × 800 мм с угловым радиусом 300 мм.

Если вертикальное отверстие расположено на высоте более 600 мм, должны предусматриваться ступеньки и поручни для рук. При этом необходимо продемонстрировать, что пострадавшего можно легко эвакуировать.

1.14 Круглые вырезы для доступа в емкости типа С должны иметь диаметр не менее 600 мм.

1.15 Размеры, указанные в 1.12 и 1.13, могут быть уменьшены, если требования 1.10 могут быть выполнены к удовлетворению Администрации.

1.16 Если груз перевозится в системе удержания груза, для которой требуется дополнительный барьер, требования 1.12 и 1.13 не применяются к помещениям, отделенным от трюмного помещения посредством одной газонепроницаемой стальной ограничивающей конструкции. Такие помещения должны быть оборудованы только прямыми или обходными средствами доступа с открытой палубы, не включая каких-либо замкнутых неопасных зон.

1.17 Доступ, требуемый для проверок, это специально предназначенные средства доступа через конструкции, расположенные ниже и выше грузовых емкостей, которые должны иметь минимальное поперечное сечение, требуемое 1.13.

1.18 Для обеспечения требований 1.8 или 1.9 должно применяться следующее:

.1 если требуется обеспечить проход между проверяемой поверхностью, плоской или изогнутой, и такими конструкциями, как палубные бимсы, ребра жесткости, шпангоуты, рамные балки и т. п., расстояние между такой поверхностью и свободными кромками элементов конструкций должно составлять не менее 380 мм. Расстояние между проверяемой поверхностью и поверхностью, с которой соединены вышеуказанные элементы конструкций, например, палубой, переборкой или наружной обшивкой, должно составлять не менее 450 мм для танка с криволинейной поверхностью (например для емкости типа С) или 600 мм для танка с плоской поверхностью (например для емкости типа А) (см. рис. 1.18.1);

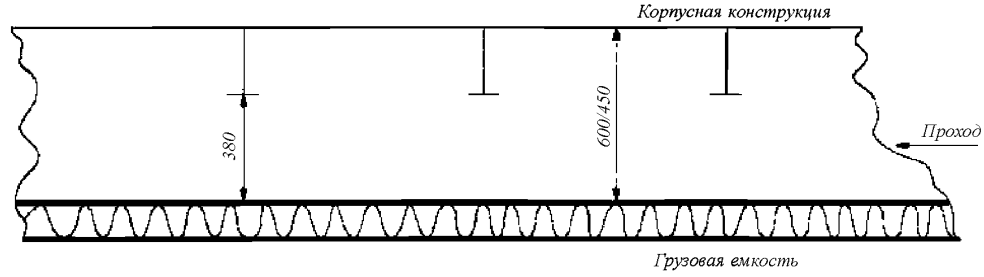


Рис. 1.18.1

.2 если не требуется обеспечивать проход между проверяемой поверхностью и любой частью конструкций, с целью обеспечения видимости расстояние между свободной кромкой элемента конструкции и проверяемой поверхностью должно составлять не менее 50 мм или половину ширины пояска этого элемента конструкции, смотря по тому, что больше (см. рис. 1.18.2);

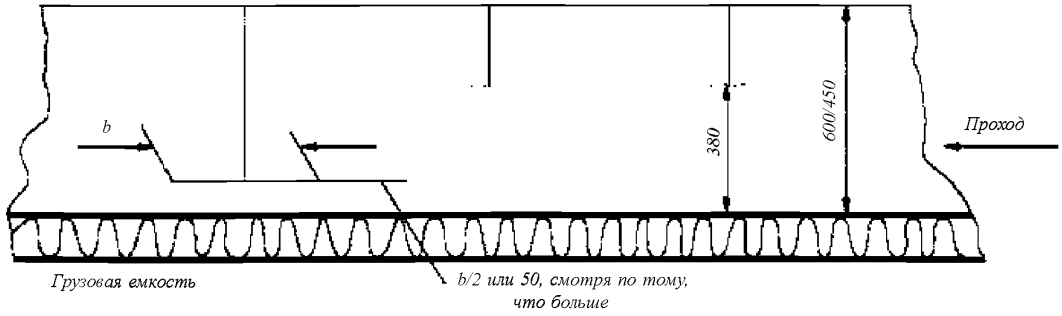


Рис. 1.18.2

.3 если для проверки криволинейной поверхности требуется обеспечить проход между этой и иной поверхностью, плоской или изогнутой, на которой не имеется элементов конструкций, расстояние между обеими поверхностями должно составлять не менее 380 мм (см. рис. 1.18.3). Если не требуется обеспечивать проход между такой криволинейной поверхностью и иной поверхностью, может быть допущено расстояние менее 380 мм с учетом формы криволинейной поверхности;

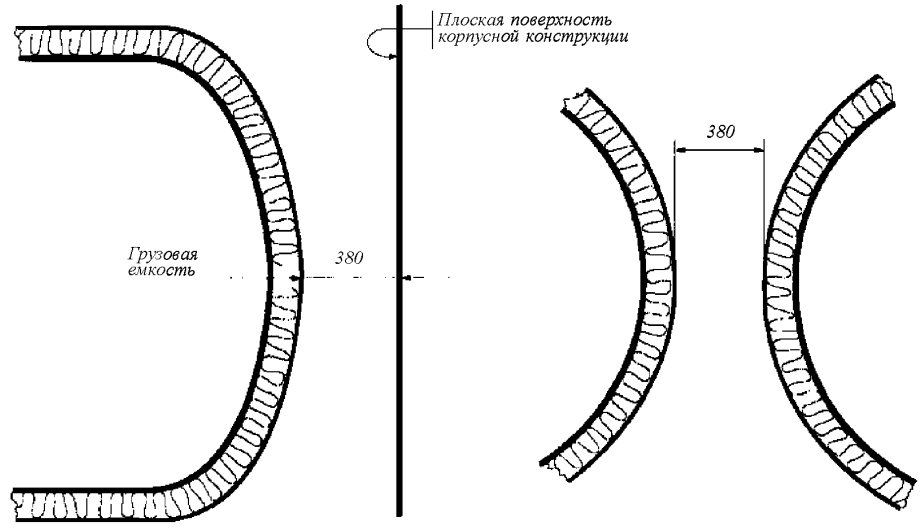


Рис. 1.18.3

.4 если для проверки поверхности, по форме близкой к плоской, требуется обеспечить проход между двумя по форме близкими к плоским и к параллельным поверхностям, на которых не имеется элементов конструкций, расстояние между этими поверхностями должно составлять не менее 600 мм. Если для доступа предусмотрены стационарные трапы, для входа должно быть предоставлено пространство шириной не менее 450 мм (см. рис. 1.18.4);

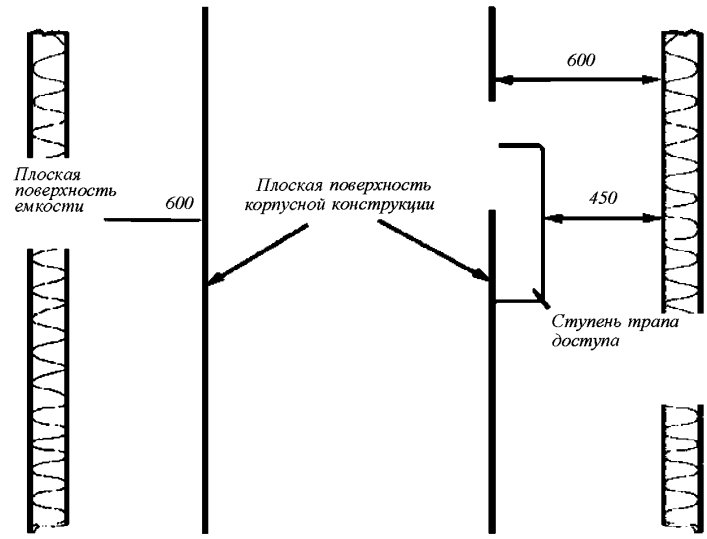


Рис. 1.18.4

.5 минимальные расстояния между рецессом грузовой емкости и смежными конструкциями двойного дна в месте приемного колодца должны составлять не менее указанных на рис. 1.18.5 (показывает, что расстояние между плоскими поверхностями рецесса и колодца составляет как минимум 150 мм и что зазор между кромкой настила внутреннего дна, вертикальной стенкой колодца и точкой пересечения сферической или круглой поверхности емкости и рецесса емкости составляет не менее 380 мм). Если приемного колодца не предусмотрено, расстояние между рецессом грузовой емкости и внутренним дном должно быть не менее 50 мм;

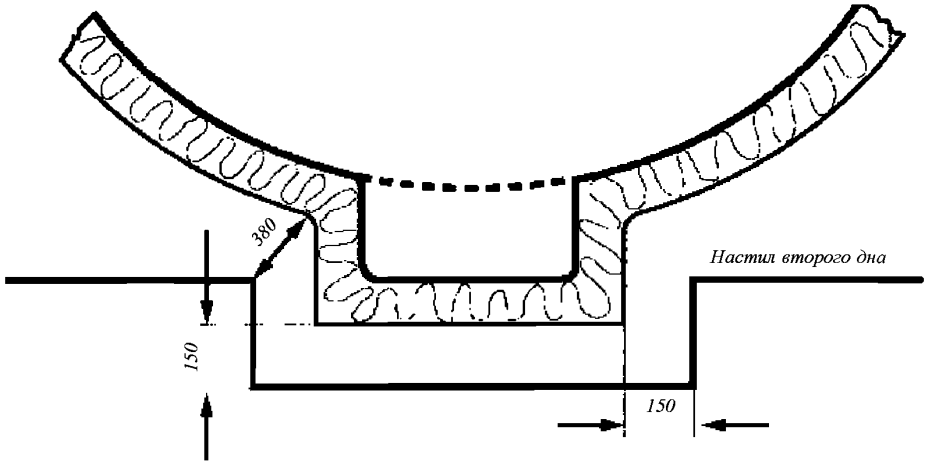


Рис. 1.18.5

.6 расстояние между куполом грузовой емкости и конструкциями палубы должно составлять не менее 150 мм (см. рис. 1.18.6);

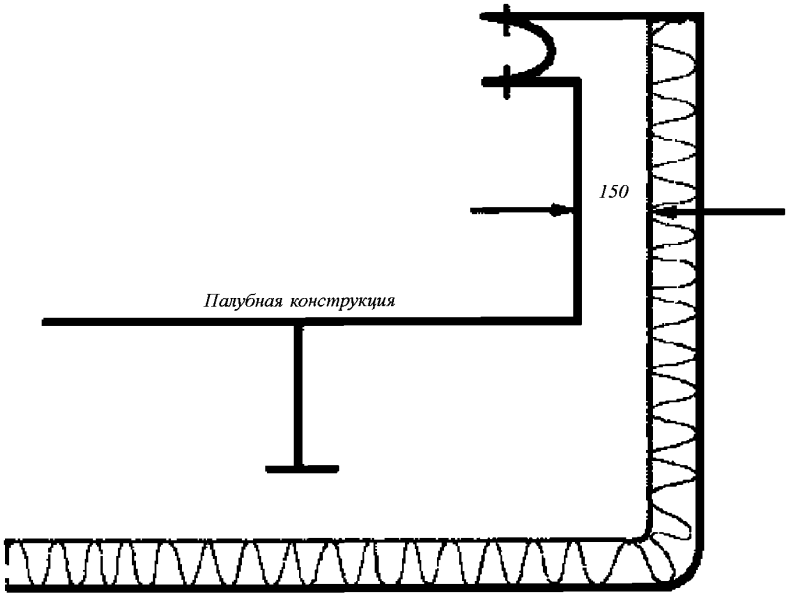


Рис. 1.18.6

.7 для проверки грузовых емкостей, опор и ограничителей перемещения грузовых танков (например, ограничителей перемещений, вызванных килевой и бортовой качкой и плавучестью), изоляции грузовых емкостей и т.п. должны быть предусмотрены стационарные или съемные леса. Наличие таких лесов не должно уменьшать величину зазоров, указанных в 1.18.1 — 1.18.4; и

.8 если устанавливаются стационарные или съемные вентиляционные каналы, их установка не должна приводить к снижению расстояний, требуемых 1.18.1 — 1.18.4.

1.19 Доступ в помещение, отделенное одинарным стальным газонепроницаемым контуром от трюмного помещения, оборудованного грузовыми емкостями со вторичным барьером, должен быть обеспечен только с открытой верхней палубы.

1.20 Для обеспечения доступа из газоопасного пространства в газобезопасное должен быть предусмотрен воздушный шлюз, образованный двумя самозакрывающимися стальными газонепроницаемыми дверями, расположенными на расстоянии не менее 1,5 м друг от друга, но не более 2,5 м. Высота комингсов дверей воздушного шлюза должна быть не менее 300 мм.

Требования к сигнализации, электрическому оборудованию, вентиляции и контролю наличия паров груза указаны в 8.3.3 части VI «Системы и трубопроводы», в части VII «Электрическое оборудование» и в разд. 6 части VIII «Контрольно-измерительные устройства и системы автоматизации».

1.21 Если не предусмотрен воздушный шлюз, доступ с открытой верхней палубы в газоопасные пространства должен быть расположен в газобезопасной зоне на расстоянии не менее 2,4 м над открытой палубой.

1.22 Туннели трубопроводов должны иметь не менее двух независимых выходов в противоположных концах туннеля, ведущих на открытую палубу.

Могут быть допущены выходы в противоположных концах туннеля в носовые помещения или в пустые помещения грузовой зоны. Эти выходы должны иметь закрытия одобренного Регистром типа.

1.23 Размеры и конструкция туннелей трубопроводов должны обеспечивать возможность беспрепятственного осмотра и ремонта трубопроводов, а также беспрепятственной эвакуации пострадавших в бессознательном состоянии.

1.24 Конструкция закрытий куполов грузовых емкостей должна быть одобрена Регистром.

1.25 Размещение твердого балласта в районе грузовых емкостей, как правило, не допускается. В особых случаях, когда прием твердого балласта в район грузовых емкостей неизбежен, его расположение должно быть таким, чтобы ударные нагрузки при повреждении днища не передавались непосредственно на грузовые емкости.

2 ТИПЫ КОНСТРУКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ. РАСПОЛОЖЕНИЕ ГРУЗОВЫХ ЕМКОСТЕЙ

2.1 Для газовозов LG предусматривается конструктивная защита трех степеней.

Тип 1G (type 1G) — высшая степень конструктивной защиты при перевозке грузов, указанных в таблице технических требований (приложение 1) и представляющих наибольшую опасность для человека и окружающей среды, которые требуют максимальных предупредительных мер для исключения утечки такого груза.

Тип 2G (type 2G) — степень конструктивной защиты при перевозке менее опасных грузов, указанных в таблице технических требований (приложение 1), которые требуют принятия существенных предупредительных мер для исключения утечки такого груза.

Тип 2PG (type 2PG) — степень конструктивной защиты для судов 150 м и менее при перевозке опасных грузов, указанных в таблице технических требований (приложение 1), которые требуют принятия существенных предупредительных мер для исключения утечки такого груза и где грузы должны перевозиться во вкладных грузовых емкостях типа С, рассчитанных на MARVS, составляющее не менее 0,7 МПа избыточного давления и расчетную температуру в грузосодержащей системе — 55 °С или выше. Судно, отвечающее этим требованиям, но имеющее длину более 150 м, должно рассматриваться как судно с конструктивной защитой **типа 2G (type 2G)**.

Тип 3G (type 3G) — степень конструктивной защиты при перевозке грузов, указанных в таблице технических требований (приложение 1), которые требуют принятия умеренных предупредительных мер для исключения утечки таких грузов.

2.2 Требуемый тип конструктивной защиты при перевозке конкретных грузов указан в таблице технических требований (см. приложение 1).

2.3 При перевозке нескольких грузов с различной степенью опасности требования к аварийной посадке и остойчивости газовоза LG должны соответствовать требованиям, предъявляемым к судам при перевозке самого опасного из перевозимых грузов.

2.4 Грузовые емкости должны располагаться на следующих расстояниях в направлении внутрь судна:

.1 на судах **типа 1G**: не менее протяженности повреждения по ширине, указанной в 3.2.1.2 части V «Деление на отсеки» Правил классификации, от теоретической линии наружной обшивки, и не менее протяженности повреждения по высоте, указанной в 3.4.6.2 части V «Деление на отсеки» Правил классификации, считая от теоретической линии обшивки днища в диаметральной плоскости, и в любом случае не менее значения *d*, определяемого следующим образом (см. рис. 2.4.1-1 и 2.4.1-2):

.1.1 для *Vc* ниже или равного 1000 м^3: $d = 0{,}8$ м;

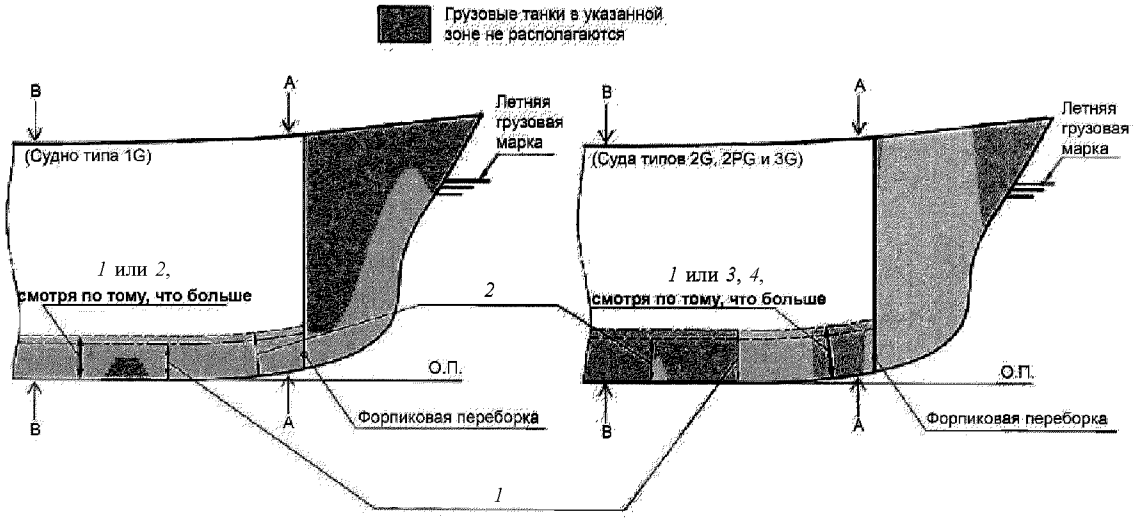
.1.2 для 1000 м^3 < *Vc* < 5000 м^3: $d = 0{,}75 + Vc \times 0{,}2/4000$ м;

.1.3 для 5000 м^3 ⩽ *Vc* < 30000 м^3: $d = 0{,}8 + Vc/25000$ м; и

.1.4 для *Vc* ⩾ 30000 м^3: $d = 2$ м,

где *Vc* соответствует 100 % расчетного брутто-объема отдельной грузовой емкости при 20 °С, включая купола и выступающие части. Для определения расстояний для защиты грузовых емкостей объем грузовой емкости рассматривается как совокупный объем всех частей танка, имеющих общую(ие) переборку(и); и

d измеряется в любом поперечном сечении под прямым углом к теоретической линии наружной обшивки.



Вид в диаметральной плоскости – суда типов 1G, 2G, 2PG и 3G

Рис. 2.4.1-1

Требования к расположению грузовых танков судов **типов 1G**, **2G**, **2PG** и **3G**:

1 — протяженность по вертикали повреждения днища, указанная в 3.4.6.2 части V «Деление на отсеки» Правил классификации;

2 — расстояние *d*, указанное в 2.4.1.1 части II «Требования к общему расположению» Правил LG;

3 — расстояние *d*, указанное в 2.4.1.2 части II «Требования к общему расположению» Правил LG;

4 — расстояние *d*, указанное в 2.4.1.3 части II «Требования к общему расположению» Правил LG;

5 — поперечная протяженность повреждения борта, указанная в 3.2.1.2 части V «Деление на отсеки» Правил классификации

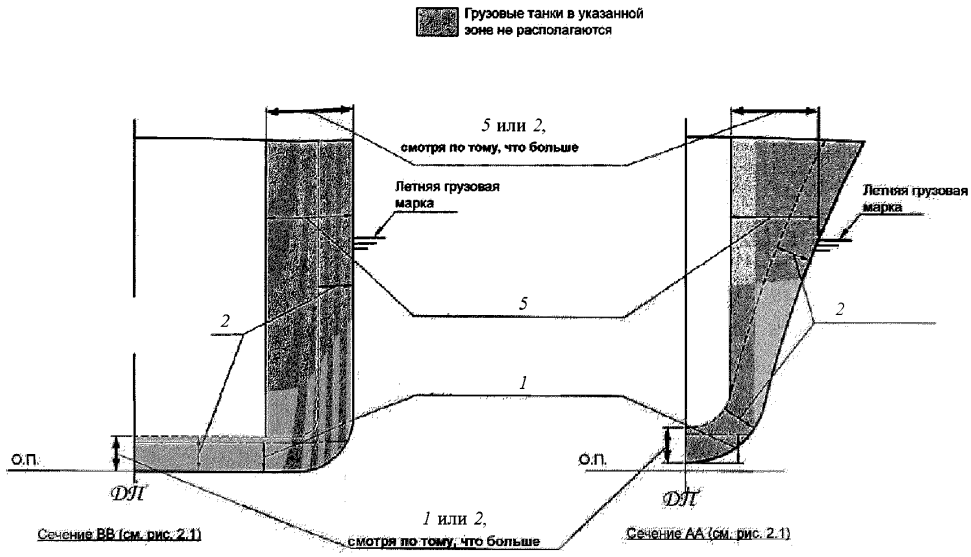


Рис. 2.4.1-2
Требования к расположению грузовых емкостей судов **типа 1G**:
1 — *5* — см. рис. 2.4.1-1

На размеры грузовых емкостей судов для грузов **типа 1G** могут быть наложены ограничения в соответствии с частью X «Специальные требования»;

.2 на судах **типов 2G/2PG**: не менее протяженности повреждения по высоте, указанной в 3.4.6.2 части V «Деление на отсеки» Правил классификации, считая от теоретической линии обшивки днища в диаметральной плоскости, и в любом случае не менее значения *d*, как указано в 2.4.1.1 (см. рис. 2.4.1-1 и 2.4.2);

.3 на судах **типа 3G**: не менее протяженности повреждения по высоте, указанной в 3.4.6.2 части V «Деление на отсеки» Правил классификации, считая от теоретической линии обшивки днища в диаметральной плоскости, и в любом случае не менее значения *d*, где $d = 0{,}8$ м, считая от теоретической линии наружной обшивки (см. рис. 2.4.1-1 и 2.4.3).

2.5 Для определения расположения грузовых емкостей вертикальная протяженность повреждения днища должна измеряться до настила внутреннего дна в случае использования мембранных или полумембранных емкостей, а в прочих случаях — до днища грузовых емкостей.

Протяженность повреждения борта поперек судна должна измеряться до продольной переборки в случае использования мембранных или полумембранных емкостей, а в прочих случаях — до боковых стенок грузовых емкостей.

Расстояния, указанные в 2.4, должны применяться, как показано на рис. 2.5-1 — 2.5-5. Эти расстояния должны измеряться от листа к листу, от теоретической линии до теоретической линии и исключать изоляцию.

2.6 Грузовые емкости не должны располагаться в нос от форпиковой переборки.

2.7 За исключением судов, перевозящих грузы, требующие конструктивной защиты **типа 1G (type 1G)**, сточные колодцы грузовых емкостей могут располагаться в пределах вертикальной протяженности повреждения днища, однако их углубление в двойное дно не должно превышать 25 % высоты двойного дна или 350 мм, смотря по тому, что меньше. Колодцы, удовлетворяющие этому требованию, не учитываются при определении числа затапливаемых отсеков.

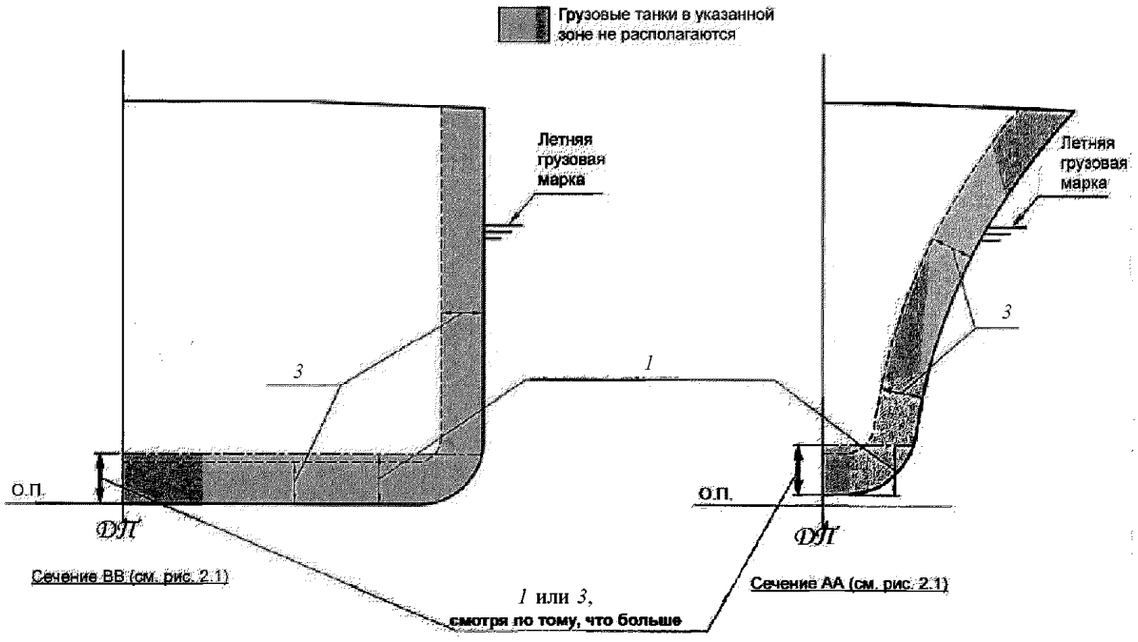


Рис. 2.4.2
Требования к расположению грузовых емкостей судов **типов 2G** и **2PG**:
1, *3* — см. рис. 2.4.1-1

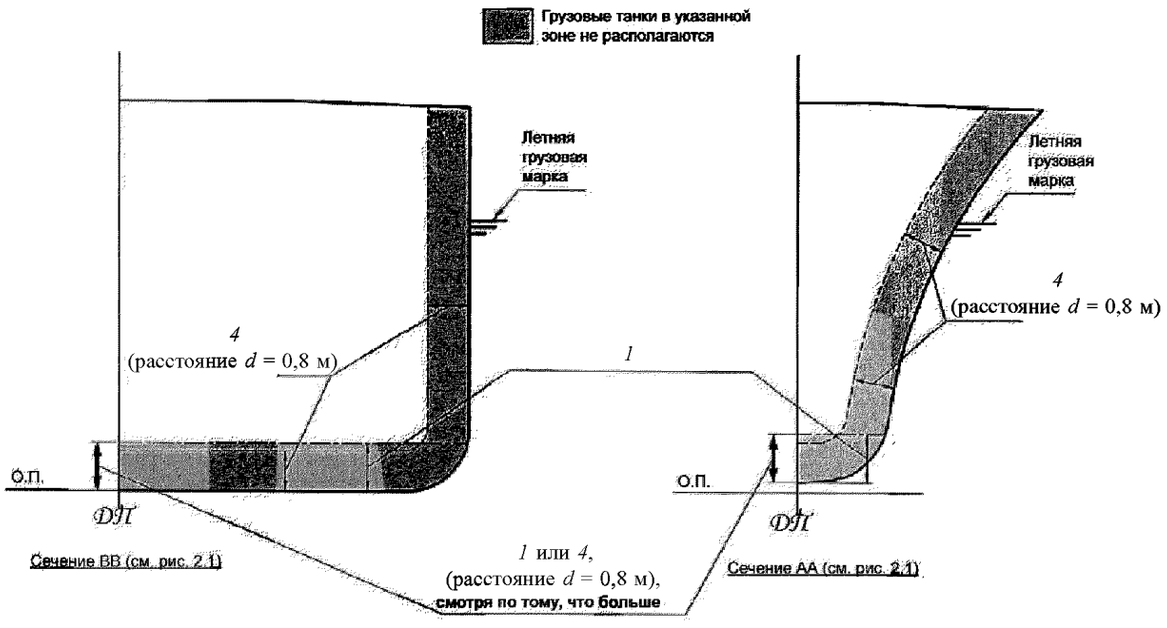


Рис. 2.4.3
Требования к расположению грузовых емкостей судов **типа 3G**:
1, *4* — см. рис. 2.4.1-1

2.8 Требования по расположению могут применяться отдельно для каждой грузовой емкости в зависимости от степени опасности перевозимого в ней груза.

2.9 Взаимное расположение теоретических обводов корпуса и систем удержания для различных систем удержания груза показано на рис. 2.5-1 — 2.5-5.

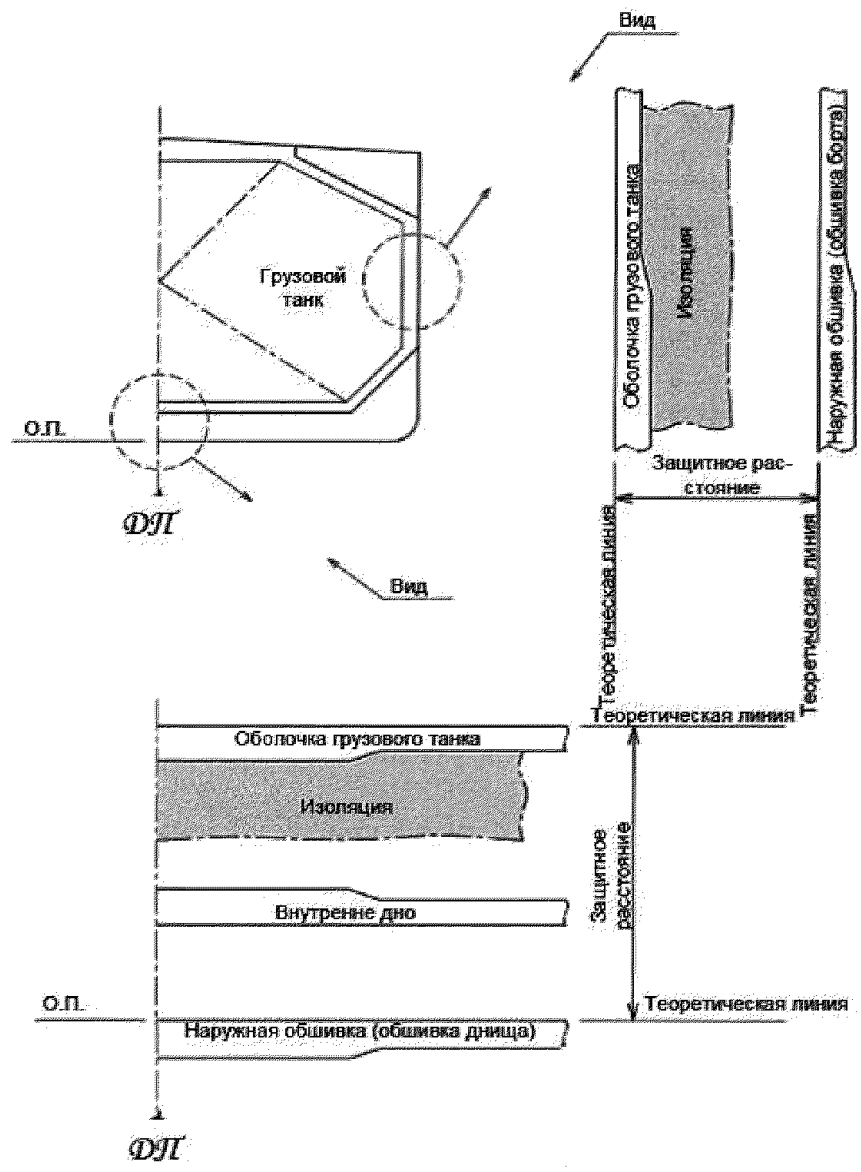


Рис. 2.5-1
Защитное расстояние для автономной призматической грузовой емкости

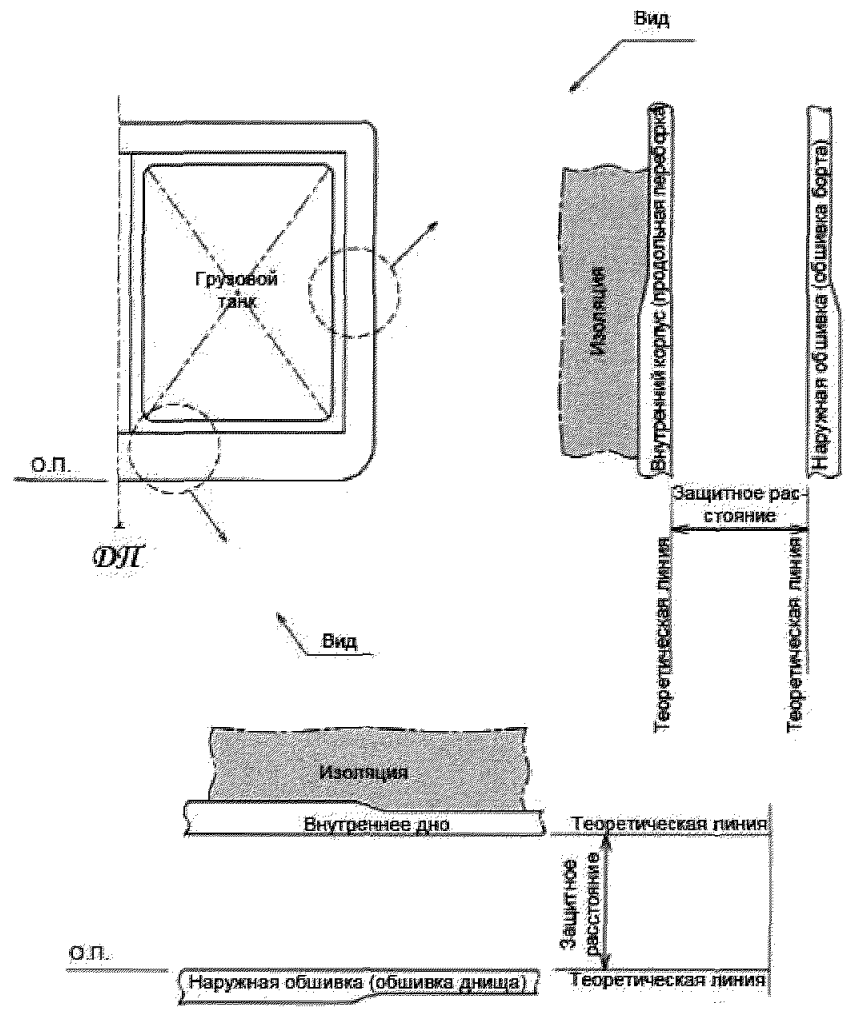


Рис. 2.5-2
Защитное расстояние для полумембранной грузовой емкости

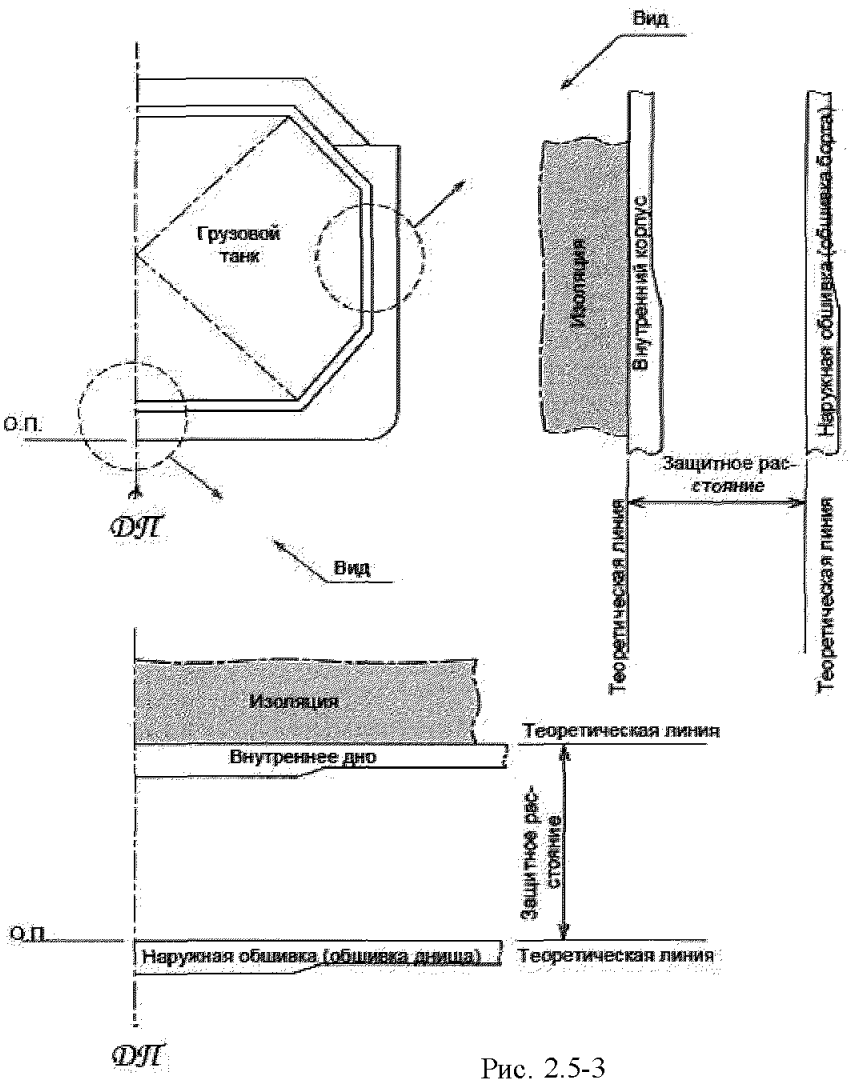


Рис. 2.5-3
Защитное расстояние для мембранной грузовой емкости

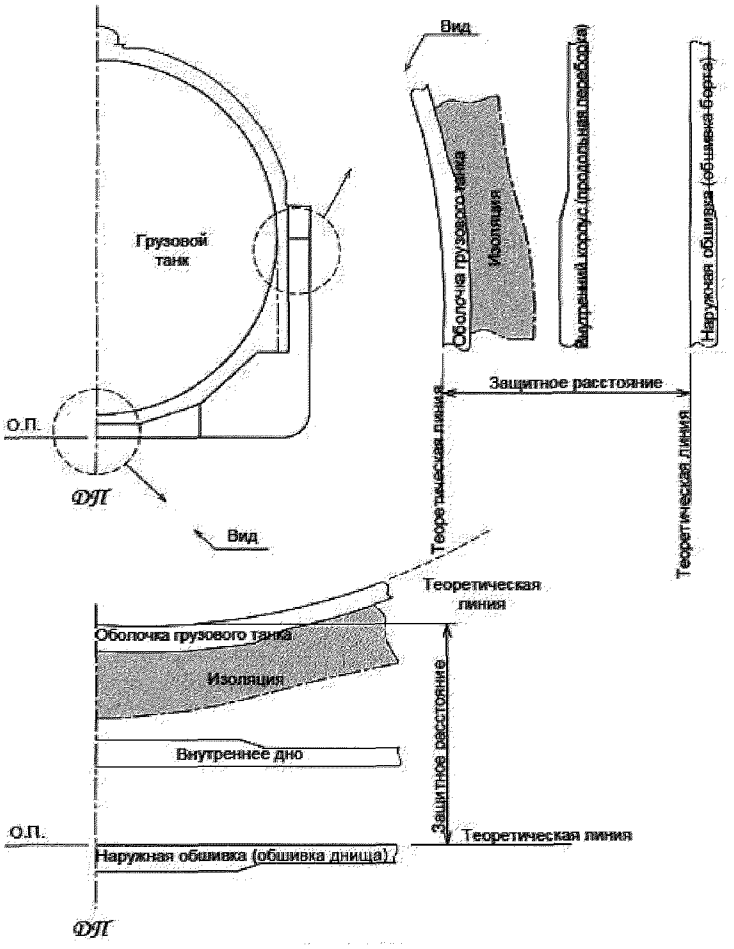


Рис. 2.5-4
Защитное расстояние для сферической грузовой емкости

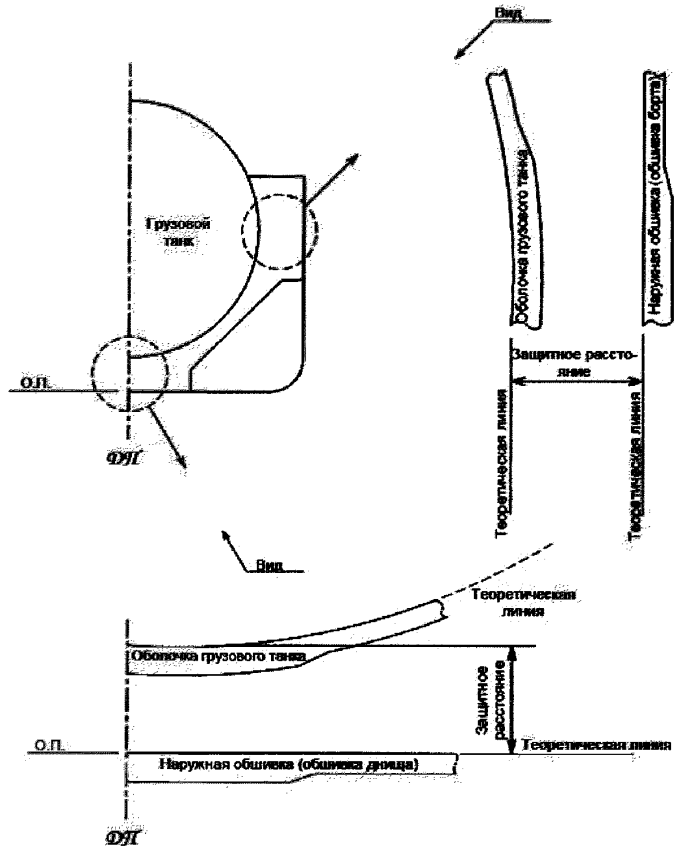


Рис. 2.5-5
Защитное расстояние для напорной грузовой емкости

3 КОРПУС

3.1 Размеры элементов конструкции корпуса определяются в соответствии с требованиями Правил классификации для наливных или сухогрузных судов в зависимости от принятого конструктивного типа судна и типа грузовых емкостей.

3.2 Требования к конструкции и размерам коффердамов изложены в 2.7 части II «Корпус» Правил классификации.

ЧАСТЬ III. ОСТОЙЧИВОСТЬ. ДЕЛЕНИЕ НА ОТСЕКИ. НАДВОДНЫЙ БОРТ

1 ОСТОЙЧИВОСТЬ

1.1 Остойчивость газовозов LG должна удовлетворять требованиям части IV «Остойчивость» Правил классификации, предъявляемым к наливным судам, и должна проверяться для каждого вида груза при вариантах нагрузки, приведенных в 3.4 части IV «Остойчивость» Правил классификации.

Учет влияния свободных поверхностей в грузовых емкостях должен производиться по их фактическому заполнению в зависимости от возможного изменения заполнения во время рейса.

1.2 В процессе грузовых операций исправленная метацентрическая высота должна быть не менее 0,15 м. Расчеты, подтверждающие выполнение этого требования, должны представляться в составе проектной документации.

1.3 В дополнение к требованиям 1.4.11 части IV «Остойчивость» Правил классификации Информация об остойчивости должна содержать сведения об остойчивости газовоза LG в процессе грузовых операций и указания о последовательности погрузки и выгрузки из грузовых емкостей.

1.4 Каждое судно должно быть снабжено одобренным Регистром прибором контроля остойчивости, позволяющим осуществлять оценку соответствия применимым требованиям по остойчивости неповрежденного судна и аварийной остойчивости.

2 АВАРИЙНАЯ ОСТОЙЧИВОСТЬ ПРИ МЕСТНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЯХ

2.1 Требования 3.3 части V «Деление на отсеки» Правил классификации должны выполняться при местных повреждениях в любом месте в границах грузовой зоны. Глубина повреждения должна приниматься не менее расстояния d, вычисленного в соответствии с 2.4 части II «Требования к общему расположению» и измеренного перпендикулярно к теоретической линии наружной обшивки.

Число затапливаемых отсеков должно приниматься в соответствии с 3.4.6 части V «Деление на отсеки» Правил классификации».

3 ДЕЛЕНИЕ НА ОТСЕКИ

3.1 Все суда должны удовлетворять требованиям части V «Деление на отсеки» Правил классификации.

3.2 Главная поперечная переборка может иметь выступ (рецесс) при условии, что все части выступа лежат между вертикальными плоскостями, которые находятся внутри корпуса на расстоянии от наружной обшивки, равном $B/5$ и измеренном под прямым углом к диаметральной плоскости на уровне грузовой ватерлинии деления судна на отсеки.

Любая часть выступа, расположенная вне указанных пределов, должна рассматриваться как уступ.

3.3 При проектировании судна необходимо учитывать требование, чтобы вероятность несимметричного затопления была сведена к минимуму.

Трубопроводы и клапаны (клинкеты), используемые как перетоки, не должны учитываться в расчетах аварийной посадки и остойчивости. Исключение составляют расчеты времени спрямления судна.

Помещения, соединенные перетоками в виде туннелей большого сечения, могут рассматриваться как единое целое.

3.4 Если трубопроводы, шахты и туннели находятся в пределах глубины повреждения, указанной в 3.2 части V «Деление на отсеки» Правил классификации, должны быть предусмотрены устройства, препятствующие распространению воды по судну. Исключение составляют отсеки, затопление которых учитывается в расчетах аварийной посадки и остойчивости.

3.5 Угол крена в конечной стадии затопления не должен превышать угла, при котором еще возможна работа аварийных источников питания.

4 НАДВОДНЫЙ БОРТ

4.1 Минимальный надводный борт для газовозов LG назначается в соответствии с Правилами о грузовой марке морских судов.

Назначенный надводный борт должен быть не менее надводного борта, при котором выполняются требования настоящей части.

ЧАСТЬ IV. ХРАНЕНИЕ ГРУЗА

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Целью требований, вводимых настоящей частью, является обеспечение безопасного хранения груза при всех расчетных и эксплуатационных условиях с учетом вида перевозимого груза. Вышесказанное включает меры по:

обеспечению прочности при действии установленных нагрузок;

поддержанию груза в жидком состоянии;

проектированию конструкций корпуса для работы в условиях низких температур или защите конструкций корпуса от действия низких температур, и

защите системы хранения груза от попадания воды или воздуха.

1.2 Определения и пояснения.

1.2.1 В настоящей части, в дополнение к приведенным в 1.2 части I «Классификация», используются следующие определения.

Вкладные емкости — самонесущие грузовые емкости. Они не являются частью корпуса судна и не участвуют в обеспечении его прочности. Существуют три категории вкладных грузовых емкостей, см. разд. 21 — 23.

Встроенные емкости — грузовые емкости, образующие часть конструкций корпуса судна и испытывающие нагрузки, аналогичные нагрузкам, вызывающим напряжения в прилегающих конструкциях корпуса судна. Для встроенных емкостей применяются требования разд. 25.

Кривая Велера (S-N кривая)[1] — график зависимости напряжений, при которых происходит усталостное разрушение материала при данном числе циклов нагружения, от числа этих циклов.

Мембранные емкости — несамонесущие грузовые емкости, образуемые тонкой непроницаемой оболочкой (мембраной), которая поддерживается через изоляцию смежными конструкциями корпуса. Для мембранных емкостей применяются требования разд. 24.

Полумембранные емкости — несамонесущие грузовые емкости в загруженном состоянии, образуемые оболочкой, которая частично поддерживается через изоляцию смежными конструкциями корпуса. Для полумембранных емкостей применяются требования разд. 26.

Расчетная температура для выбора материала — минимальная температура, при которой груз может приниматься на борт и/или перевозиться в грузовых емкостях.

Расчетное давление паров P_0 — максимальное манометрическое давление в верхней части грузовой емкости, используемое для расчета емкости.

Холодная точка — часть поверхности корпуса или термической изоляции, где наблюдается локальное снижение температуры по отношению к допускаемой минимальной температуре корпуса, либо прилегающих корпусных конструкций, либо по отношению к расчетным характеристикам систем управления давлением/температурой груза, требуемых разд. 4 части VI «Системы и трубопроводы».

2 ОБЛАСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ

2.1 Если в разд. 21 — 26 не указано иное, требования разд. 1 — 20 применяются ко всем типам емкостей, включая типы, описанные в разд. 27.

---

[1]Дополнительные требования, не указанные в Кодексе.

3 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ХРАНЕНИЮ ГРУЗА

3.1 Расчетный срок эксплуатации системы хранения груза должен быть не менее расчетного срока эксплуатации судна.

3.2 Системы хранения груза должны проектироваться для условий Северной Атлантики и соответствующих долговременных спектральных характеристик состояния моря для неограниченного района плавания. Применительно к системам хранения груза, используемым исключительно на судах ограниченного района плавания, Регистр в соответствии с одобренной процедурой допускает менее жесткие условия окружающей среды, которые соответствуют предполагаемой эксплуатации. Для систем хранения груза, эксплуатируемых в более жестких условиях, нежели условия Северной Атлантики, может быть потребовано соответствие более жестким условиям.

3.3 Системы хранения груза должны рассчитываться с надлежащими коэффициентами запаса:

.1 с тем, чтобы выдерживать в неповрежденном состоянии условия, ожидаемые в ходе расчетного срока эксплуатации системы и соответствующие им случаи загрузки, включающие полную гомогенную и частичную загрузку, частичное заполнение в установленных пределах и нагрузки, соответствующие переходу в балласте; и

.2 с надлежащим учетом неопределенностей, относящихся к величине нагрузок, моделированию конструкций, усталостной долговечности, коррозии, влиянию температуры, неоднородности материалов, старению и допускам конструкций.

3.4 Конструктивная прочность системы хранения груза должна пройти оценку с позиций видов отказов, включающих, не ограничиваясь этим, пластическое деформирование, потерю устойчивости и усталость. Конкретные условия расчета, подлежащие рассмотрению при проектировании каждой из систем хранения груза, приведены в разд. 21 — 26. Существуют три основных категория условий расчета:

.1 условия расчета по предельному состоянию — конструкция системы хранения груза и ее составляющие должны выдерживать действие нагрузок, которые могут иметь место в ходе их изготовления, испытаний и запланированной эксплуатации, без нарушения целостности конструкций. При расчете должны учитываться соответствующие комбинации следующих нагрузок:

внутреннее давление;

внешнее давление;

динамические нагрузки вследствие движения судна;

термические нагрузки;

нагрузки от плескания жидкого груза;

нагрузки, обусловленные деформирование корпуса судна;

вес грузовой емкости и груза с соответствующими реакциями на опорах;

вес изоляции;

нагрузки в районах башен и иных присоединенных конструкций; и

испытательные нагрузки;

.2 условия расчета по критерию усталостной долговечности – конструкция системы хранения груза и ее составляющие не должны претерпевать разрушение вследствие кумулятивного действия циклических нагрузок;

.3 система хранения груза должна отвечать следующим критериям.

Столкновение — система хранения груза должна быть размещена защищенным образом в соответствии с 2.4 части II «Требования к общему расположению» и выдерживать нагрузки, обусловленные столкновением, указанные в 15.1, без деформирования опор либо конструкций емкостей у опор, которое может вести к риску для конструкции емкости.

Пожар — системы хранения груза должны выдерживать без разрушения рост внутреннего давления, как указано в 3.19.1 части VI «Системы и трубопроводы», в соответствии со сценариями пожара, предусмотренными указанным пунктом.

Затопление отсека, приводящее к возникновению сил плавучести емкости –устройства, предназначенные для противодействия силам плавучести, должны выдерживать действие направленных вверх сил, указанных в 15.2, при этом не должно возникать риска развития пластических деформаций корпуса.

3.5 Должны быть приняты меры к обеспечению того, что требуемые размеры элементов конструкций отвечали положениям о прочности конструкций и поддерживались в течение расчетного срока эксплуатации. Эти меры могут включать, не ограничиваясь этим, надлежащий выбор материалов, защитные покрытия, надбавки на коррозию, катодную защиту и инертизацию. Надбавки на коррозию не требуется добавлять к значениям толщины, полученным в результате расчета прочности конструкций. В случаях, когда не проводится контроль за средой, такой как создание инертной атмосферы вокруг грузовой емкости, либо если груз является коррозионноактивным, соответствующие коррозионные надбавки должны быть согласованы Регистром.

3.6 План проверок/освидетельствований системы хранения груза должен быть одобрен Регистром. В плане проверок/освидетельствований должны указываться районы, для которых необходимы проверки в ходе освидетельствований в течение расчетного срока эксплуатации системы хранения груза, и, в частности, все необходимые действия по освидетельствованиям и техническому обслуживанию, которые предполагались при выборе расчетных параметров системы хранения груза. Системы хранения груза должны быть спроектированы, изготовлены и оборудованы таким образом, чтобы обеспечить надлежащие средства доступа к районам, требующим проверки, как указано в плане проверок/освидетельствований. Системы хранения груза, включая все относящееся к ним внутреннее оборудование, должны быть спроектированы и изготовлены так, чтобы обеспечить безопасность в ходе эксплуатации, проверок и технического обслуживания (см. разд. 1 части II «Требования к общему расположению»).

4 ПРИНЦИПЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ХРАНЕНИИ ГРУЗА

4.1 Системы хранения должны быть оборудованы полным вторичным барьером, не проницаемым для жидкости и способным безопасным образом удерживать все потенциальные утечки через основной барьер, а также, совместно с термической системой изоляции, предотвращать снижение температуры корпусных конструкций ниже безопасного уровня.

4.2 Размеры и конфигурация или устройство вторичного барьера могут быть сокращены, если представлены доказательства того, что при этом обеспечен эквивалентный уровень безопасности в соответствии с требованиями 4.3 — 4.5, насколько это применимо.

4.3 Системы хранения груза, для которых вероятность развития повреждений конструкций до критического состояния является крайне низкой, но для которых не может исключаться возможность утечек через основной барьер, должны быть оборудованы частичным вторичным барьером и системой защиты от небольших утечек, способной безопасным образом обрабатывать утечки и удалять их. Устройство должно отвечать следующим требованиям:

.1 развитие повреждений, которые могут быть надежным образом обнаружены до достижения критического состояния (например, обнаружением газа или при осмотре), должно происходить в течение достаточно долгого времени с тем, чтобы было возможным предпринять действия по их устранению; и

.2 развитие повреждений, которые не могут быть безопасным образом обнаружены до достижения критического состояния, должно иметь предсказуемый срок развития, значительно более длительный, чем предполагаемый срок эксплуатации емкости.

4.4 Если для систем хранения груза вероятность повреждений конструкций и утечек через основной барьер является крайне низкой и этой вероятностью можно пренебречь, например, для вкладных грузовых емкостей типа С, для таких систем установка вторичного барьера не требуется.

4.5 Установка вторичного барьера не требуется, если температура груза при атмосферном давлении составляет -10 °С или выше.

5 ВТОРИЧНЫЕ БАРЬЕРЫ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ЕМКОСТЕЙ

5.1 Необходимость вторичного барьера для каждого типа емкости согласно разд. 21 — 26 определяется по табл. 5.1.

Таблица 5.1

Температура груза при атмосферном давлении	–10 °С и выше	Ниже –10 °С до –55 °С	Ниже –55 °С
Основной тип емкости	Вторичный барьер не требуется	Корпус может выполнять функцию вторичного барьера	Отдельный вторичный барьер, если требуется
Встроенная		Обычно не допускаемый тип емкости[1]	
Мембранная		Полный вторичный барьер	
Полумембранная		Полный вторичный барьер[2]	
Вкладная:			
типа А		Полный вторичный барьер	
типа В		Частичный вторичный барьер	
типа С		Вторичный барьер не требуется	

[1]Требуется полный вторичный барьер, если в соответствии с 25.1 разрешена перевозка грузов с температурой ниже –10°С при атмосферном давлении.

[2]Для полумембранных емкостей, в полной мере отвечающих требованиям, предъявляемым к вкладным грузовым емкостям типа В, за исключением вида опорной конструкции, допускается частичный вторичный барьер.

6 КОНСТРУКЦИЯ ВТОРИЧНЫХ БАРЬЕРОВ

6.1 Если температура груза при атмосферном давлении не ниже –55°С, конструкция корпуса судна может служить вторичным барьером при следующих условиях:

.1 материал корпуса соответствует температуре груза при атмосферном давлении согласно требованию 19.2.4; и

.2 указанная температура не приводит к возникновению в корпусе недопустимых напряжений.

6.2 Конструкция вторичного барьера должна быть такой, чтобы:

.1 обеспечивать возможность удерживать любую предусматриваемую утечку жидкого груза в течение 15 сут, если для определенных рейсов не применяются отдельные критерии, принимая во внимание спектр нагрузок, указанный в 18.3.6;

.2 процессы физического, механического или эксплуатационного характера, происходящие в грузовой емкости, способные вызвать повреждение основного барьера, не нарушали нормальное функционирование вторичного барьера, и наоборот;

.3 повреждение опоры либо элемента соединения с конструкциями корпуса не приводило к потере непроницаемости по отношению к жидкости как основного, так и вторичного барьеров;

.4 обеспечивать возможность проходить периодические проверки своей эффективности при помощи средств, одобренных Регистром. Это может быть осуществлено путем визуальной проверки, испытания давлением/вакуумом или иными применимыми способами, используемыми в соответствии с документально зафиксированной процедурой, согласованной Регистром;

.5 методы, требуемые в 6.2.4 выше, должны быть одобрены Регистром и должны, где это применимо для процедуры испытаний:

включать сведения о размерах дефектов, которые могут быть допущены без риска нарушения непроницаемости вторичного барьера для жидкостей, и об их расположении в пределах вторичного барьера;

обеспечивать точность и диапазон значений, используемых предложенным методом для обнаружения дефектов, указанным выше;

использовать для установления критериев приемлемости масштабные коэффициенты в случае, если испытания полномасштабной модели не проводились; и

учитывать влияние термических и циклических механических нагрузок на эффективность предложенных испытаний; и

.6 барьер отвечал предъявляемым к нему функциональным требованиям при статическом угле крена 30°.

7 ЧАСТИЧНЫЕ ВТОРИЧНЫЕ БАРЬЕРЫ И СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ОТ НЕЗНАЧИТЕЛЬНЫХ УТЕЧЕК ЧЕРЕЗ ОСНОВНОЙ БАРЬЕР

7.1 Частичные вторичные барьеры, разрешенные согласно 4.3, должны использоваться совместно с системой защиты от незначительных утечек и отвечать всем требованиям 6.2. Система защиты от незначительных утечек должна включать средства обнаружения утечек через основной барьер, меры направления любого жидкого груза вниз, в частичный вторичный барьер, например, в виде экрана из распыленных частиц, а также средства удаления жидкости, которые могут осуществлять его путем естественного испарения.

7.2 На основании объема утечки груза, отвечающей протяженности повреждения вследствие действия спектра нагрузок, указанного в 18.3.6, должна быть установлена емкость частичного вторичного барьера после первоначального обнаружения основной утечки. Должное внимание надлежит уделить испарению жидкости, интенсивности утечки, производительности удаления жидкости и иным относящимся к предмету факторам.

7.3 Обнаружение утечки жидкого груза может осуществляться посредством установки датчиков или путем соответствующего использования систем измерения давления, температуры или обнаружения газа или при помощи любого сочетания указанных способов.

8 УСТРОЙСТВО ОПОР

8.1 Грузовые емкости должны поддерживаться корпусом способом, предотвращающим смещение емкости как единого целого под воздействием статических и динамических нагрузок, определенных в разд. 12 — 15, где применимо, позволяя при этом емкости испытывать сжатие и расширение вследствие изменений температуры и деформирования корпуса, без развития нежелательных напряжений в конструкциях емкости и корпуса судна.

8.2 Для вкладных емкостей должны быть предусмотрены средства противодействия силам плавучести, способные воспринимать нагрузки, определенные в 15.2, без развития пластических деформаций, представляющих опасность для конструкций корпуса.

8.3 Опоры и опорные устройства должны воспринимать нагрузки, определенные в 13.9 и разд. 15, при этом указанные нагрузки не должны складываться друг с другом или с нагрузками, вызванными воздействием волн.

9 КОНСТРУКЦИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ, СВЯЗАННЫЕ С СИСТЕМОЙ ХРАНЕНИЯ

9.1 Системы хранения груза должны быть рассчитаны на действие нагрузок, передаваемых связанными с ними конструкциями и оборудованием, включая насосные башни, купола грузовых емкостей, грузовые насосы и трубопроводы, зачистные насосы и трубопроводы, трубопроводы для азота, люки для доступа, трапы, места входа трубопроводов, устройства измерения уровня жидкости, независимые устройства измерения уровня для тревожной сигнализации, распыляющие насадки и системы контрольно-измерительной аппаратуры (такие как устройства измерения давления, температуры и деформаций).

10 ТЕРМИЧЕСКАЯ ИЗОЛЯЦИЯ

10.1 В соответствии с требованиями должна быть предусмотрена термическая изоляция для защиты корпуса от температур ниже допустимых (см. 19.2) и ограничения потока тепла в емкость до уровней, которые могут поддерживаться используемой системой регулирования давления и температуры, описанной в разд. 4 части VI «Системы и трубопроводы».

10.2 При определении характеристик изоляции надлежит уделить должное внимание объему допустимого испарения с учетом судовой установки повторного сжижения, главных пропульсивных механических установок либо иной системы регулирования температуры.

11 РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

11.1 Настоящий раздел и разд. 12 — 15 определяют расчетные нагрузки для выполнения расчетов согласно требованиям разд. 16 — 18 и включают:

категории нагрузок (постоянные, эксплуатационные, обусловленные внешним воздействием и аварийные) и описание нагрузок;

степень учета этих нагрузок в расчетах в зависимости от типа емкости; и

емкости, совместно с поддерживающими их конструкциями и иными устройствами, которые должны быть рассчитаны с учетом соответствующих комбинаций описанных ниже нагрузок.

12 ПОСТОЯННЫЕ НАГРУЗКИ

12.1 Нагрузки, обусловленные силой тяжести.

12.1.1 Должны быть приняты в рассмотрение вес грузовой емкости, вес термической изоляции, нагрузки от насосных башен и иных прилегающих конструкций.

12.2 Постоянные внешние нагрузки.

12.2.1 Должны быть приняты в рассмотрение нагрузки от силы тяжести конструкций и оборудования, действующие снаружи на грузовую емкость.

13 ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ НАГРУЗКИ

13.1 Нагрузки, возникающие вследствие эксплуатации системы грузовых емкостей, классифицируются как эксплуатационные. Должны быть приняты в рассмотрение все эксплуатационные нагрузки, которые могут влиять на целостность системы грузовых емкостей и действующие во всех расчетных условиях. При установлении эксплуатационных нагрузок должно быть рассмотрено, как минимум, влияние следующих нагрузок в качестве критериев:

внутреннего давления;

внешнего давления;

нагрузок, обусловленных температурой;

вибрации;

нагрузок взаимодействия;

нагрузок, связанных с изготовлением и установкой;

испытательных нагрузок;

нагрузок от статического крена; и

веса груза.

13.2 Внутреннее давление.

13.2.1 Во всех случаях, включая указанный в 13.2.2, P_0 не должно быть менее чем MARVS.

13.2.2 Для грузовых емкостей, не имеющих регулирования температуры, давление в которых определяется только внешней температурой, P_0 не должно быть меньше манометрического давления груза при температуре 45 °С, за исключением следующего:

.1 более низкие (более высокие, где применимо) значения температуры окружающей среды для судов, эксплуатируемых в ограниченных районах, должны быть согласованы Регистром; и

.2 для судов, совершающих рейсы ограниченной продолжительности, P_0 может быть рассчитано на основе фактического увеличения давления в ходе рейса, при этом может учитываться термическая изоляция грузовой емкости.

13.2.3 При наличии расчетов по согласованной методике и при ограничениях, указанных в разд. 21 — 26 для различных типов грузовых емкостей, в конкретных условиях местоположения (при стоянке в порту или иных районах), где динамические нагрузки понижены, может допускаться давление паров P_h выше, чем P_0. Любое установочное значение давления устройств для сброса давления, определенное в соответствии с настоящим пунктом, должно быть отмечено в Международном свидетельстве о пригодности судна для перевозки сжиженных газов наливом.

13.2.4 Внутреннее давление P_{eq} определяется как сумма давления паров P_0 или P_h и максимального динамического давления жидкости P_{gd}, без учета нагрузок от плескания жидкости. Формула для определения максимального динамического давления жидкости P_{gd} приведена в 28.1.

13.3 Внешнее давление.

13.3.1 Нагрузки от расчетного внешнего давления должны приниматься на основе разности между минимальным внутренним давлением и максимальным внешним давлением, которым могут быть одновременно подвержены любые участки грузовой емкости.

13.4 Нагрузки, обусловленные температурой.

13.4.1 Временные термические нагрузки в ходе периодов охлаждения должны приниматься в рассмотрение для емкостей, температура грузов в которых ниже −55 °С.

13.4.2 Устойчивые термические нагрузки должны приниматься в рассмотрение для систем хранения груза в тех случаях, когда конструкции предусмотренных проектом опор или соединительных элементов и эксплуатационная температура могут явиться причиной возникновения значительных термических напряжений (см. 4.1.3 части VI «Системы и трубопроводы»).

13.5 Вибрация.

13.5.1 Должно быть принято в рассмотрение потенциально неблагоприятное влияние вибрации на систему хранения груза.

13.6 Нагрузки взаимодействия.

13.6.1 Должны быть приняты в рассмотрение нагрузки, обусловленные взаимодействием системы хранения груза и конструкций корпуса судна, а также нагрузки от связанных с грузовой емкостью конструкций и оборудования.

13.7 Нагрузки, связанные с изготовлением и установкой.

13.7.1 Должны быть приняты в рассмотрение нагрузки или условия, связанные с изготовлением и установкой, например, возникающие при подъеме конструкций.

13.8 Испытательные нагрузки.

13.8.1 Должны быть приняты в рассмотрение нагрузки, соответствующие испытаниям системы хранения груза, указанным в разд. 21 — 26.

13.9 Нагрузки от статического крена.

13.9.1 Должны быть приняты в рассмотрение нагрузки, отвечающие наиболее неблагоприятному углу статического крена в диапазоне от 0 до 30°.

13.10 Дополнительные нагрузки.

13.10.1 Должны быть учтены любые другие неуказанные выше нагрузки, которые могут оказать влияние на систему хранения груза.

14 НАГРУЗКИ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ВНЕШНИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ

14.1 Нагрузки, обусловленные внешним воздействием, определяются как нагрузки, действующие на систему хранения груза, вызванные воздействием внешней среды, и не являющиеся постоянными, эксплуатационными или аварийными нагрузками.

14.2 Нагрузки, обусловленные движением судна.

14.2.1 При определении динамических нагрузок необходимо учитывать долговременное распределение параметров движения судна на нерегулярном волнении, которое судно испытает в ходе срока его эксплуатации. Может быть также учтено снижение динамических нагрузок вследствие необходимого снижения скорости и изменения курса.

14.2.2 Движение судна включает продольный снос, боковой снос, вертикальную качку, бортовую качку, килевую качку и рыскание. Ускорения, действующие на грузовые емкости, предполагаются действующими в их центре тяжести, и должны включать следующие составляющие:

.1 вертикальное ускорение: ускорения вследствие вертикальной, килевой и, возможно, бортовой качки (действуют перпендикулярно к основной плоскости судна);

.2 поперечное ускорение: ускорения вследствие бокового сноса, рыскания и бортовой качки, а также гравитационная составляющая бортовой качки; и

.3 продольное ускорение: ускорения вследствие продольного сноса и килевой качки, а также гравитационная составляющая килевой качки.

14.2.3 Методы прогнозирования ускорений вследствие движения судна должны быть предложены и одобрены Регистром.

14.2.4 Формулы для определения составляющих ускорений приведены в 28.2.

14.2.5 Нагрузки для судов ограниченного района плавания могут уточняться в соответствии с методикой, согласованной Регистром.

14.3 Динамические нагрузки взаимодействия.

14.3.1 Должны учитываться динамические составляющие нагрузок, обусловленных взаимодействием между системами хранения груза и конструкциями корпуса судна, включая нагрузки от связанных с системой конструкций и оборудования.

14.4 Нагрузки от плескания жидкости.

14.4.1 Нагрузки от плескания жидкости, действующие на систему хранения груза и внутренние компоненты, должны быть определены на основе допускаемых уровней заполнения грузовой емкости.

14.4.2 Если ожидается действие значительных нагрузок вследствие плескания груза, необходимо проведение специальных испытаний и расчетов, охватывающих полный диапазон планируемых уровней заполнения грузовых емкостей.

14.5 Нагрузки от снега и льда.

14.5.1 Если применимо, необходимо учитывать нагрузки от снега и обледенения.

14.6 Нагрузки вследствие эксплуатации в ледовых условиях.

14.6.1 Для судов, предназначенных для эксплуатации в ледовых условиях, необходимо учитывать нагрузки, возникающие при эксплуатации судна во льдах.

15 АВАРИЙНЫЕ НАГРУЗКИ

15.1 Аварийные нагрузки определяются как нагрузки, приложенные к системе хранения груза и ее опорным устройствам в аномальных и нештатных условиях.

15.2 Нагрузки вследствие столкновения.

15.2.1 Нагрузки вследствие столкновения должны определяться для полностью загруженной системы хранения груза с инерционной силой, соответствующей $0,5g$ в направлении в нос и $0,25g$ в направлении в корму, где "g" — ускорение свободного падения.

15.3 Нагрузки вследствие затопления судна.

15.3.1 Для вкладных грузовых емкостей в расчетах стопоров, предотвращающих их всплытие, и поддерживающих их конструкций корпуса должны приниматься в рассмотрение нагрузки, вызываемые силами плавучести, создаваемыми пустой грузовой емкостью в трюмном помещении, затопленном до уровня летней грузовой ватерлинии.

16 ЦЕЛОСТНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

16.1 При проектировании конструкций должна обеспечиваться способность грузовых емкостей выдерживать действие всех соответствующих нагрузок с надлежащим запасом прочности. При этом должны приниматься в расчет возможность пластического деформирования, потери устойчивости, усталости и потери непроницаемости по отношению к жидкости и газу.

16.2 Обеспечение целостности конструкций систем хранения груза должно быть продемонстрировано путем выполнения требований разд. 21 — 26, в зависимости от того, что применимо для соответствующего типа системы хранения груза.

16.3 Обеспечение целостности конструкций систем хранения груза новых типов, существенно отличающихся от рассмотренных в разд. 21 — 26, должно быть продемонстрировано путем соблюдения положений разд. 27 с целью гарантии того, что сохраняется общий уровень безопасности, предусмотренный настоящей частью Правил.

17 РАСЧЕТЫ ПРОЧНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ

17.1 Аналитическое исследование.

17.1.1 Анализ конструкций должен основываться на общепринятых принципах статики, динамики и прочности материалов.

17.1.2 Для расчета результатов действия нагрузок могут быть использованы упрощенные методы или упрощенный анализ при условии, что такие методы и анализ дают достаточно осторожные оценки. В сочетании с теоретическими расчетами или вместо них могут использоваться испытания на моделях. В случаях, когда теоретические методы не обеспечивают надежности, могут быть потребованы испытания на моделях либо полномасштабные испытания.

17.1.3 При определении реакции на динамические нагрузки должен приниматься в расчет эффект динамического воздействия, когда он может повлиять на целостность конструкций.

17.2 Сценарии нагружения.

17.2.1 Для каждого района или части системы хранения груза, подлежащих рассмотрению, и для каждой из возможных форм разрушения, подлежащих анализу, должны быть рассмотрены все применимые к случаю комбинации нагрузок, которые могут действовать одновременно.

17.2.2 Должны быть рассмотрены наиболее неблагоприятные сценарии и условия для всех соответствующих фаз изготовления, обработки, испытаний и эксплуатации.

17.2.3 Если статическое и динамическое напряжения определяются отдельно и не обосновано применение иных методов, суммарные напряжения определяются по следующим формулам:

$$\sigma_x=\sigma_{x.st}\pm\sqrt{\Sigma(\sigma_{x.dyn})^2}; \qquad (17.2.3\text{-}1)$$

$$\sigma_y=\sigma_{y.st}\pm\sqrt{\Sigma(\sigma_{y.dyn})^2}; \qquad (17.2.3\text{-}2)$$

$$\sigma_z=\sigma_{z.st}\pm\sqrt{\Sigma(\sigma_{z.dyn})^2}; \qquad (17.2.3\text{-}3)$$

$$\tau_{xy}=\tau_{xy.st}\pm\sqrt{\Sigma(\tau_{xy.dyn})^2}; \qquad (17.2.3\text{-}4)$$

$$\tau_{xz}=\tau_{xz.st}\pm\sqrt{\Sigma(\tau_{xz.dyn})^2}; \qquad (17.2.3\text{-}5)$$

$$\tau_{yz}=\tau_{yz.st}\pm\sqrt{\Sigma(\tau_{yz.dyn})^2}; \qquad (17.2.3\text{-}6)$$

где $\sigma_{x.st}$, $\sigma_{y.st}$, $\sigma_{z.st}$, $\tau_{xy.st}$, $\tau_{xz.st}$, $\tau_{yz.st}$ — статические напряжения;

$\sigma_{x.dyn}$, $\sigma_{y.dyn}$, $\sigma_{z.dyn}$, $\tau_{xy.dyn}$, $\tau_{xz.dyn}$, $\tau_{yz.dyn}$ — динамические напряжения, которые определяются отдельно от составляющих ускорения и составляющих напряжения корпуса, обусловленных изгибом и скручиванием.

18 РАСЧЕТНЫЕ УСЛОВИЯ

18.1 Для всех применимых сценариев нагружения и расчетных условий в процессе проектирования должны быть рассмотрены соответствующие виды разрушения. Расчетные условия приведены выше в настоящей части Правил, сценарии нагружения указаны в 17.2.

18.2 Условие предельного состояния.

18.2.1 Несущая способность конструкции может быть определена путем испытаний, либо при помощи анализа с учетом как упругих, так и пластических свойств материала, либо посредством упрощенного линейного анализа в упругой области, либо в соответствии с положениями настоящих Правил.

18.2.2 Должны быть приняты в рассмотрение пластическое деформирование и потеря устойчивости.

18.2.3 Анализ должен основываться на значениях нагрузок, указанных ниже:

постоянные нагрузки — расчетные значения;

эксплуатационные нагрузки — номинальные значения;

нагрузки, обусловленные внешним воздействием — для волновых нагрузок: наиболее вероятная наибольшая нагрузка из 10^8 циклов нагружения волновыми нагрузками.

18.2.4 Для оценки прочности по предельному состоянию применяются следующие характеристики материала:

.1.1 R_e — спецификационный минимальный предел текучести при комнатной температуре, МПа. Если кривая зависимости деформаций от напряжений не показывает четко выраженного предела текучести, принимается напряжение, соответствующее удлинению образца на 0,2 %;

.1.2 R_m — спецификационный минимальный предел прочности при комнатной температуре, МПа.

Для сварных соединений со швами с уступающими по прочности характеристиками, то есть в которых сварочный металл имеет более низкий, по сравнению с основным металлом, предел прочности, если наличие таких швов неизбежно, как, например, для некоторых сплавов алюминия, должны использоваться соответствующие значения R_e и R_m для сварных швов, полученные после любой тепловой обработки. В подобных случаях предел прочности на растяжение сварного шва в поперечном направлении должен быть не менее фактического предела текучести основного металла. Если этого достичь невозможно, сварные конструкции из таких материалов не должны включаться в состав систем хранения груза;

.2 указанные свойства должны соответствовать наименьшим номинальным механическим свойствам материала, включая сварочный металл для конструкций в том виде, в котором они были изготовлены. Могут быть приняты в учет улучшенные предел текучести и предел прочности при низкой температуре. Температура, которой соответствуют свойства материалов, должна быть указана в Международном свидетельстве о пригодности судна для перевозки сжиженных газов наливом.

18.2.5 Эквивалентное напряжение σ_C (по Мизесу, Губеру) должно быть определено по формуле:

$$\sigma_C = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_x\sigma_y - \sigma_x\sigma_z - \sigma_y\sigma_z + 3(\tau_{xy}^2 + \tau_{xz}^2 + \tau_{yz}^2)}, \qquad (18.2.5)$$

где σ_x — суммарные нормальные напряжения по оси x;
σ_y — суммарные нормальные напряжения по оси y;
σ_z — суммарные нормальные напряжения по оси z;
τ_{xy} — суммарные касательные напряжения в плоскости x — y;
τ_{xz} — суммарные касательные напряжения в плоскости x — z; и
τ_{yz} — суммарные касательные напряжения в плоскости y — z.

Указанные выше напряжения должны быть определены в соответствии с 17.3.

18.2.6 Допускаемые напряжения для материалов, не указанных в части IX «Материалы и сварка», должны быть одобрены Регистром.

18.2.7 Значения напряжений могут быть также ограничены по результатам расчета усталостной долговечности, анализа трещинообразования и в соответствии с критериями потери устойчивости.

18.3 Условие усталостной долговечности.

18.3.1 Расчетное условие усталостной долговечности является условием расчета в отношении кумулятивного действия циклических нагрузок.

18.3.2 При необходимости выполнения расчета усталостной прочности, кумулятивный эффект нагрузки, вызывающей усталость, должен отвечать следующему условию:

$$\sum \frac{n_i}{N_i} + \frac{n_{Loading}}{N_{Loading}} \leqslant C_w, \qquad (18.3.2)$$

где n_i — количество циклов напряжений на каждом из уровней напряжений в течение срока эксплуатации грузовой емкости;
N_i — количество циклов до разрушения для соответствующего уровня напряжений согласно кривой Велера ($S-N$);
$n_{Loading}$ — количество циклов погрузки и разгрузки в ходе срока эксплуатации грузовой емкости, которое должно составлять не менее 1000 (обычно соответствует 20 годам эксплуатации). Циклы погрузки и разгрузки включают полный цикл действия давления и термический цикл;
$N_{Loading}$ — количество циклов до разрушения для вызывающих усталость нагрузок, обусловленных погрузкой и разгрузкой; и
C_w — максимально допустимое отношение для кумулятивного действия нагрузки, вызывающей разрушение.

Расчет усталостной долговечности должен быть основан на расчетном сроке эксплуатации грузовой емкости, однако из условия не менее 10^8 циклов волновой нагрузки.

18.3.3 Если требуется, система хранения груза должна подвергаться расчету на усталостную долговечность, при этом должны учитываться все нагрузки, вызывающие усталость, и их соответствующие комбинации для запланированного срока эксплуатации системы хранения груза. Внимание должно уделяться различным уровням заполнения.

18.3.4 Применение кривых Велера (S – N).

18.3.4.1 Расчетные кривые Велера (S – N кривые), используемые для анализа, должны быть применимыми к материалам и сварным конструкциям, узлам, процедурам изготовления и соответствующему ожидаемому напряженному состоянию конструкций.

18.3.4.2 Кривые $S-N$ должны основываться на вероятности сохранения работоспособности 97,6 %, отвечающей кривым соответствующих экспериментальных данных до окончательного разрушения, отвечающих условию «среднее-минус-два-стандартных-отклонения». Использование кривых $S-N$, полученных иным способом, требует корректировки допустимых значений C_w, указанных в 18.3.7 — 18.3.9.

18.3.5 Анализ должен основываться на значениях нагрузок, указанных ниже:

постоянные нагрузки — расчетные значения;

эксплуатационные нагрузки — номинальные значения или заданная история нагружения;

нагрузки, обусловленные внешним воздействием — ожидаемая история нагружения, но не менее 10^8 циклов.

Упрощенные спектры динамического нагружения, в случае их использования для оценки усталостной долговечности, должны быть одобрены Регистром.

18.3.6 Анализ распространения усталостных трещин.

18.3.6.1 Если размеры вторичного барьера сокращены, как это предусмотрено в 4.3, должен быть выполнен анализ роста усталостных трещин с целью определения:

.1 путей распространения трещин в конструкции;

.2 скорости роста трещин;

.3 времени, требуемого для того, чтобы растущая трещина стала причиной начала утечки из грузовой емкости;

.4 размеров и формы трещин, распространяющихся на всю толщину; и

.5 времени, за которое обнаруженные трещины достигают критического состояния.

Механика разрушения основывается в общем случае на данных о росте трещин в форме данных испытаний «среднее-плюс-два-стандартных-отклонения».

18.3.6.2 При проведении анализа распространения трещин должно быть сделано допущение о самой крупной начальной трещине, не обнаруживаемой применимым методом проверки, с учетом допускаемых испытаний с использованием неразрушающих методов и критерия визуальной проверки в зависимости от того, что применимо.

18.3.6.3 Для анализа распространения трещин при условии, указанном в 18.3.7, может использоваться упрощенное распределение нагрузок и последовательный период времени в течение 15 дней. Такие распределения могут быть получены как указано на рис. 18.3.6.3. Распределение нагрузок и более продолжительные периоды времени, как, например, указанные в 18.3.8 и 18.3.9, должны быть одобрены Регистром.

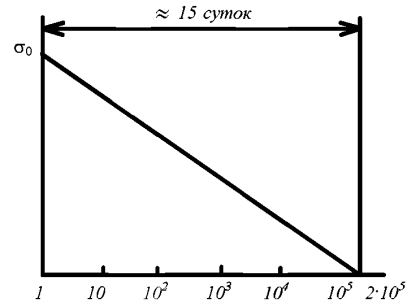


Рис. 18.3.6.3 Упрощенное распределение нагрузки
(σ_0 — наиболее вероятное максимальное напряжение в течение срока службы судна.
График циклической нагрузки — логарифмический. Величина 2×10^5 приведена в качестве примера оценки)

18.3.6.4 Должно быть обеспечено соответствие требованиям 18.3.7 — 18.3.9, в зависимости от того, что применимо.

18.3.7 Для разрушений, которые могут быть надежным образом обнаружены через обнаружение течи, C_w должно быть менее или равно 0,5.

Прогнозируемое остающееся время развития разрушения, от момента обнаружения утечки до достижения критического состояния, должно составлять не менее 15 сут, если к судам, занятым в определенных рейсах, не предъявлено иных требований.

18.3.8 Для разрушений, которые не могут быть обнаружены через течь, но которые могут быть надежным образом обнаружены во время освидетельствований, C_w должно быть менее или равно 0,5.

Прогнозируемое остающееся время развития разрушения, от момента возникновения самой крупной начальной трещины, не обнаруживаемой во время освидетельствования, до достижения критического состояния, должно составлять не менее утроенного промежутка времени между освидетельствованиями.

18.3.9 В отдельных участках грузовой емкости, где невозможно эффективным образом обнаружить дефект или развитие трещины, должны, как минимум, быть применены более жесткие критерии приемлемости усталостной долговечности, C_w должно быть менее или равно 0,1.

Прогнозируемое остающееся время развития разрушения, от момента возникновения предполагаемого начального дефекта до достижения критического состояния, должно составлять не менее утроенного срока эксплуатации грузовой емкости.

18.4 Условие аварийного состояния.

18.4.1 Расчетное аварийное состояние является расчетным состоянием при действии аварийных нагрузок с крайне низкой вероятностью возникновения.

18.4.2 Анализ должен основываться на значениях нагрузок, указанных ниже:

постоянные нагрузки — расчетные значения;

эксплуатационные нагрузки — номинальные значения;

нагрузки, обусловленные внешним воздействием — номинальные значения;

аварийные нагрузки — номинальные значения или расчетные значения.

18.4.3 Нагрузки, упомянутые в 13.9 и разд. 15, не должны приниматься в комбинации между собой или с нагрузками, обусловленными волнением.

19 МАТЕРИАЛЫ

19.1 Целью требований, вводимых настоящим разделом, является обеспечение того, чтобы система хранения груза, основной и вторичный барьеры, термическая изоляция, примыкающие конструкции корпуса судна и иные конструкции в составе системы хранения груза изготавливались из материалов со свойствами, пригодными для условий, в которых они будут работать, как в обычных условиях эксплуатации, так и в случае повреждения основного барьера, где применимо.

19.2 Материалы конструкций корпуса.

19.2.1 Для определения категорий листового материала и секций, образующих корпус судна, для всех типов грузовых емкостей должен выполняться расчет температур, если температура груза ниже -10 °С. Для этого расчета должны быть сделаны следующие допущения:

.1 за температуру основного барьера всех грузовых емкостей принимается температура груза;

.2 в дополнении к 19.2.1.1, если требуется полный или частичный вторичный барьер, должно быть сделано допущение о том, что его температура должна быть такой же, как температура груза при атмосферном давлении только для одной любой грузовой емкости;

.3 для судов неограниченного района плавания температура окружающей среды должна быть принята равной 5 °С для воздуха и 0 °С для морской воды. Для судов, эксплуатируемых в ограниченных районах, допускаются более высокие значения температуры; более низкие значения температуры допускаются для судов, плавающих в районах, где в течение зимних месяцев могут наблюдаться более низкие температуры. При выполнении расчета температуры и выбора категории стали корпусных конструкций, граничащих с системой хранения груза, но не соприкасающихся с атмосферой, температура окружающей среды принимается в соответствии с технической

документацией, представляемой в рамках рассмотрения проекта судна[1]. Для ледоколов и судов ледовых классов температура окружающей среды в любом случае не должна приниматься выше, чем указано в 1.2.3.3 части II «Корпус» Правил классификации;

.4 отсутствует движении воздуха, состояние моря — штиль, то есть не делается поправка на конвекцию из-за внешних условий;

.5 должно быть сделано допущение об ухудшении свойств термической изоляции в течение срока службы судна по причине действия таких факторов, как термическое и механическое старение, слеживание, движение судна и вибрация грузовых емкостей, как указано в 19.4.6 и 19.4.7;

.6 где применимо, должен быть учтен эффект охлаждения поднимающимися испарениями утечек груза;

.7 в соответствии с 19.2.5 может быть учтен обогрев корпуса при условии, что устройства обогрева отвечают требованиям 19.2.6;

.8 не должны учитываться какие-либо устройства обогрева, за исключением указанного в 19.2.5; и

.9 для определения категории стали элементов, соединяющих внешний и внутренний корпуса, может быть принята средняя температура.

Используемая для расчета температура окружающей среды, упомянутая в настоящем разделе, должна быть указана в Международном свидетельстве о пригодности судна для перевозки сжиженных газов наливом.

19.2.2 Обшивка и настил палубы судна, а также все соединенные с ними балки набора, должны отвечать требованиям признанных стандартов. Если полученная расчетом температура в проектных условиях ниже −5 °С из-за влияния температуры груза, материал должен отвечать требованиям, указанным в табл. 2.1-5 части IX «Материалы и сварка».

19.2.3 Материалы всех остальных конструкций корпуса, для которых полученная расчетом температура в проектных условиях ниже 0 °С из-за влияния температуры груза, и которые не образуют вторичного барьера, также должны отвечать требованиям в табл. 2.1-5 части IX «Материалы и сварка». К указанным конструкциям относятся конструкции корпуса, поддерживающие грузовые емкости, настил внутреннего дна, обшивка продольных переборок, обшивка поперечных переборок, флоры, диафрагмы, стрингеры и все соединенные с ними ребра жесткости.

19.2.4 Материал корпуса, образующий вторичный барьер, должен отвечать требованиям, указанным в табл. 2.1-2 части IX «Материалы и сварка». Если вторичный барьер образован настилом палубы или обшивкой борта, категория материала, требуемая табл. 2.1-2 части IX «Материалы и сварка», должна быть применена в соответствующих пределах к примыкающим листам настила палубы или обшивки борта, где применимо.

19.2.5 С целью обеспечения того, чтобы температура материала не опускалась ниже минимально разрешенной для категории материала согласно табл. 2.1-5 части IX «Материалы и сварка», могут быть использованы средства обогрева конструкций корпуса. В расчетах, требуемых 19.2.1, такой обогрев может быть учтен в соответствии с нижеследующими указаниями:

.1 для любой поперечной конструкции корпуса;

.2 для продольных конструкций корпуса, указанных в 19.2.2 и 19.2.3, для которых в качестве номинальных указаны более низкие температуры окружающей среды, при условии, что материал остается пригодным для внешних температурных условий: +5 °С для воздуха и 0 °С для морской воды без учета в расчетах обогрева; и

.3 в качестве альтернативы указанному в 19.2.5.2 для продольной переборки между грузовыми емкостями обогрев может быть учтен при условии, что материал остается пригодным для минимальной расчетной температуры −30 °С либо температуры на 30 °С ниже определенной в 19.2.1 с учетом обогрева, смотря по тому, что ниже. В этом случае общая продольная прочность судна должна отвечать правилу II-1/3-1 Международной конвенции по охране человеческой жизни на море 1974 г. (СОЛАС) для обоих случаев, то есть, когда такая(ие) переборка(и) рассматривается(ются) эффективной(ыми) и когда такая(ие) переборка(и) не рассматривается(ются) эффективной(ыми).

---

[1]Дополнительные требования, не указанные в Кодексе.

19.2.6 Устройства обогрева, упомянутые в 19.2.5, должны отвечать следующим требованиям[1]:

.1 система обогрева должна быть спроектирована таким образом, чтобы при единичном отказе механического или электрического компонента любой ее части, неповрежденная часть могла поставлять не менее 100 % расчетного количества тепла;

.2 система обогрева должна рассматриваться как ответственное вспомогательное оборудование. Все электрические компоненты по крайне мере одной из систем, предусмотренных в соответствии с 19.2.5.1 (для любой поперечной конструкции корпуса), должны получать питание от аварийного источника электроэнергии, как указано в 6.1.4 части VII «Электрическое оборудование»;

.3 там, где невозможно осуществить дублирование основного источника тепла, например, котла, в системе, как указано выше, необходимо предусмотреть альтернативные решения, например, электрические подогреватели, обеспечивающие 100 % расчетного количества тепла. Питание электрических подогревателей должно быть выполнено в соответствии с 6.1.5 части VII «Электрическое оборудование»; и

.4 проектирование и изготовление системы обогрева должно быть одобрено Регистром в составе системы хранения груза.

19.3 Материал основного и вторичного барьеров.

19.3.1 Металлические материалы, используемые для изготовления основного и вторичного барьеров, не образующих конструкций корпуса, должны быть пригодными для восприятия расчетных нагрузок, которым они могут быть подвергнуты, и соответствовать требованиям табл. 2.1-1 — 2.1-3 части IX «Материалы и сварка».

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

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:

.1 совместимости с грузами;

.2 старения;

.3 механических свойств;

.4 термического расширения и сжатия;

.5 стирания;

.6 когезионной прочности;

.7 сопротивляемости вибрации;

.8 огнестойкости и сопротивления распространению пламени; и

.9 стойкости по отношению к усталостным разрушениям и распространению трещин.

19.3.4 Вышеуказанные свойства, где применимо, должны быть подтверждены испытаниями в диапазоне между ожидаемой максимальной 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.

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.

19.3.5.2 Указания по использованию неметаллических материалов при изготовлении основных и дополнительных барьеров приведены в приложении 3 к настоящим Правилам.

19.3.6 Для использования в основном и вторичном барьерах может быть рассмотрена возможность применения материалов, не являющихся огнестойкими и стойкими к распространению пламени при условии, что они будут защищены соответствующей системой, такой как система атмосферы инертного газа, либо оборудованы задерживающим распространение пламени барьером.

---

[1]Требование дополнено с учетом УИ МАКО GC23.

19.4 Термическая изоляция и другие материалы, используемые в системах хранения груза.

19.4.1 Термическая изоляция, несущая нагрузку, и другие материалы, используемые в системах хранения груза, должны быть пригодными для восприятия расчетных нагрузок.

19.4.2 Термическая изоляция и другие материалы, используемые в системах хранения груза, должны обладать следующими свойствами, в зависимости от того, что применимо, для обеспечения их приемлемости для предусматриваемого использования:

.1 совместимостью с грузами;

.2 растворимостью в грузе;

.3 поглощением груза;

.4 усадкой;

.5 старением;

.6 наличием закрытых ячеек;

.7 плотностью;

.8 механическими характеристиками в пределах, в которых они подвержены влиянию груза и иных связанных с ним эффектов нагружения, термическому расширению и сжатию;

.9 истиранием;

.10 сцеплением;

.11 теплопроводностью;

.12 стойкостью к вибрации;

.13 огнестойкостью и сопротивление распространению пламени; и

.14 стойкостью по отношению к усталостным разрушениям и распространению трещин.

19.4.3 Вышеуказанные свойства, где применимо, должны быть подтверждены испытаниями в диапазоне между ожидаемой максимальной температурой в ходе эксплуатации и температурой на 5 °С ниже минимальной расчетной температуры, но не ниже −196 °С.

19.4.4 В зависимости от расположения на судне или окружающих условий, материалы термической изоляции должны обладать соответствующими характеристиками огнестойкости и сопротивления распространению пламени, и должны быть надлежащим образом защищены от проникновения водяного пара и механических повреждений. Если термическая изоляция расположена на открытой палубе или над ней, а также в районе прохода верхних частей грузовых емкостей через палубу, она должна обладать соответствующими характеристиками огнестойкости в соответствии с признанными стандартами, либо иметь покрытие из материала с характеристиками медленного распространения пламени и представляющее собой действенную одобренную защиту от проникновения паров.

19.4.5 Термическая изоляция, не отвечающая признанным стандартам в части огнестойкости, может использоваться в трюмных помещениях, не имеющих постоянной защиты посредством инертного газа, при условии, что ее поверхность облицована материалом с характеристиками медленного распространения пламени, представляющим собой действенную одобренную защиту от проникновения паров.

19.4.6 Испытания теплопроводности термической изоляции должны проводиться на образцах, состаренных необходимым образом.

19.4.7 Если используется порошковая термическая изоляция или изоляция в виде гранул, должны быть приняты меры к снижению слеживаемости в ходе эксплуатации и поддержанию требуемой теплопроводности, а также к предотвращению нежелательного увеличения давления на систему хранения груза.

20 ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ

20.1 Целью настоящего раздела является определение надлежащих технологических процессов изготовления и процедур испытаний с целью обеспечения, насколько это практически осуществимо, того, что система хранения груза будет эксплуатироваться удовлетворительным образом в соответствии с допущениями, сделанными на стадии проектирования.

20.2 Проектирование сварных швов.

20.2.1 Требования пункта применяются к вкладным грузовым емкостям типа А и типа В, сформированным главным образом плоскими поверхностями, включая углы грузовых емкостей, изготовленных с использованием изогнутых пластин, находящихся в одной плоскости с поверхностями грузовой емкости и приваренных к ним плоским сварными швами[1]. Все сварные швы обшивки вкладных грузовых емкостей должны быть плоскими стыковыми швами с полным проваром. Тавровые сварные швы с полным проваром могут использоваться только для соединения куполов грузовых емкостей с обшивкой, в зависимости от результатов испытаний, выполненных в рамках одобрения процедур сварки. За исключением небольших отверстий в куполах, сварные швы для прохода труб также должны быть с полным проваром.

Сварка угловым швом в конструкции грузовой емкости не допускается на участках между обшивкой (включая наклонные плоские поверхности, параллельные обшивке скуловой или подпалубной цистерны, при их наличии) и днищем или крышкой грузовой емкости, а также между концевыми поперечными переборками и днищем, крышкой или обшивкой грузовой емкости (включая наклонные плоские поверхности при их наличии). Вместо этого на указанных участках грузовой емкости должны применяться изогнутые пластины, находящиеся в одной плоскости с поверхностями грузовой емкости и приваренные к ним плоским сварными швами.

Тавровые сварные швы с полным проваром допускаются для локальных участков обшивки грузовой емкости, таких как приемный колодец, сточный колодец и купол грузовой емкости.

20.2.2 Сварные соединения деталей вкладных грузовых емкостей типа С, включая двухъемкостные грузовые емкости, сформированные главным образом криволинейными поверхностями с установленной по центру переборкой, а также первичных непроницаемых для жидкости барьеров вкладных грузовых емкостей типа В, сформированных главным образом криволинейными поверхностями, должны отвечать следующим требованиям[2]:

.1 все продольные и кольцевые соединения должны быть выполнены стыковыми швами с полным проваром, с двойной или одинарной V-образной разделкой кромок. Стыковые швы с полным проваром должны быть выполнены двойным проходом либо с использованием кольцевых подкладок. Если используются кольцевые подкладки, они должны быть впоследствии удалены, за исключением случая технологических сосудов под давлением незначительного размера. Может быть допущена и иная подготовка кромок, в зависимости от результатов испытаний, выполненных в рамках одобрения процедур сварки;

.2 подготовка кромок соединений корпусов грузовых емкостей с куполами и куполов с соответствующей арматурой должна выполняться в соответствии с одобренной Регистром процедурой. Все сварные швы, соединяющие патрубки, купола и иные места проходов (горловины), и все сварные швы, соединяющие фланцы сосудов или патрубков, должны быть выполнены с полным проваром; и

.3 в двухъемкостных грузовых емкостях с установленной по центру переборкой допускаются крестообразные сварные соединения с полным проваром для центральных сварочных швов конструкции грузовой емкости с одобренной Регистром подготовкой кромок, с учетом результатов испытаний, выполненных в рамках одобрения процедур сварки.

---

[1]Требования дополнены с учетом УИ МАКО GC20.
[2]Требования дополнены с учетом УИ МАКО GC21.

20.2.3 Все технологические процессы сборки и испытаний, где применимо, за исключением указанного в 20.4, должны выполняться в соответствии с применимыми положениями части IX «Материалы и сварка».

20.3 Проектирование склеивания и иных технологических процессов сборки.

20.3.1 При проектировании соединения путем склеивания (либо соединения любым иным способом, чем сварка) должны приниматься в расчет прочностные характеристики процесса сборки.

20.4 Испытания.

20.4.1 Все грузовые емкости и технологические сосуды под давлением должны подвергаться гидростатическим или гидропневматическим испытаниям давлением в соответствии с разд. 21 — 26, в зависимости от того, что применимо для того или иного типа грузовых емкостей.

20.4.2 Все емкости должны быть подвергнуты испытанию на непроницаемость, которое может быть осуществлено совместно с испытаниями давлением, указанным в 20.4.1.

20.4.3 Требования по освидетельствованию вторичных барьеров должны быть согласованы Регистром, учитывая доступность барьера (см. 6.2).

20.4.4 Для судов с вкладными грузовыми емкостями типа В нестандартного вида, либо емкостями, спроектированными в соответствии с разд. 27, требуется оборудование, по меньшей мере одной емкости-прототипа и ее опорных конструкций, тензометрами или иными соответствующими приборами для подтверждения уровней напряжений. Подобные меры могут быть потребованы для вкладных грузовых емкостей типа С в зависимости от их конфигурации и устройства их опор и соединительных конструкций.

20.4.5 Общие эксплуатационные характеристики системы хранения груза должны быть проверены на соответствие расчетным параметрам в ходе первого полного цикла погрузки и разгрузки груза в соответствии с процедурой освидетельствования, с требованиями разд. 5 части I «Классификация» и другими применимыми требованиями Регистра. Должны вестись регистрационные записи об эксплуатационных характеристиках компонентов и оборудования, имеющих существенное значение для проверки проектных параметров, которые должны быть доступны инспектору Регистра.

20.4.6 Если в соответствии с 19.2.5 и 19.2.6 установлены устройства обогрева, они должны пройти испытания на требуемое теплообразование и распределение тепла.

20.4.7 Система хранения груза должна быть проверена в ходе первого рейса в грузу или немедленно после такового с целью определения возможного присутствия холодных точек. Проверка целостности поверхностей термической изоляции, которые не могут быть проверены визуально, должна выполняться в соответствии с одобренными Регистром процедурами.

21 ВКЛАДНЫЕ ГРУЗОВЫЕ ЕМКОСТИ ТИПА А

21.1 Основы проектирования.

21.1.1 Вкладные грузовые емкости типа А — емкости, проектируемые главным образом с использованием одобренных Регистром процедур расчета прочности судовых конструкций. Если грузовые емкости образованы плоскими поверхностями, расчетное давление паров P_0 должно быть менее 0,07 MPa.

21.1.2 Если температура груза при атмосферном давлении ниже -10 °C, должен быть предусмотрен полный вторичный барьер согласно требованиям разд. 5. Вторичный барьер должен соответствовать требованиям разд. 6.

21.2 Расчет прочности конструкций.

21.2.1 Расчет прочности конструкций должен быть выполнен с учетом внутреннего давления, как указано в 13.2, с учетом усилий взаимодействия с опорными и фиксирующими конструкциями, а также с участвующими в таком взаимодействии районами корпуса судна.

21.2.2 Для конструкций, например, таких как опорные конструкции, на которые требования Правил не распространяются, напряжения должны быть определены прямым расчетом, принимая в рассмотрение упомянутые в разд. 12 — 15 нагрузки, насколько применимо, и деформации судна в районе опорных конструкций.

21.2.3 Грузовые емкости с опорами должны быть рассчитаны на действие аварийных нагрузок, указанных в разд. 15. Нагрузки не должны приниматься в комбинации между собой или с нагрузками, обусловленными внешним воздействием.

21.3 Условие предельного состояния.

21.3.1 Для емкостей, выполненных главным образом с использованием плоских поверхностей, номинальные мембранные напряжения для балок основного и рамного набора и вспомогательных связей (ребра жесткости, рамные шпангоуты, стрингеры, рамные балки), при проведении расчетов на основе процедур классического анализа, не должны превышать меньшую из следующих величин: $R_m/2{,}66$ или $R_e/1{,}33$ для никелевых, марганцево-углеродистых, аустенитных сталей и алюминиевых сплавов, где R_m и R_e определены в 18.2.3. Если выполняются более детальные расчеты прочности для балок рамного набора, эквивалентное напряжение σ_C, определенное согласно 18.2.4, может быть увеличено по сравнению с указанным выше до величины, согласованной Регистром. Расчеты должны учитывать изгиб, сдвиг, осевые и крутильные деформации, а также усилия от взаимодействия корпуса с грузовой емкостью, возникающие вследствие деформирования двойного дна и днища грузовой емкости.

21.3.2 Размеры ограничивающих грузовые емкости конструкций должны отвечать требованиям Регистра к диптанкам, учитывая внутреннее давление согласно 13.2 и надбавки на коррозию согласно 3.5.

21.3.3 Должен быть проведен расчет конструкции грузовой емкости на предмет возможной потери устойчивости.

21.4 Условие аварийного состояния.

21.4.1 Грузовые емкости и их опоры должны быть рассчитаны на действие аварийных нагрузок и расчетных условий, указанных в 3.4.3 и разд. 15, в зависимости от того, что применимо.

21.4.2 При действии аварийных нагрузок, указанных в разд. 15, напряжения должны отвечать критериям приемки, указанным в 21.3, соответственно модифицированным, с учетом более низкой вероятности их возникновения.

21.5 Испытания.

21.5.1 Все вкладные грузовые емкости типа А должны подвергаться гидростатическому или гидропневматическому испытаниям. Эти испытания должны выполняться таким образом, чтобы напряжения, насколько это практически осуществимо, приближались бы к расчетным, а давление в верхней части грузовой емкости по меньшей мере соответствовало MARVS. Если выполняется гидропневматическое испытание, условия должны моделировать, насколько это практически

осуществимо, расчетные нагрузки на грузовую емкость и ее опорные конструкции, включая динамические составляющие, избегая при этом уровней напряжений, способных вызвать остаточные деформации.

22 ВКЛАДНЫЕ ГРУЗОВЫЕ ЕМКОСТИ ТИПА В

22.1 Основы проектирования.

22.1.1 Вкладные грузовые емкости типа В — емкости, проектируемые с использованием модельных испытаний, уточненных способов анализа и аналитических методов определения уровней напряжений и характеристик усталостной долговечности и трещинообразования. Если грузовые емкости образованы плоскими поверхностями (призматические емкости), расчетное давление паров P_0 должно быть менее 0,07 MPa.

22.1.2 Если температура груза при атмосферном давлении ниже -10 °C, должен быть предусмотрен частичный вторичный барьер с системой защиты от незначительных утечек, как это требуется разд. 5. Система защиты от незначительных утечек должна соответствовать требованиям разд. 7.

22.2 Расчет прочности конструкций.

22.2.1 Для определения пригодности конструкции должны учитываться реакции на все динамические и статические нагрузки в отношении:

.1 пластического деформирования;

.2 потери устойчивости;

.3 усталостных разрушений; и

.4 трещинообразования.

Должен быть выполнен расчет методом конечных элементов или подобный метод, а также анализ механики разрушения либо иной способ на основе равноценного подхода.

22.2.2 Для оценки уровней напряжений должен быть выполнен трехмерный анализ, включающий взаимодействие с корпусом судна. Используемая для такого анализа модель должна включать грузовую емкость с системой ее опор и деталей крепления, а также соответствующие участки корпуса достаточной протяженности.

22.2.3 Должен быть выполнен полный анализ ускорений, действующих на судно, и анализ движения судна на нерегулярном волнении, а также реакции судна и его грузовых емкостей на действие этих усилий, если указанные данные отсутствуют для однотипных судов.

22.3 Условие предельного состояния.

22.3.1 Пластическое деформирование.

22.3.1.1 Для вкладных грузовых емкостей типа В, выполненных преимущественно в форме тел вращения, допускаемые напряжения не должны превышать:

$$\sigma_m \leqslant f; \qquad (22.3.1.1\text{-}1)$$

$$\sigma_L \leqslant 1{,}5f; \qquad (22.3.1.1\text{-}2)$$

$$\sigma_b \leqslant 1{,}5F; \qquad (22.3.1.1\text{-}3)$$

$$\sigma_L + \sigma_b \leqslant 1{,}5F; \qquad (22.3.1.1\text{-}4)$$

$$\sigma_m + \sigma_b \leqslant 1{,}5F; \qquad (22.3.1.1\text{-}5)$$

$$\sigma_m + \sigma_b + \sigma g \leqslant 3{,}0F; \qquad (22.3.1.1\text{-}6)$$

$$\sigma_L + \sigma_b + \sigma_g \leqslant 3{,}0F \qquad (22.3.1.1\text{-}7)$$

где σ_m — эквивалентные первичные общие мембранные напряжения;
σ_L — эквивалентные первичные местные мембранные напряжения;
σ_b — эквивалентные первичные напряжения при изгибе;
σ_g — эквивалентные вторичные напряжения;
f — меньшая из величин (R_m/A) или (R_e/B); и
F — меньшая из величин (R_m/C) или (R_e/D),

R_m и R_e, как определено в 18.2.4. Определение категорий напряжений σ_m, σ_L, σ_b и σ_g — см. 28.3. Значения коэффициентов напряжений A и B должны быть указаны в Международном свидетельстве о пригодности судна к перевозке сжиженных газов наливом и должны иметь минимальные значения, указанные в табл. 22.3.1.1.

Таблица 22.3.1.1

	Никелевые и углеродисто-марганцовистые стали	Аустенитные стали	Алюминиевые сплавы
A	3	3,5	4
B	2	1,6	1,5
C	3	3	3
D	1,5	1,5	1,5

Указанные выше значения могут быть изменены с учетом расчетных условий и должны быть согласованы Регистром.

22.3.1.2 Для вкладных грузовых емкостей типа B, выполненных преимущественно с использованием плоских поверхностей, допускаемые мембранные эквивалентные напряжения, применяемые для расчет методом конечных элементов, не должны превышать:

.1 для никелевых и углеродисто-марганцовистых сталей — меньшего из величин $R_m/2$ или $R_e/1{,}2$;

.2 для аустенитных сталей — меньшей из величин $R_m/2{,}5$ или $R_e/1{,}2$; и

.3 для алюминиевых сплавов — меньшей из величин of $R_m/2{,}5$ или $R_e/1{,}2$.

Указанные выше значения могут быть изменены с учетом местного характера напряжений, методов анализа напряжений и расчетных условий и должны быть согласованы Регистром.

22.3.1.3 Толщина листов оболочки и размеры ребер жесткости не должны быть менее тех, что требуются для вкладных грузовых емкостей типа A.

22.3.2 Потеря устойчивости.

Должен быть выполнен анализ возможной потери устойчивости грузовых емкостей, подверженных действию внешнего давления и иных нагрузок, вызывающих сжимающие напряжения, в соответствии с одобренной Регистром методикой. Метод должен учитывать разницу между теоретическими и фактическими напряжениями потери устойчивости, обусловленную непараллельностью кромок пластин, отклонениями от прямолинейности или плоскостности, овальностью и отклонениями от геометрически правильной окружности в пределах конкретных дуги или хорды, в зависимости от того, что применимо.

22.4 Условие усталостной долговечности.

22.4.1 Оценка усталостной долговечности и трещинообразования должна быть выполнена в соответствии с 18.3. Критерии приемки должны отвечать требованиям 18.3.7 — 18.3.9, в зависимости от возможности обнаружения дефекта.

22.4.2 При расчете усталостной долговечности должны учитываться технологические допуски.

22.4.3 Рекомендуется проведение модельных испытаний с целью определения коэффициентов концентрации напряжений и усталостной долговечности элементов конструкций. Требования к испытаниям должны быть согласованы Регистром.

22.5 Условие аварийного состояния.

22.5.1 Грузовые емкости и их опоры должны быть рассчитаны на действие аварийных нагрузок и расчетных условий, указанных в 3.4.3 и разд. 15, в зависимости от того, что применимо.

22.5.2 При действии аварийных нагрузок, указанных в разд. 15, напряжения должны отвечать критериям приемки, указанным в 22.3, соответственно модифицированным, с учетом более низкой вероятности их возникновения.

22.6 Испытания.

22.6.1 Вкладные грузовые емкости типа B должны подвергаться гидростатическому или гидропневматическому испытаниям в следующем объеме:

.1 испытания должны быть выполнены как указано в 21.5 для вкладных грузовых емкостей типа A; и

.2 кроме того, при температуре, при которой происходит испытание, максимальные первичные мембранные напряжения или максимальные напряжения от изгиба в элементах рамного набора в условиях испытаний не должны превышать 90 % предела текучести материала для изготовленной конструкции. Если расчетные напряжения превышают 75 % предела текучести материала, должно быть проведено испытание прототипа конструкции с использованием тензометров или другого подобного оборудования.

22.7 Маркировка.

22.7.1 Способ маркировки сосуда под давлением не должен приводить к возникновению местных концентраторов напряжений.

23 ВКЛАДНЫЕ ГРУЗОВЫЕ ЕМКОСТИ ТИПА C

23.1 Основы проектирования.

23.1.1 Основой для проектирования вкладных грузовых емкостей типа C является использование критериев для сосудов под давлением, дополненных критериями механики разрушений и трещинообразования. Минимальное расчетное давление, определяемое в 23.1.2, предназначено для обеспечения того, чтобы динамические напряжения оставались достаточно низкими, с тем чтобы любой изначальный дефект поверхности за время эксплуатации грузовой емкости не распространялся более, чем на половину толщины.

23.1.2 Расчетное давление паров, МПа, должно составлять не менее определенного по формуле

$$P_0 = 0{,}2 + AC(\rho_r)^{1,5}, \qquad (23.1.2\text{-}1)$$

где $A = 0{,}00185(\sigma_m/\Delta\sigma_A)^2$; (23.1.2-2)

σ_m — расчетное первичное мембранное напряжение;

$\Delta\sigma_A$ — допускаемое динамическое мембранное напряжение (двойная амплитуда при уровне вероятности $Q = 10^{-8}$) и равное:
55 МПа для ферритоперлитных, мартенситных и аустенитных сталей;
25 МПа для алюминиевых сплавов (5083-O);

C — характеристический размер емкости, принимаемый как наибольшая величина из следующих: h, $0{,}75b$ или $0{,}45l$,

h — высота грузовой емкости (размер в вертикальном направлении относительно судна), м;

b — ширина грузовой емкости (размер в поперечном направлении относительно судна), м;

l — длина грузовой емкости (размер в продольном направлении относительно судна), м;

ρ_r — относительная плотность груза (ρ_r — для пресной воды) при расчетной температуре.

Когда спецификационный расчетный срок эксплуатации грузовой емкости отвечает количеству волновых циклов, превышающему 10^8, величина $\Delta\sigma_A$ должна быть откорректирована так, чтобы отвечать эквивалентному трещинообразованию, соответствующему сроку эксплуатации.

23.1.3 Регистр может присвоить грузовой емкости, отвечающей критериям по минимальному расчетному давлению (см. 23.1.2) для грузовой емкости типа С, тип А или тип В в зависимости от конфигурации емкости и устройства ее опор и соединительных конструкций.

23.1.4 Если предполагается перевозка грузов, не регламентированных Кодексом[1] и при этом имеющих относительную плотность больше 1,0, необходимо удостовериться в том, что удвоенная амплитуда напряжений в стенке грузовой емкости (первичном барьере) $\Delta\sigma_m$, созданных максимальной разницей динамического давления ΔP, не превышают допустимую удвоенную амплитуду динамических напряжений в стенке емкости $\Delta\sigma_A$, как указано в 23.1.2, то есть

$$\Delta\sigma_m \leqslant \Delta\sigma_A. \qquad (23.1.4\text{-}1)$$

Разница динамического давления ΔP, МПа, должна определяться по формуле

$$\Delta P = \frac{\gamma}{1{,}02 \times 10^5}(\alpha_{\beta 1} Z_{\beta 1} - \alpha_{\beta 2} Z_{\beta 2}), \qquad (23.1.4\text{-}2)$$

где γ — максимальная плотность жидкого груза, кг/м^3, при расчетной температуре;
α_β, Z_β — см. 28.1.2 и рис. 23.1.4;
$\alpha_{\beta 1}$, $Z_{\beta 1}$ — значения α_β и Z_β определяющие максимальное внутреннее давление жидкости $(P_{gd})_{\max}$, см. 28.1;
$\alpha_{\beta 2}$, $Z_{\beta 2}$ — значения α_β и Z_β определяющие минимальное внутреннее давление жидкости $(P_{gd})_{\min}$, см. 28.1.

Для того, чтобы оценить максимальную разницу динамического давления ΔP, необходимо сделать расчеты для полного диапазона эллипса ускорений, в соответствии со схемой, указанной на рис. 23.1.4.

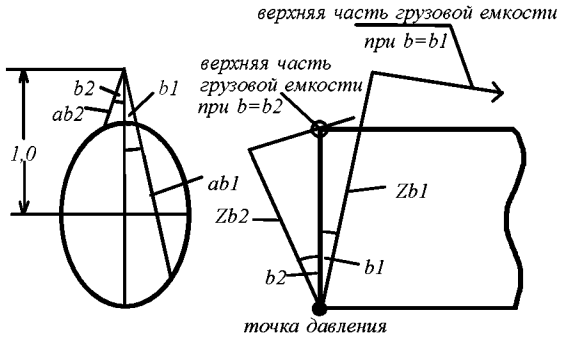


Рис. 23.1.4 Схема для определения разницы динамического давления

23.2 Толщина обшивки.

23.2.1 Толщина обшивки должна быть следующей:

.1 для сосудов под давлением толщина, рассчитанная в соответствии с 23.2.4, должна рассматриваться в качестве минимальной толщины после обработки, без каких-либо отрицательных допусков;

.2 для сосудов под давлением минимальная толщина обшивки и горловин, включая надбавки на коррозию, после обработки не должна быть меньше 5 мм — для углеродисто-марганцовистых и никелевых сталей, 3 мм — для аустенитных сталей и 7 мм — для алюминиевых сплавов;

.3 при выполнении проверок и испытаний при помощи неразрушающих методов, упомянутых в 3.9 части IX «Материалы и сварка», коэффициент эффективности сварного соединения, используемый в расчетах в соответствии с 23.2.4, принимается равным 0,95. Это значение может быть увеличено до 1,0 при учете других факторов, таких как используемый материал, тип соединений, процедура сварки и тип нагрузки. Для технологических сосудов под давлением допускаются частичные испытания при помощи неразрушающих методов, но не менее чем в объеме, указанном в 3.7 части IX «Материалы и сварка», в зависимости от таких факторов, как

[1] Дополнительные требования согласно УИ МАКО GC7.

используемый материал, расчетная температура, температура потери материалом изготовленной конструкции вязких качеств (температура нулевой пластичности) и тип процедуры сборки и сварки, однако в таком случае должен быть принят коэффициент эффективности не более 0,85. Для специальных материалов значения указанного коэффициента должны быть снижены в зависимости от установленных механических характеристик сварного соединения.

23.2.2 В расчетах внутреннего давления должно быть учтено расчетное давление жидкости, определенное в 13.2.

23.2.3 Расчетное внешнее давление P_e, МПа, используемое для проверки сосудов под давлением на предмет потери устойчивости, должно быть не менее определяемого по формуле

$$P_e = P_1 + P_2 + P_3 + P_4, \qquad (23.2.3)$$

где P_1 — установочное давление вакуумных предохранительных клапанов. Для сосудов, не оборудованных вакуумными предохранительными клапанами, P_1 определяется по методике, согласованной Регистром, но должно приниматься не менее 0,025 МПа;

P_2 — установочное давление предохранительных клапанов для сброса давления (PRV) для полностью замкнутых помещений, где находятся сосуды под давлением, либо части сосудов под давлением, в других случаях $P_2 = 0$;

P_3 — сжимающие усилия в обшивке или на обшивке вследствие веса и сжатия термической изоляции, веса обшивки, включая вес надбавки на коррозию, и иные различные внешние нагрузки, вызывающие внешнее давление, которым может быть подвергнут сосуд под давлением. Эти нагрузки включают, не ограничиваясь этим, вес куполов, вес башен и трубопроводов, действие груза при частичном заполнении, ускорения и деформации корпуса судна. Кроме того, должно быть учтено местное влияние внешнего и/или внутреннего давления; и

P_4 — внешнее давление столба воды для сосудов под давлением или части сосудов под давлением, находящихся на открытых палубах (накат воды на сосуды); в других случаях $P_4 = 0$.

23.2.4 Размеры элементов, определяемые внутренним давлением, должны рассчитываться следующим образом: должны быть определены толщина и форма частей сосудов под давлением, подверженных действию внутреннего давления, указанного в 13.2, включая фланцы. Эти расчеты должны быть во всех случаях основаны на принятом методе проектирования сосудов под давлением. Отверстия в частях сосудов под давлением, подверженных действию давления, должны быть подкреплены.

23.2.5 Должен быть выполнен расчет напряжений, вызванных действием статических и динамических нагрузок, с учетом следующего:

.1 размеры элементов сосуда под давлением должны быть определены в соответствии с 23.2.1 — 23.2.4 и 23.3;

.2 должны быть выполнены расчеты нагрузок и напряжений в районе опор и узлах соединения оболочки с опорами. При этом должны использоваться значения нагрузок, указанные в разд. 12 — 15, в зависимости от того, что применимо. Значения напряжений в районе опорных конструкций должны определяться по методике, согласованной Регистром. Может быть потребовано проведение расчета усталостной долговечности;

.3 должны быть учтены вторичные напряжения и термические напряжения.

23.3 Условие предельного состояния.

23.3.1 Пластическое деформирование.

Для вкладных грузовых емкостей типа С допускаемые напряжения не должны превышать:

$$\sigma_m \leqslant f; \qquad (23.3.1\text{-}1)$$

$$\sigma_L \leqslant 1{,}5f; \qquad (23.3.1\text{-}2)$$

$$\sigma_b \leqslant 1{,}5f; \qquad (23.3.1\text{-}3)$$

$$\sigma_L + \sigma_b \leqslant 1{,}5f; \qquad (23.3.1\text{-}4)$$

$$\sigma_m + \sigma_b \leqslant 1{,}5f; \qquad (23.3.1\text{-}5)$$

$$\sigma_m + \sigma_b + \sigma_g \leqslant 3{,}0f; \qquad (23.3.1\text{-}6)$$

$$\sigma_L + \sigma_b + \sigma_g \leqslant 3{,}0f \qquad (23.3.1\text{-}7)$$

где σ_m — эквивалентные первичные общие мембранные напряжения;
σ_L — эквивалентные первичные местные мембранные напряжения;
σ_b — эквивалентные первичные напряжения при изгибе;
σ_g — эквивалентные вторичные напряжения;
f — меньшая из величин (R_m/A) или (R_e/B),

R_m и R_e, как определено в 18.2.4. Определение категорий напряжений σ_m, σ_L, σ_b и σ_g — см. 28.3. Значения коэффициентов напряжений A и B должны быть указаны в Международном свидетельстве о пригодности судна к перевозке сжиженных газов наливом и должны иметь минимальные значения, указанные в табл. 23.3.1.

Таблица 23.3.1

	Никелевые и углеродисто-марганцовистые стали	Аустенитные стали	Алюминиевые сплавы
A	3	3,5	4
B	1,5	1,5	1,5

23.3.2 Критерии для потери устойчивости должны быть следующими: толщина и форма сосудов под давлением, подверженных действию внешнего давления и иных нагрузок, вызывающих сжимающие напряжения, должны основываться на расчетах, в соответствии с одобренной Регистром методикой оценки устойчивости сосудов под давлением, и должна учитываться разницу между теоретическими и действительными напряжениями потери устойчивости, обусловленную непараллельностью кромок пластин, овальностью и отклонениями от геометрически правильной окружности в пределах конкретных дуги или хорды.

23.3.3 Допустимые напряжения в кольцах жесткости[1].

Для горизонтальных цилиндрических емкостей, изготовленных из углеродисто-марганцевой стали, опирающихся на седлообразные опоры, эквивалентные напряжения в кольцах жесткости, рассчитанные методом конечных элементов не должны превышать следующих значений:

$$\sigma_e \leqslant \sigma_{all}, \qquad (23.3.3\text{-}1)$$

где $$\sigma_{all} = \min(0{,}57R_m;\ 0{,}85R_e), \qquad (23.3.3\text{-}2)$$

$$\sigma_e = \sqrt{(\sigma_n + \sigma_b)^2 + 3\tau^2}), \qquad (23.3.3\text{-}3)$$

σ_e — эквивалентные напряжения по Мизесу, МПа;
σ_n — нормальное напряжение, МПа, вдоль окружности в кольце жесткости;
σ_b — изгибающее напряжение, МПа, вдоль окружности в кольце жесткости;
τ — касательное напряжение, МПа, в кольце жесткости; и
R_m и R_e — см. 18.2.4.

Значения эквивалентного напряжения σ_e должны определяться по всей длине кольца жесткости для достаточного количества расчетных случаев, по процедуре, согласованной с Регистром.

23.3.4 Допущения при расчете кольца.

Кольцо жесткости должно рассматриваться как кольцевая балка, сформированная стенкой, полкой, накладным листом, если имеется, и прилегающей обшивкой.

Эффективная ширина прилегающей обшивки должна определяться следующим образом.

.1 Для цилиндрической оболочки:

эффективная ширина, в мм, не более, чем $0{,}78\sqrt{rt}$ с каждой стороны стенки, где r — средний радиус цилиндрической оболочки, мм, и t — толщина оболочки, мм. Накладной лист, если установлен, может быть включен в пределах данного расстояния;

.2 Для продольных переборок (в случае применения смежных грузовых емкостей):

эффективная ширина должна определяться таким же образом, как для цилиндрической оболочки. В качестве ориентировочного значения может приниматься расстояние, равное $20t_b$ с каждой стороны стенки, где t_b — толщина переборки, мм.

К кольцу жесткости, вдоль касательной к контуру с каждой стороны кольца, необходимо прикладывать нагрузку от касательных напряжений, возникающих от перерезывающей силы, действующей в грузовой емкости, и определенных по закону парности касательных напряжений.

23.3.5 Для расчета сил реакции опор необходимо учитывать следующее:

упругость материала опоры (средний слой может быть сделан из дерева или аналогичного материала);

изменение в контактной поверхности грузовой емкости и опор, и в соответствующей силе реакции, из-за термического сжатия грузовой емкости, упругих деформаций грузовой емкости и материала опор.

Итоговое распределение сил реакции в опорах не должно показывать растягивающих усилий.

23.3.6 Кольца жесткости должны подвергаться проверке на потерю устойчивости.

23.4 Условие усталостной долговечности.

23.4.1 Для вкладных грузовых емкостей типа С крупного размера, если температура груза при атмосферном давлении ниже −55 °С, Регистр может потребовать дополнительную проверку с целью обеспечения их соответствия требованиям 23.1.1 при действии статических и динамических напряжений.

23.5 Условие аварийного состояния.

23.5.1 Грузовые емкости и их опоры должны быть рассчитаны на действие аварийных нагрузок и расчетных условий, указанных в 3.4.3 и разд. 15, в зависимости от того, что применимо.

23.5.2 При действии аварийных нагрузок, указанных в разд. 15, напряжения должны отвечать критериям приемки, указанным в 23.3.1, соответственно модифицированным, с учетом более низкой вероятности их возникновения.

[1] 2.3.3 — 2.3.6 — дополнительные требования согласно УИ МАКО GC8.

23.6 Испытания.

23.6.1 Каждый сосуд под давлением должен быть подвергнут гидростатическому испытанию давлением, измеряемым в верхней части грузовых емкостей, но не менее $1{,}5P_0$. Расчетные первичные мембранные напряжения в условиях испытаний не должны превышать 90 % предела текучести материала (в любой точке конструкции). Если расчетные напряжения превышают 75 % предела текучести материала, должно быть проведено испытание прототипа для сосудов под давлением иной формы (отличной от простой цилиндрической или сферической) с использованием тензометров или другого пригодного оборудования.

23.6.2 Температура воды, используемой при испытании, должна быть не менее чем на 30 °С выше критической температуры охрупчивания материала.

23.6.3 Время испытания под давлением устанавливается из расчета 2 ч на каждые 25 мм толщины стенки емкости, однако не менее 2 ч.

23.6.4 При необходимости сосуды под давлением, содержащие груз, могут быть подвергнуты гидропневматическим испытаниям при условиях, указанных в 23.6.1 — 23.6.3.

23.6.5 Условия испытания грузовых емкостей с более высокими допускаемыми напряжениями могут быть изменены в зависимости от температуры эксплуатации. Указанные условия должны одобрены Регистром. При этом должны в полном объеме выполняться требования 23.6.1.

23.6.6 После завершения изготовления и сборки каждый сосуд под давлением и связанная с ним арматура должны быть подвергнуты соответствующему испытанию на непроницаемость, которое может быть объединено с испытанием давлением, указанным в 23.6.1.

23.6.7 Возможность проведения пневматических испытаний сосудов под давлением, кроме грузовых емкостей, должна быть согласована Регистром. Испытания должны допускаться только для тех сосудов, которые спроектированы или поддерживаются на опорах таким образом, что наполнение их водой является небезопасным, либо для сосудов, которые не могут быть опорожнены и предназначены для эксплуатации, исключающей присутствие остатков испытательного вещества.

23.7 Маркировка.

23.7.1 Способ маркировки сосуда под давлением не должен приводить к возникновению местных концентраторов напряжений.

24 МЕМБРАННЫЕ ГРУЗОВЫЕ ЕМКОСТИ

24.1 Основы проектирования.

24.1.1 Основой для расчета мембранных систем хранения груза является принцип, предполагающий компенсацию термических или иных расширения или сжатия без создания чрезмерного риска потери непроницаемости мембраны.

24.1.2 Для демонстрации функциональности системы при эксплуатационных условиях, указанных в 24.2.1, должен использоваться системный подход, основанный на анализе и испытаниях.

24.1.3 Если температура груза при атмосферном давлении ниже −10 °С, должен быть предусмотрен полный вторичный барьер в соответствии с разд. 5. Вторичный барьер должен быть спроектирован в соответствии с разд. 6.

24.1.4 Расчетное давление паров P_0 обычно не должно превышать 0,025 МПа. Если размеры связей корпуса соответствующим образом увеличены и учтена прочность поддерживающей термической изоляции, значение P_0 может быть увеличено, но не более чем до 0,07 МПа.

24.1.5 Определение мембранных грузовых емкостей не исключает конструкций, использующих мембраны из неметаллических материалов, либо конструкций, в которых мембраны включены или встроены в термическую изоляцию.

24.1.6 Толщина мембран обычно не должна превышать 10 мм.

24.1.7 Циркуляция инертного газа через пространство основной изоляции и пространство дополнительной изоляции в соответствии с 6.2.1 части VI «Системы и трубопроводы» должна быть достаточной с целью возможности эффективного использования средств обнаружения газа.

24.2 Условия проектирования.

24.2.1 Должна быть осуществлена оценка последствий потенциальных происшествий, которые могут привести к потере непроницаемости мембран для жидкости в ходе срока их эксплуатации. Оценка должна включать (не ограничиваясь ими), следующие:

.1 происшествия, связанные с предельной прочностью:

отказ мембран вследствие растяжения;

компрессионное разрушение термической изоляции;

термическое старение;

нарушение соединения термической изоляции с конструкциями корпуса;

нарушение соединения мембран с системой термической изоляции;

целостность внутренних конструкций и их опорных конструкций; и

отказ поддерживающих конструкций корпуса;

.2 происшествия, связанные с усталостью:

усталость мембран, включая стыки и соединительные элементы с конструкциями корпуса;

трещинообразование термической изоляции усталостного характера;

усталость внутренних конструкций и поддерживающих их конструкций; и

трещинообразование внутренних бортов, ведущее к поступлению балластной воды;

.3 происшествия аварийного характера:

аварийное повреждение механического характера (такое как падение предметов внутри емкости в процессе эксплуатации);

аварийное создание избыточного давления в пространствах термической изоляции;

аварийное разрежение в емкости; и

аварийное поступление воды через внутренние борта.

Проектные решения, в которых одиночное внутреннее происшествие могло бы вызвать одновременный выход из строя или следующие один за другим выходы из строя обеих мембран, не допускаются.

24.2.2 В процессе реализации проекта должны быть установлены необходимые физические свойства (механические, термические, химические и т.д.) материалов, используемых в составе системы хранения груза в соответствии с 24.1.2.

24.3 Нагрузки и их комбинации.

24.3.1 Особое внимание должно быть уделено возможной потере конструкциями грузовой емкости целостности вследствие избыточного давления в межбарьерном пространстве, возможного вакуума в грузовом емкости, плескания груза, влияния вибрации корпуса или любой комбинации указанных причин.

24.3.2 Методика определения динамической нагрузки на стенки от плескания груза при частичном заполнении грузовой емкости мембранных грузовых емкостей[1] должна соответствовать следующим функциональным требованиям:

.1 методика должна содержать информацию об исходных технических параметрах, характеризующих эксплуатацию судна в течение всего срока службы, включая

главные размерения судна;

геометрические размеры грузовых емкостей на первичном барьере, положение емкостей по длине и по ширине судна;

значения плотности и кинематической вязкости груза;

выбранные расчетные уровни заполнения емкостей;

скорость движения судна и закон распределения курсовых углов;

---

[1]Дополнительные требования, не указанные в Кодексе.

характеристики случаев загрузки судна (положение центра тяжести и центра величины, метацентрическая высота);

статистические данные по характеристикам нерегулярного волнения (следует руководствоваться положениями рекомендации МАКО № 34);

особые условия эксплуатации судна, при наличии (ледовый класс);

.2 в общем случае нагрузки должны определяться для всех грузовых емкостей, в которых предусмотрено частичное заполнение. В случае наличия на судне идентичных по геометрическим параметрам емкостей допускается определять нагрузки только для тех емкостей, в которых ожидаются максимальные нагрузки при плескании груза. При этом методика должна содержать обоснование выбранных для расчета емкостей с учетом

геометрических параметров и формы емкостей;

положения емкостей по длине и ширине судна относительно центра тяжести судна;

.3 методика должна содержать расчеты качки судна. В результате расчета должны быть получены характеристики колебательных движений при всех видах качки судна на нерегулярном волнении применительно ко всем выбранным условиям эксплуатации (амплитудно-частотные характеристики или реализации в масштабе времени). При расчете качки допускается применение методов, основанных на трехмерной потенциальной теории, и других методов расчета качки, согласованных с Регистром;

.4 методика должна содержать результаты модельных испытаний плескания груза в расчетных грузовых емкостях. Программа модельных испытаний должна удовлетворять следующим минимальным требованиям:

должны быть описаны все основные допущения, использованные при проведении модельных испытаний;

должно быть приведено описание используемого испытательного стенда и используемого оборудования для замеров и обработки результатов измерений;

должно быть приведено обоснование величины масштабного коэффициента нагрузки;

должно быть моделировано колебательное движение судна на нерегулярном волнении (характеристики движения судна при модельном испытании допускается масштабировать на основе критерия подобия Фруда);

должна быть обоснована длительность проведения каждого модельного испытания и состав параметров, характеризующих каждое испытание;

.5 методика должна содержать описание способов статистической обработки результатов модельных испытаний. Должно быть приведено описание статистических методов, используемых для получения краткосрочных распределений нагрузки от плескания и долговременных распределений, необходимых для определения максимальных расчетных нагрузок на стенки грузовой емкости;

.6 при определении максимальных расчетных нагрузок могут быть использованы результаты модельных испытаний, выполненных для однотипных судов со сходными главными размерениями и геометрическими характеристиками грузовых емкостей. Возможность использования результатов ранее проведенных испытаний должна быть обоснована с учетом анализа степени соответствия как минимум следующих характеристик:

выбранных исходных технических параметров;

выбранных расчетных грузовых емкостей;

результатов расчетов качки судна; и

основных допущений, использованных при проведении модельных испытаний.

24.4 Расчет прочности конструкций.

24.4.1 Должен быть выполнен расчет прочности конструкций и/или должны быть проведены испытания с целью определения предельной прочности и выполнения оценки усталостной долговечности системы хранения груза и связанных с ней конструкций, например, конструкций, указанных в разд. 9. Расчет прочности конструкций должен предоставить данные, требуемые для оценки каждого из видов повреждений, которые были определены как критические для системы хранения груза.

24.4.2 Расчет прочности конструкций должен учитывать внутреннее давление согласно требованию 13.2. Особое внимание должно быть уделено деформациям корпуса и их совместимости с мембраной и связанной с ней термической изоляцией.

24.4.3 Расчет, упомянутый в 24.4.1 и 24.4.2, должен быть основан на конкретных составляющих движения, ускорениях и реакции судна и систем хранения груза.

24.5 Условие предельного состояния.

24.5.1 Должна быть определена способность конструкций к восприятию нагрузок для каждой из критических составляющих, подсистем и сборок в условиях эксплуатации в соответствии с 24.1.2.

24.5.2 Выбор критериев приемки по прочности для видов повреждений системы хранения груза, соединительных элементов системы с конструкциями корпуса и внутренних конструкций грузовой емкости должен отражать последствия рассматриваемого вида отказа.

24.5.3 Размеры элементов конструкций внутренних бортов должны отвечать требованиям, предъявляемым к диптанкам, с учетом внутреннего давления в соответствии с 13.2, и соответствующих требований для нагрузок от плескания груза в соответствии с требованием 14.3.

24.6 Условие усталостной долговечности.

24.6.1 Для конструкций внутри грузовой емкости, то есть насосных колонн, а также для частей мембраны и соединительных элементов насосной колонны, для которых развитие повреждений не может быть точно определено при помощи непрерывного слежения, должны быть выполнены расчеты их усталостной долговечности.

24.6.2 Расчеты усталостной долговечности должны быть выполнены в соответствии с требованием 18.3, а также требованиями, зависисящими от:

.1 значимости элементов конструкции по отношению к обеспечению целостности конструкции; и

.2 доступности для осмотра.

24.6.3 Для элементов конструкций, для которых может быть продемонстрировано проведением испытаний и/или расчетов, что трещина не приведет к одновременному или следующему один за другим отказу обеих мембран, величина C_w должна быть не более 0,5.

24.6.4 Элементы конструкций, являющиеся предметом периодических освидетельствований, для которых оставленная незамеченной усталостная трещина может развиться так, чтобы вызвать одновременный или следующий один за другим отказ обеих мембран, должны удовлетворять требованиям к усталостным разрушениям и механике разрушения, указанным в 18.3.8.

24.6.5 Элементы конструкции, недоступные для освидетельствований в ходе эксплуатации и для которых усталостная трещина может развиться без предварительных признаков и вызвать одновременный или следующий один за другим отказ обеих мембран, должны удовлетворять требованиям к усталостным разрушениям и механике разрушения, указанным в 18.3.9.

24.7 Условие аварийного состояния.

24.7.1 Система хранения и поддерживающие конструкции корпуса должны быть рассчитаны на действие аварийных нагрузок, указанных в разд. 15. Нагрузки не должны приниматься в комбинации между собой или с нагрузками, обусловленными внешним воздействием.

24.7.2 На основании анализа видов риска должны быть определены соответствующие дополнительные сценарии аварийных ситуаций. Должно быть уделено особое внимание устройствам крепления внутри емкостей.

24.8 Испытания при проектировании.

24.8.1 Испытания в ходе проектных работ, требуемые в 24.1.2, должны включать испытания ряда аналитических и физических моделей как основного, так и вторичного барьеров, включая углы и соединения, для проверки того, что они выдержат ожидаемые комбинированные деформации вследствие действия статических, динамических и термических нагрузок. Эти действия завершаются изготовлением модели прототипа полной системы хранения в масштабе. Условия испытаний, предусматриваемые в аналитических и физических моделях, должны представлять собой самые жесткие условия эксплуатации, в которых система хранения груза может оказаться в течение срока своей службы. Предложенные критерии приемки для периодических испытаний

вторичных барьеров, требуемых в 6.2, могут основываться на результатах испытаний, выполненных на модели прототипа в масштабе.

24.8.2 Усталостная долговечность материалов мембраны и типовых сварных или паяных соединений должна определяться посредством испытаний. Предельная прочность и усталостная долговечность устройств крепления термической изоляции к конструкциям корпуса должны определяться на основании расчетов или испытаний.

24.9 Испытания.

24.9.1 На судах с мембранными системами хранения груза все грузовые емкости и иные помещения, где могут обычно находиться жидкости, и которые примыкают к конструкциям корпуса, поддерживающим мембрану, должны подвергаться гидростатическим испытаниям.

24.9.2 Все конструкции трюмов, поддерживающие мембрану, должны быть испытаны на непроницаемость до установки системы хранения груза.

24.9.3 Проведение гидростатических испытаний туннелей для трубопроводов и иных отсеков, в которых жидкость обычно не содержится, не требуется.

25 ВСТРОЕННЫЕ ГРУЗОВЫЕ ЕМКОСТИ

25.1 Основы проектирования.

25.1.1 Встроенные грузовые емкости, образующие часть конструкции корпуса, на которые воздействуют нагрузки, обуславливающие напряженное состояние примыкающих конструкций корпуса, должны отвечать следующим условиям:

.1 расчетное давление паров P_0, указанное в 1.2, обычно не должно превышать 0,025 МПа. Если размеры связей корпуса соответствующим образом увеличены, значение P0 может быть увеличено, но не более чем до 0,07 МПа;

.2 встроенные грузовые емкости могут быть использованы для перевозки сжиженных газов с температурой кипения не ниже -10 °С. Допускается более низкая температура груза при условии установки полного вторичного барьера;

.3 во встроенных грузовых емкостях не должны перевозиться продукты, для которых в приложении 1 к настоящим Правилам требуется перевозка на судах типа **1G**.

25.2 Расчет прочности конструкций.

25.2.1 Расчет прочности конструкций встроенных грузовых емкостей должен осуществляться в соответствии с одобренной Регистром методикой.

25.3 Условие предельного состояния.

25.3.1 Размеры границ грузовой емкости должны отвечать требованиям для диптанков, учитывая внутреннее давление, как указано в 13.2.

25.3.2 Допускаемые напряжения для встроенных емкостей обычно должны приниматься в соответствии с требованиями Правил РС для корпусных конструкций судна.

25.4 Условие аварийного состояния.

25.4.1 Грузовые емкости и их опоры должны быть рассчитаны на действие аварийных нагрузок, указанных в 3.4.3 и разд. 15, в зависимости от того, что применимо.

25.4.2 При действии аварийных нагрузок, указанных в разд. 15, напряжения должны отвечать критериям приемки, указанным в 25.3, соответственно модифицированным, с учетом более низкой вероятности их возникновения.

25.5 Испытания.

25.5.1 Все встроенные грузовые емкости должны подвергаться гидростатическому или гидропневматическому испытаниям. Эти испытания должны выполняться таким образом, чтобы напряжения, насколько это практически осуществимо, приближались бы к расчетным, а давление в верхней части грузовой емкости по меньшей мере соответствовало MARVS.

26 ПОЛУМЕМБРАННЫЕ ГРУЗОВЫЕ ЕМКОСТИ

26.1 Основы проектирования.

26.1.1 Полумембранные емкости не являются самонесущими, когда они заполнены грузом, и состоят из пояса, части которого поддерживаются через термическую изоляцию смежными конструкциями корпуса, причем скругленные части этого пояса, соединяющие упомянутые поддерживаемые части, предназначены также для компенсации деформаций расширения или сжатия термического и иного характера.

26.1.2 Расчетное давление паров P_0 обычно не должно превышать 0,025 МПа. Если размеры связей корпуса соответствующим образом увеличены и учтена прочность поддерживающей термической изоляции, значение P_0 может быть увеличено, но не более чем до 0,07 МПа.

26.1.3 К полумембранным емкостям должны применяться требования настоящей части Правил, предъявляемые к вкладным грузовым емкостям и мембранным емкостям, насколько это возможно и целесообразно.

26.1.4 Если полумембранные емкости отвечают во всех отношениях требованиям, применимым к вкладным грузовым емкостям типа В, за исключением способа поддержания, допускается использование частичного вторичного барьера.

27 ПРЕДЕЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИ РАСЧЕТЕ СИСТЕМ ХРАНЕНИЯ ГРУЗА НЕОБЫЧНОЙ КОНФИГУРАЦИИ

27.1 Системы хранения груза необычной конфигурации, которые не могут быть спроектированы с использованием разд. 21 — 26, должны проектироваться с использованием настоящего раздела, разд. 3 — 15, а также разд. 16 — 20, в зависимости от того, что применимо. Расчет системы хранения груза в соответствии с настоящим разделом должен основываться на принципах проектирования по предельному состоянию, являющегося таким подходом к проектированию конструкций, который может быть применен как к традиционным проектным решениям, так и к новым проектам. Этот более общий подход характеризуется уровнем безопасности, подобным уровню, достигаемому для известных систем хранения в соответствии с разд. 21 — 26.

27.2 Категории предельного состояния.

27.2.1 Расчет по предельному состоянию является системным подходом, в котором каждый из элементов конструкций проходит оценку позиций возможных отказов, относящихся к условиям проектирования, указанных в 3.4 Предельное состояние может быть определено как состояние, за пределами которого конструкция или часть конструкции перестают отвечать требованиям.

27.2.2 Каждому из видов отказа могут соответствовать одно или более предельных состояний. Предельной нагрузкой для элемента конструкции будет минимальная предельная нагрузка, полученная в результате рассмотрения всех соответствующих предельных состояний. Предельные состояния подразделяются на следующие три категории:

.1 крайние предельные состояния (ULS), соответствующие максимальной несущей способности или, в некоторых случаях, максимальным характерным напряжениям или деформациям в неповрежденном состоянии;

.2 предельные состояния по усталостной долговечности (FLS), соответствующие разрушению под действием переменной во времени (циклической) нагрузки;

.3 аварийные предельные состояния (ALS), касающиеся способности конструкции противостоять аварийным ситуациям.

27.3 Процедуры и соответствующие расчетные параметры для проектирования по предельному состоянию должны отвечать Стандартам использования методологий предельного состояния при расчете систем хранения груза необычной конфигурации (Стандарту LSD), как указано в приложении 4 к настоящим Правилам.

28 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЧАСТИ IV

28.1 Указания по определению внутреннего давления для статических расчетов.

28.1.1 В настоящем разделе представлены указания по определению соответствующего динамического давления жидкости для целей статических проектных расчетов. Давление может быть использовано для определения внутреннего давления, упомянутого в 13.2.4, где:

.1 $(P_{gd})_{\max}$ — связанное давление жидкости, МПа, определенное с использованием максимальных расчетных ускорений;

.2 $(P_{gd}site)_{\max}$ — связанное давление жидкости, МПа, определенное с использованием ускорений в данном конкретном месте;

.3 P_{eq} — величина, МПа, принимаемая наибольшей из P_{eq1}, МПа, and P_{eq2}, МПа, определяемых по формулам;

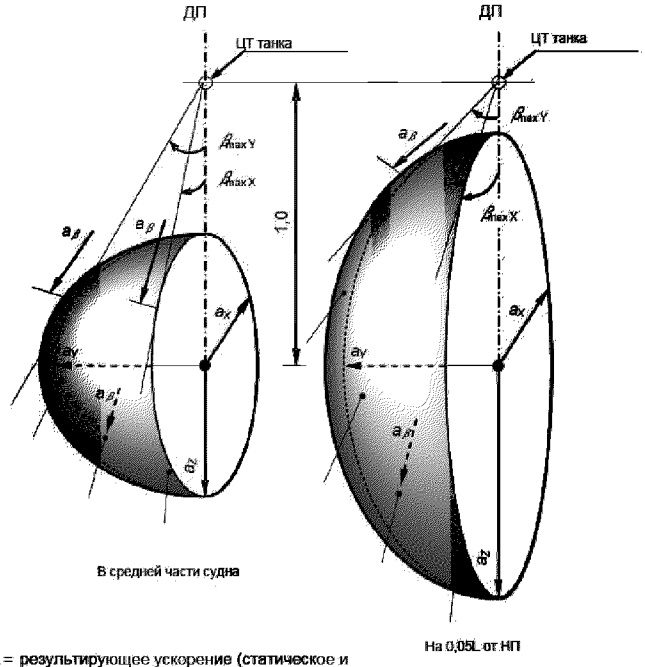
$$P_{eq1} = P_0 + (P_{gd})_{\max}; \qquad (28.1.1.3\text{-}1)$$

$$P_{eq2} = P_0 + (P_{gd}site)_{\max}. \qquad (28.1.1.3\text{-}2)$$

28.1.2 Внутренним давлением жидкости является давление, создаваемое результирующим ускорением в центре тяжести груза вследствие движения судна, указанного в 14.1. Величина внутреннего давления жидкости P_{gd}, МПа, обусловленного совместным действием силы тяжести и динамическими ускорениями, должна определяться по формуле:

$$P_{gd} = \alpha_\beta Z_\beta \frac{\rho}{1{,}02 \times 10^5}, \qquad (28.1.2\text{-}1)$$

где α_β — безразмерное ускорение (относительно ускорения свободного падения), обусловленное нагрузками силы тяжести и динамическими нагрузками, действующее в произвольном направлении β (см. рис. 28.1.2-1). Для грузовых емкостей крупного размера должен использоваться эллипсоид ускорений, принимающий в расчет ускорения в поперечном, вертикальном и продольном направлениях.



a_β = результирующее ускорение (статическое и динамическое) в произвольном направлении β
a_X = продольная составляющая ускорения
a_Y = поперечная составляющая ускорения
a_Z = вертикальная составляющая ускорения

Рис. 28.1.2-1 Эллипсоид ускорений

Z_β — наибольшая высота жидкости, м, где требуется определить давление, измеряемое от обшивки грузовой емкости в направлении β (см. рис. 28.1.2-2).

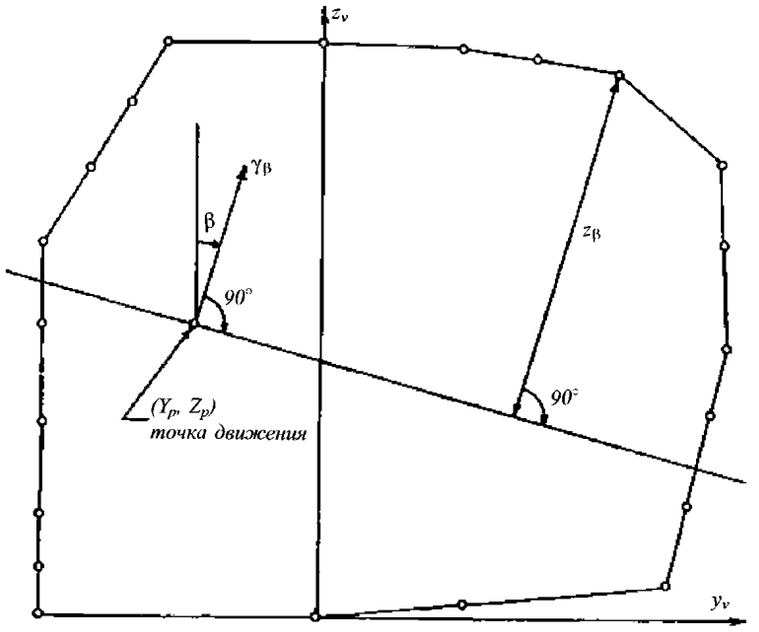


Рис. 28.1.2-2 Определение внутреннего гидростатического напора

Купола емкостей, рассматриваемые как часть их общего объема, должны учитываться при определении Z_β, за исключением случаев, когда общий объем куполов V_d не превышает величины

$$V_d = V_t\left(\frac{100-FL}{FL}\right), \qquad (28.1.2\text{-}2)$$

где V_t — объем емкости без учета куполов; и
FL — предел заполнения емкости в соответствии с 3.20 части VI «Системы и трубопроводы»;
ρ — максимальная плотность груза при расчетной температуре, кг/м^3, при расчетной температуре.

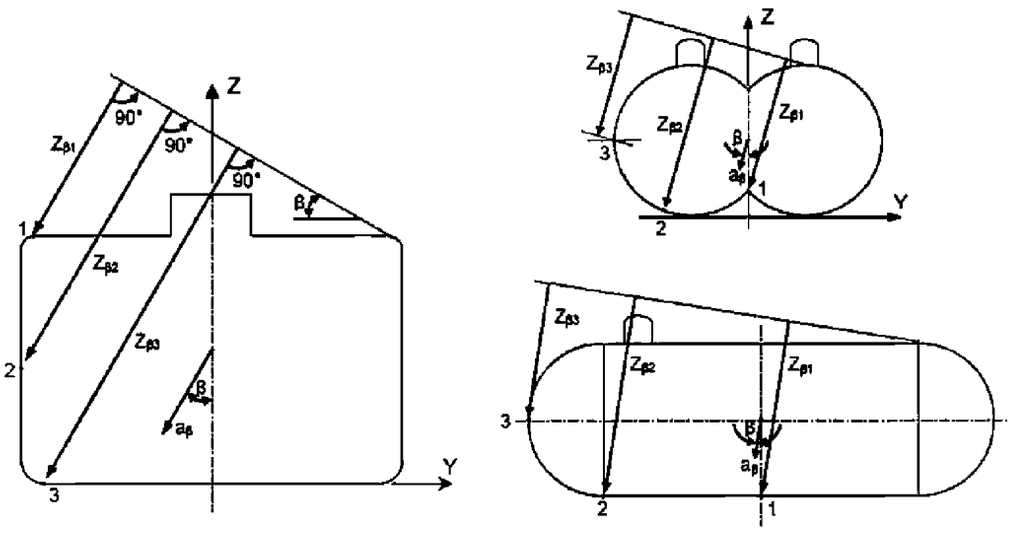


Рис. 28.1.2-3 Определение высоты жидкости Z_β для точек *1*, *2* и *3*

Должны быть рассмотрено направление, определяющее максимальную величину из $(P_{gd})_{max}$ или $(P_{gd}site)_{max}$. Указанная выше формула применима только к заполненным емкостям.

28.1.3 Могут быть применены другие равноценные процедуры расчета.

28.2 Рекомендуемые формулы для определения составляющих ускорения.

28.2.1 Для определения составляющих ускорения, обусловленного движением судна длиной более 50 м с эксплуатационной или близкой к ней скоростью и соответствующего уровню вероятности 10^{-8} для Северной Атлантики, могут быть применены следующие формулы:

вертикальное ускорение, как указано в 14.1

$$a_z = \pm a_0 \sqrt{1+(5{,}3-\frac{45}{L_0})^2(\frac{x}{L_0}+0{,}05)^2(\frac{0{,}6}{C_b})^2+(\frac{0{,}6yK^{1,5}}{B})^2}; \qquad (28.2.1\text{-}1)$$

поперечное ускорение, как указано в 14.1

$$a_y = \pm a_0 \sqrt{0{,}6+2{,}5(\frac{x}{L_0}+0{,}05)^2+K(1+0{,}6K\frac{z}{B})^2}; \qquad (28.2.1\text{-}2)$$

продольное ускорение, как указано в 14.1:

$$a_x = \pm a_0 \sqrt{0{,}06+A^2-0{,}25A} \qquad (28.2.1\text{-}3)$$

где

$$a_0 = 0{,}2\frac{V}{\sqrt{L_0}}+\frac{34-\frac{600}{L_0}}{L_0}; \qquad (28.2.1\text{-}4)$$

L_0 — длина судна, м (см. часть II «Корпус» Правил классификации);

C_B — коэффициент общей полноты;

B — наибольшая ширина судна, м;

x — продольное расстояние, м, от миделя до центра тяжести грузовой емкости с грузом; x – положительное значение в нос, отрицательное значение в корму;

y — поперечное расстояние, м, от диаметральной плоскости до центра тяжести грузовой емкости с грузом;

z — вертикальное расстояние, м, от действующей ватерлинии до центра тяжести грузовой емкости с грузом: z — положительное значение выше ватерлинии, отрицательное ниже ватерлинии;

K=1 в общем случае. Для конкретных условий загрузки судна и обводов корпуса K может определяться по формуле:

$$K = 13GM/B, \qquad (28.2.1\text{-}5)$$

где $K \geqslant 1$ и GM — метацентрическая высота, м;

$$A = (0{,}7-\frac{L_0}{1200}+\frac{5z}{L_0})(\frac{0{,}6}{C_b}); \qquad (28.2.1\text{-}6)$$

V — эксплуатационная скорость, уз;

a_x, a_y, a_z — максимальные безразмерные ускорения (относительно ускорения свободного падения) в соответствующих направлениях. В целях расчета ускорения действуют независимо друг от друга, a_z не включает составляющей от статического веса, a_y включает составляющую от статического веса в поперечном направлений вследствие бортовой качки, а a_x включает составляющую статического веса вследствие килевой качки. Ускорения, определенные по приведенным выше формулам, применимы к судам только при ходе с эксплуатационной скоростью или близкой к ней, но не при стоянке на якоре или в иных условиях, близких к состоянию покоя в открытых акваториях.

28.3 Категории напряжений.

28.3.1 Для оценки напряжений в настоящем разделе приняты следующие определения.

Нормальное напряжение — составляющая напряжения, нормальная к рассматриваемой плоскости.

Мембранное напряжение — составляющая нормального напряжения, равномерно распределенная и равная средней величине напряжения по толщине рассматриваемого сечения.

Напряжение изгиба — переменное по толщине рассматриваемого сечения напряжение за вычетом мембранного напряжения.

Касательное напряжение — составляющая напряжений, действующих в рассматриваемой плоскости.

Главное напряжение — напряжение, вызываемое приложенной нагрузкой и необходимое для уравновешивания внешних сил и моментов. Первичное напряжение не является самоограничивающимся. Главные напряжения, значительно превышающие предел текучести, вызывают отказ или, по меньшей мере, значительные деформации.

Главное общее мембранное напряжение — мембранное напряжение, распределенное таким образом, что в результате наступления состояния текучести не происходит перераспределения нагрузки.

Главное местное мембранное напряжение — мембранное напряжение вследствие давления или иных механических нагрузок или связанное с главным эффектом либо эффектом прерывности, приводящее к чрезмерному искажению в передаче усилий на другие части конструкции. Такие напряжения классифицируются как главные местные мембранные напряжения, хотя они обладают некоторыми признаками вторичных напряжений. Зона напряжений может рассматриваться как местная, если:

$$S_1 \leqslant 0{,}5\sqrt{Rt}; \qquad (28.3.1\text{-}1)$$

$$S_1 \geqslant 2{,}5\sqrt{Rt}, \qquad (28.3.1\text{-}2)$$

где S_1 — расстояние в меридиальном направлении, в пределах которого эквивалентное напряжение превышает $1{,}1f$;
S_2 — расстояние в меридиальном направлении до другого района, в котором пределы главного общего мембранного напряжения превышены;
R — средний радиус грузовой емкости;
t — толщина стенок грузовой емкости в месте, где предел главного общего мембранного напряжения превышен; и
f — допускаемое главное общее мембранное напряжение.

Вторичное напряжение — нормальное или касательное напряжение, вызываемое либо вследствие ограничений на деформирование, оказываемых смежными конструкциями, либо вследствие самоограничения конструкции. Вторичное напряжение является самоограничивающимся. Местная текучесть или незначительные изменения формы могут удовлетворить условиям, приводящим к появлению этих напряжений.

ЧАСТЬ V. ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА

1 ОБЛАСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ

1.1 Требования настоящей части распространяются на конструктивные элементы противопожарной защиты, системы пожаротушения, а также на противопожарное оборудование и снабжение для газовозов LG. На газовозы LG распространяются также все применимые требования части VI «Противопожарная защита» Правил классификации.

1.2 Противопожарные требования, относящиеся к элементам корпуса, механизмам, электрическому оборудованию, системам и трубопроводам, изложены в соответствующих частях Правил LG.

2 КОНСТРУКТИВНАЯ ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА

2.1 Должны быть выполнены приемлемые требования 2.4 части VI «Противопожарная защита» Правил классификации, за исключением 2.4.5 и 2.4.12.

2.1.1 Окна и иллюминаторы, обращенные в сторону грузовой зоны и расположенные на бортовых сторонах надстроек и рубок в пределах расстояния, равного по меньшей мере 4 % длины судна, но не менее 3 м от обращенного в сторону грузовой зоны конца надстройки или рубки (однако нет необходимости, чтобы это расстояние превышало 5 м), должны быть глухого (неоткрывающегося) типа. Такие окна и иллюминаторы, за исключением окон ходового мостика, расположенные в пределах вышеуказанной зоны, должны быть класса А-60.

Бортовые иллюминаторы в обшивке ниже самой верхней палубы и в первом ярусе надстройки или рубки должны быть глухого (неоткрывающегося) типа.

2.2 В помещениях, где могут находиться воспламеняющиеся пары, не должны устанавливаться любые источники воспламенения.

Если электрооборудование устанавливается в таких помещениях, то должно быть документальное подтверждение того, что оно является безопасным для использования в опасной среде, воздействию которой оно может подвергаться.

2.3 Трюмные помещения должны располагаться в нос от машинных помещений категории А. Они должны быть отделены от смежных с ними машинных помещений категории А, жилых и служебных помещений, постов управления, цепных ящиков, кладовых запасов, цистерн питьевой воды и воды для бытовых нужд коффердамами или топливными цистернами.

При отсутствии в смежных помещениях горючей среды допускается отделять эти помещения газонепроницаемыми переборками типа А-0.

На судах с грузовыми емкостями без вторичного барьера вместо коффердамов и топливных цистерн допускается применение газонепроницаемых переборок типа А-60.

2.4 Должны быть организованы проходы для безопасной эвакуации из района расположения регазификационных установок, всасывающего коллектора и манифольда выдачи газа. Защиты от огня и теплового излучения должны быть предусмотрены по мере необходимости. Должны быть предусмотрены по меньшей мере два независимых друг от друга пути эвакуации из обычно посещаемых районов, один из которых должен быть доступен после любого случайного события.

2.5 Датчики пожара, в том числе датчики пламени, в необходимом количестве должны быть установлены так, чтобы контролировать район установки регазификации и грузового манифолда.

3 ПРОТИВОПОЖАРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И СИСТЕМЫ

3.1 Общие требования.

3.1.1 Расположенные в грузовой зоне закрытые помещения, относящиеся к грузовым машинным помещениям, а также помещения приводов грузового оборудования, должны быть оборудованы стационарной системой тушения пожара, отвечающей положениям Кодекса СПБ, с учетом концентрации/интенсивности подачи, требуемых для тушения пожаров газовой среды.

3.1.2 Расположенные в грузовой зоне закрытые помещения, относящиеся к грузовым машинным помещениям и турельным отсекам на судах, предназначенных для перевозки ограниченного числа грузов, должны быть оборудованы системой тушения пожара, соответствующей виду перевозимого груза.

3.1.3 Турельные отсеки должны быть защищены внутри системой водораспыления с интенсивностью подачи не менее 10 л/м^2/мин для наибольших горизонтальных поверхностей. Если давление в потоке газа через турель превышает 4 МПа, интенсивность подачи должна быть увеличена до 20 л/м^2/мин.

Система должна быть рассчитана на защиту всех внутренних поверхностей.

3.1.4 Устройства автоматической подачи звукового сигнала, предупреждающего о пуске системы пожаротушения в указанные выше помещения, должны быть безопасны в среде воспламеняющихся смесей паров груза и воздуха.

3.2 Водопожарная система.

3.2.1 Водопожарная система должна удовлетворять требованиям 3.2 части VI «Противопожарная защита» Правил классификации, относящимся к грузовым судам, с учетом следующего:

.1 в случае, когда главные пожарные насосы используются для подачи воды в систему водораспыления, (см. 3.3.5), ограничения 3.2.1.5.2 и 3.2.5.1 части VI «Противопожарная защита» Правил классификации не применяются. Подача насосов должна обеспечивать защиту районов, указанных в 3.3.1 при одновременной подаче двух струй воды из пожарных шлангов с 19-миллиметровыми насадками при давлении не менее 0,5 МПа;

.2 размещение оборудования системы должно быть таким, чтобы по меньшей мере две струи воды могли достать до любой части палубы в грузовой зоне, а также до тех частей системы удержания груза и закрытий танков, которые расположены над палубой;

.3 количество и расположение пожарных кранов должно обеспечивать выполнение требований 3.2.6.2 и 5.1.5 части VI «Противопожарная защита» Правил классификации при длине шлангов, указанной в 5.1.4 части VI «Противопожарная защита» Правил классификации;

.4 при минимальном давлении в системе 0,5 МПа давление у кранов должно быть не менее указанного в табл. 3.2.1.1 части VI «Противопожарная защита» Правил классификации;

.5 в любом предусмотренном пересечении трубопровода системы и на магистральном трубопроводе/трубопроводах водопожарной системы должны быть установлены запорные клапаны, расположенные в защищенном месте. Клапаны должны быть установлены перед выходом трубопровода в грузовую зону, а также через интервалы, обеспечивающие отсечение любого поврежденного участка пожарной магистрали, таким образом, чтобы требования 3.2.1.2 и 3.2.1.3 могли быть выполнены при расстоянии от ближайшего крана, не превышающем длину двух пожарных рукавов;

.6 подача воды в водопожарную систему, обслуживающую грузовую зону, должна осуществляться через кольцевую магистраль, обеспечиваемую главными пожарными насосами, или через одиночную магистраль, обеспечиваемую пожарными насосами, расположенными в нос и в корму от грузовой зоны, причем один из них должен иметь независимый привод;

.7 трубы, клапаны, фасонные части трубопроводов и система в сборке после монтажа должны быть испытаны на непроницаемость и работоспособность.

3.3 Система водораспыления.

3.3.1 На судах, перевозящих воспламеняющиеся и/или токсичные продукты, должна быть установлена система водораспыления, предназначенная для защиты:

.1 открытых куполов грузовых танков, открытых частей грузовых танков и любых частей закрытий грузовых танков, которые могут подвергаться тепловому воздействию в результате пожара, происходящего на близкорасположенном оборудовании, содержащем груз, таком, как открытые подкачивающие насосы/нагреватели/установки регазификации и повторного сжижения (далее — установки для обработки газа), расположенные на открытых палубах;

.2 сосудов для хранения воспламеняющихся или токсичных продуктов, перевозимых на открытой палубе;

.3 установок для обработки газа, расположенных на палубе;

.4 соединений для выдачи и приема жидкого груза и его паров, включая наружный фланец и район расположения клапанов управления, площадь которого должна быть по меньшей мере равна площади поддона для сбора утечек;

.5 всех расположенных снаружи клапанов системы аварийного отключения, установленных на трубопроводах жидкого груза и его паров, включая главный распределительный клапан для подачи газа потребителям;

.6 открытых поверхностей, обращенных к грузовой зоне, таких как переборки надстроек и рубок, где обычно присутствуют люди; грузовых машинных помещений, кладовых, содержащих предметы с высокой пожароопасностью, и постов управления грузовыми операциями. Открытые горизонтальные конструкции, ограничивающие эти помещения, не требуют защиты, за исключением случая, когда сверху или снизу от них находятся разъемные соединения грузовых трубопроводов. Границы конструкций бака, при отсутствии персонала и предметов или оборудования, обладающих высокой пожароопасностью, не требуют защиты системой водораспыления;

.7 расположенных снаружи спасательных шлюпок, плотов и мест сбора, обращенных к грузовой зоне, независимо от расстояния до нее, за исключением расположенных снаружи мест сбора и путей между местами сбора и местами установки спасательных плотов, расположенных так, чтобы быть готовыми к немедленному спуску на обоих бортах (удаленные спасательные плоты, расположенные в районах, защищенных системой водораспыления в соответствии с 3.3.1.6, считаются должным образом защищенными); и

.8 любых не полностью ограниченных грузовых машинных помещений и не полностью ограниченных помещений электроприводов грузового оборудования.

Система водораспыления судов, предназначенных для периодической эксплуатации в фиксированном месте в режиме регазификации и отгрузки газа или в режиме получения, обработки, сжижения и хранения, должна быть спроектирована с учетом требований 1.1.10 Кодекса.

3.3.2 Система должна быть способной обеспечить тушение всех районов, упомянутых в 3.3.1, при равномерном распределении воды и подачи ее с интенсивностью не менее 10 л/м^2/мин для горизонтальных поверхностей и 4 л/м^2/мин для вертикальных поверхностей.

Для вертикальных поверхностей расстояние между распылителями, защищающими нижние участки, может быть определено с учетом ожидаемого стока с верхних участков.

Для конструкций, не имеющих четко выраженных горизонтальных или вертикальных поверхностей, производительность системы водораспыления должна быть не ниже произведения площади их проекции на горизонтальную плоскость, умноженной на 10 л/м^2/мин.

В целях борьбы с пожаром в грузовую зону, упомянутую в 3.3.1.6 и 3.3.1.7, должны быть включены любые участки открытых палуб над коффердамами, помещениями для балласта и пустыми пространствами в корму от кормовой переборки последнего кормового трюмного помещения и в нос от носовой переборки первого носового трюмного помещения.

3.3.3 На магистрали(ях) системы водораспыления для отсечения неисправных секций должны устанавливаться запорные клапаны через интервалы, не превышающие 40 м.

Альтернативно, система может быть разделена на две или более секций, которые могут быть независимы друг от друга при условии, что их средства управления расположены в одном месте, являющемся легкодоступным и расположенным вне грузовой зоны.

3.3.4 Секция, защищающая любой из районов, включенных в 3.3.1.1 и 3.3.1.2, должна обслуживать по меньшей мере всю группу расположенных в поперечном направлении танков в этом районе.

Любая(ые) установка(и) для обработки газа, включенная(ые) в 3.3.1.3, может обслуживаться независимой секцией.

3.3.5 Дополнительно к объектам, указанным в 3.3.1.4 — 3.3.1.8, подача насосов системы должна обеспечивать одновременно защиту наибольшего из указанного ниже:

.1 любых двух полных групп расположенных в поперечном направлении танков, включая любые установки для обработки газа в этом районе, где одна группа определяется как группа танков, расположенных в поперечном направлении от борта до борта; если же от борта до борта расположен только один грузовой танк, то он рассматривается как «группа»; площадь любых двух полных групп танков должна быть равна объединенной площади двух наибольших групп танков, включая любые расположенные в этих районах установки для обработки газа;

.2 для судов, предназначенных для эксплуатации, в соответствии с указанным в 1.1.10 Кодекса — примыкающей группы танков, расположенных в поперечном направлении, с учетом любой дополнительной опасности пожара.

В качестве альтернативы для этой цели могут быть использованы главные пожарные насосы при условии, что их общая подача увеличена на величину, необходимую для применения системы водораспыления.

В любом случае между главной магистралью водопожарной системы и магистралью системы водораспыления должно быть предусмотрено соединение через запорный клапан, располагающееся вне грузовой зоны.

3.3.6 Ограничивающие переборки надстроек и рубок, в которых обычно находится персонал, а также спасательные шлюпки, плоты и места сбора, обращенные к грузовой зоне, должны иметь возможность защиты с применением одного из главных пожарных насосов либо аварийного пожарного насоса в случае, если пожар в одном из отсеков может вывести из строя оба пожарных насоса.

3.3.7 Водяные насосы, обычно используемые для других целей, могут быть применены для подачи воды в магистраль системы водораспыления.

3.3.8 Все трубы, клапаны, распылители и иная арматура систем водораспыления должны быть коррозионностойкими к морской воде. Трубопроводы, фасонные элементы трубопроводов и относящиеся к ним компоненты в грузовой зоне (за исключением уплотнений) должны выдерживать температуру 925 °С.

3.3.9 Для предотвращения засорения труб и распылителей в составе системы должны быть предусмотрены путевые фильтры. Кроме того, должны быть предусмотрены средства для промывки системы в обратном направлении пресной водой.

3.3.10 В помещениях за пределами грузовой зоны, расположенных вблизи жилых помещений, легкодоступных и которые могут использоваться в случае пожара в защищаемом районе, должны быть предусмотрены средства дистанционного запуска насосов, подающих воду в систему водораспыления, и дистанционного управления клапанами системы, находящимися обычно в закрытом состоянии.

3.3.11 Трубы, клапаны, фасонные части трубопроводов и система в сборе после монтажа должны быть испытаны на непроницаемость и работоспособность.

3.3.12 Для судов, имеющих на борту систему регазификации, система водораспыления должна соответствовать дополнительным требованиям:

.1 пожарная магистраль должна быть спроектирована и оборудована запорными клапанами, так, чтобы при единичном отказе в системе ни в каком случае не нарушалась подача воды к системе водораспыления;

.2 стационарная система водораспыления с подачей согласно 3.3.2 должна быть расположена так, чтобы защитить:

установки регазификации;

станцию измерения отгрузки;

всасывающий коллектор;

манифольд выдачи;

внутренние поверхности отделения турели;

установки одорации;

резервуары для хранения любых горючих жидкостей или газов, если они установлены на верхней палубе;

.3 устройство и производительность системы распыления воды должны быть такими, чтобы при выходе из строя одного насоса оставшиеся насосы обеспечивали подачу воды в систему водораспыления;

.4 если пожарные насосы и насосы водораспыления совмещаются, то их общая подача должна быть достаточной для одновременной соответствующей подачи воды к самой крупной секции системы водораспыления и к двум пожарным рукавам;

.5 включение системы распыления воды должно быть возможно как с местного поста, так и из дистанционного поста управления, из которого состояние системы отслеживается;

.6 установки регазификации должны покрываться системой порошкового пожаротушения, отвечающей требованиям 3.4.

3.4 Система порошкового тушения.

3.4.1 Суда, на которых предусматривается перевозка воспламеняющихся продуктов, должны быть оборудованы стационарной порошковой системой пожаротушения, одобренной на основе циркуляра ИМО MSC.1/Circ.1315 «Руководство по одобрению стационарных химических порошковых систем тушения пожара для защиты судов, перевозящих сжиженные газы наливом» и предназначенной для борьбы с пожаром на палубе в грузовой зоне, включая любые устройства погрузки и выгрузки жидкого и газообразного груза, расположенные на палубе, в носовом и кормовом районах обработки груза.

3.4.2 Система должна обеспечивать подачу порошка к любой внешней части трубопроводов жидкого груза или его паров, к соединениям для погрузки и выгрузки, а также к установкам для обработки газа. Подача должна осуществляться не менее чем по двум ручным рукавным линиям либо по комбинированным линиям, включающим лафетный ствол и ручные рукава.

3.4.3 Порошковая система пожаротушения должна состоять не менее чем из двух независимых установок. Любой из объектов, указанных в 3.4.2, должен быть доступен для тушения не менее чем двумя такими установками, включающими собственные органы управления, стационарные трубопроводы огнетушащего вещества под давлением, лафетные стволы или ручные рукавные линии. Для судов, предназначенных для перевозки менее 1000 $м^3$ груза, достаточно одной установки.

3.4.4 Для защиты любого района, где расположено соединение погрузки/разгрузки, должен быть предусмотрен лафетный ствол, приводимый в действие с места установки и дистанционно. В случае если лафетный ствол может подать необходимое количество порошка на всю требуемую область защиты из одного положения, дистанционное управление не требуется.

3.4.5 В конце грузовой зоны на правом и левом бортах должно быть предусмотрено по одной рукавной линии, обращенной к жилым помещениям, легкодоступных из этих помещений.

3.4.6 Подача лафетного ствола должна составлять не менее 10 кг/с.

Ручные рукавные линии не должны скручиваться и должны быть оборудованы стволами, имеющими функцию включения/отключения и подачу не менее 3,5 кг/с. При максимальной подаче должна обеспечиваться возможность работы с рукавом одного человека. Длина ручного рукава не должна превышать 33 м.

Ручные рукава и стволы должны быть легкодоступными и иметь конструкцию, стойкую к воздействиям внешней среды, либо должны храниться в стойком к воздействиям внешней среды ящике или футляре.

3.4.7 Если между контейнером для порошка и рукавной линией либо лафетным стволом имеется участок стационарного трубопровода, его длина не должна превышать длину, обеспечивающую поддержание порошка в текучем состоянии при постоянном и прерывистом режиме его выпуска, а также обеспечивающую возможность продувки для освобождения трубопровод от порошка, когда система выводится из действия.

3.4.8 Расположение оборудования системы должно определяться с учетом того, что максимальная эффективность ручных рукавных линий обеспечивается на расстоянии в пределах длины рукава.

3.4.9 Суда с носовыми/кормовыми грузовыми устройствами должны быть оборудованы независимыми установками порошкового тушения, отвечающими требованиям 3.4.1 — 3.4.8, обеспечивающими тушение трубопроводов жидкого груза и паров в районе носового/кормового грузового устройства посредством рукавных линий и лафетного ствола и расположенными в носовой или кормовой части грузовой зоны.

3.4.10 Порошковая система пожаротушения судов, предназначенных для периодической эксплуатации в фиксированном месте в режиме регазификации и отгрузки газа или в режиме получения, обработки, сжижения и хранения, должна быть спроектирована с учетом требований 1.1.10 Кодекса.

3.4.11 Входящие в состав станций дистанционной и местной подачи трубы, клапаны, фасонные части трубопроводов, система в сборе должны быть испытаны после монтажа на непроницаемость и работоспособность. Кроме того, предварительно должны быть проведены испытания для проверки функциональной пригодности системы, включающие выпуск установленного количества огнетушащего порошка.

Все распределительные трубопроводы должны быть продуты сухим воздухом с тем, чтобы убедиться в отсутствии посторонних предметов.

4 ЗАЩИТА ПЕРСОНАЛА

4.1 На судах, перевозящих воспламеняющиеся грузы, в дополнение к комплектам снаряжения пожарных, указанным в п. 10 табл. 5.1.2 части VI «Противопожарная защита» Правил классификации, должны быть предусмотрены комплекты, указанные в 5.1.15 указанной части, в количестве:

4 — при объеме грузовых емкостей 5000 $м^3$ и менее;

5 — более 5000 $м^3$.

4.2 Дыхательные аппараты, входящие в комплекты снаряжения пожарных, должны быть автономными и иметь баллоны вместимостью не менее 1200 л воздуха.

4.3 Для защиты членов экипажа, принимающих участие в грузовых операциях, с учетом характера груза должно предусматриваться защитное снаряжение, включая защитные очки.

4.4 Защитное снаряжение должно храниться в специальном шкафу в легко доступном месте.

4.5 В дополнение к комплектам снаряжения пожарных, указанным в 4.1, должно быть предусмотрено достаточное количество, но не менее двух комплектов снаряжения, обеспечивающего безопасность персонала при входе в заполненные газом помещения и работе в них.

4.6 В комплект снаряжения, указанный в 4.5, должны входить:

дыхательный изолирующий аппарат, работающий на воздухе, с баллонами вместимостью не менее 1200 л воздуха;

защитная одежда, обувь, перчатки и плотно прилегающие защитные очки;

спасательный линь, имеющий стальной сердечник, с пояском;

взрывобезопасный фонарь.

4.7 Для дыхательных аппаратов, указанных в 4.6, должны быть предусмотрены:

два комплекта заполненных воздушных баллонов для каждого дыхательного аппарата, специальный воздушный компрессор, допущенный для использования компетентными органами, и распределительный патрубок для зарядки запасных баллонов; либо

заполненные воздушные баллоны общей вместимостью не менее 6000 л воздуха для каждого дыхательного аппарата.

4.8 Снаряжение, указанное в 4.6 и 4.7, должно храниться в специальном шкафу, расположенном в легко доступном месте.

ЧАСТЬ VI. СИСТЕМЫ И ТРУБОПРОВОДЫ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая часть дополняет часть VIII «Системы и трубопроводы» Правил классификации и устанавливает требования к специальным системам и трубопроводам газовозов LG.

1.2 Насосы, трубопроводы, клапаны и другая арматура систем, расположенных в районе грузовых емкостей, должны иметь отличительную маркировку.

1.3 Любые сосуды под давлением должны отвечать требованиям части X «Котлы, теплообменные аппараты и сосуды под давлением» Правил классификации. Помимо этого, емкости и технологические сосуды под давлением для обработки жидкого или газообразного груза, включая уравнительные танки, теплообменные аппараты и коллекторы-накопители, должны также отвечать требованиям к автономным танкам типа С, приведенные в части IV «Хранение груза». Термин «сосуды под давлением», используемый в части IV «Хранение груза», распространяется как на автономные танки типа С, так и на технологические сосуды под давлением.

2 ТРУБОПРОВОДЫ

2.1 Материалы.

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. 6 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.

2.1.2 Материалы с температурой плавления ниже 925 °С не должны использоваться для трубопроводов вне грузовых емкостей, за исключением коротких участков труб, соединенных с грузовыми емкостями, и в этом случае должна быть предусмотрена пожаростойкая изоляция.

2.1.3 Система изоляции грузовых трубопроводов.

2.1.3.1 Системы грузовых трубопроводов должны быть надлежащим образом оборудованы системой термической изоляции с целью сведения к минимуму проникновения в груз тепла в ходе производства грузовых операций и защиты персонала от прямого контакта с холодными поверхностями.

Свойства тепловой изоляции грузовых трубопроводов должны учитываться при расчете теплопритоков к грузовым танкам и в расчете производительности системы контроля давления/температуры. Поверхности грузовых трубопроводов, с которыми персонал может контактировать в нормальных условиях, должны быть защищены тепловой изоляцией за исключением следующих поверхностей:

поверхностей систем грузовых трубопроводов, которые защищены физическими защитными барьерами для предотвращения такого прямого контакта;

поверхностей ручных клапанов, имеющие удлиненные шпиндели, которые защищают оператора от температуры груза;

поверхностей систем грузовых трубопроводов, расчетная температура которых (определяется по температуре внутренней среды) выше −10 °С.

2.1.3.2 Если это применимо, по причине места расположения или окружающих условий, изолирующие материалы должны обладать соответствующими качествами стойкости к пожару и

распространению пламени и быть в достаточной мере защищены от проникновения водяного пара и от механических повреждений.

2.1.4 Если система грузовых трубопроводов изготовлена из материала, склонного к коррозионному растрескиванию под действием напряжений в условиях насыщенной солью воздушной среды, должны быть приняты надлежащие меры для предотвращения этого путем рассмотрения вопросов о выборе материала, защите от воздействия соленой воды и/или доступности для проверки.

2.2 Толщина стенок труб.

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

2.2.1.1 p (расчетное давление) — наибольшее давление, которому может быть подвергнута система в эксплуатации.

Для трубопроводов или их частей в качестве расчетного давления следует принимать наибольшую из следующих величин:

давление насыщенных паров груза при температуре 45 °С — для трубопроводов или их частей, которые содержат пары груза или некоторое количество жидкого груза и могут быть отключены от предохранительных клапанов;

давление перегретых паров при температуре 45 °С, полагая эксплуатационное давление и температуру в качестве начальных условий для насыщенных паров в системе — для трубопроводов или их частей, которые всегда содержат только пары груза и могут быть отключены от предохранительных клапанов;

максимальное допустимое установочное давление подрыва предохранительных клапанов грузовых емкостей и обслуживающих их грузовых систем;

установочное давление подрыва предохранительного перепускного клапана соответствующего насоса или компрессора;

максимальный полный напор в грузовом трубопроводе при погрузке или выгрузке груза;

установочное давление подрыва предохранительного клапана на трубопроводе.

В любом случае расчетное давление p должно приниматься не менее 1 МПа, а для трубопроводов с открытыми концами — не менее 0,5 МПа.

2.2.1.2 c — прибавка на коррозию; может быть увеличена по сравнению с требуемой в 2.3.1 части VIII «Системы и трубопроводы» Правил классификации, если предполагается усиленная коррозия или эрозия трубопровода. Прибавка должна приниматься с учетом предполагаемого срока эксплуатации трубопровода.

2.2.1.3 Остальные величины, входящие в формулу, должны отвечать требованиям 2.3.1 части VIII «Системы и трубопроводы» Правил классификации; при этом снижение коэффициентов запаса прочности не допускается.

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

2.2.2 Минимальные толщины стенок труб должны приниматься по табл. 2.3.8 части VIII «Системы и трубопроводы» Правил классификации (для стальных труб — см. графу 2).

В необходимых случаях с целью предупреждения повреждения трубопроводов в результате чрезмерного прогиба труб под воздействием нагрузок на опорах, изгиба судна или других причин толщина стенок труб должна быть увеличена по сравнению с указанной в 2.2.1. Если это практически неприемлемо или может вызвать чрезмерные местные напряжения, нагрузки должны быть уменьшены либо полностью исключены другими конструктивными мерами.

Возникновение таких местных нагрузок может быть вызвано опорными конструкциями, деформациями корпуса судна, скачками давления жидкости в ходе операций по передаче груза, весом подвешенных клапанов, реакцией на соединения грузовых стрел или иными факторами.

2.2.3 Если расчетная температура среды -110 °С и ниже, Регистру должен быть представлен полный расчет прочности с учетом всех напряжений, возникающих под воздействием веса труб (включая значительные нагрузки при ускорении), внутреннего давления, температурного сжатия, а также нагрузок, возникающих при изгибе судна, для каждого ответвления системы трубопроводов.

Для температур выше −110 °С Регистр может потребовать расчет напряжений с учетом конструкции или жесткости системы и выбора материалов.

Такие расчеты должны выполняться по методикам, одобренным Регистром.

В любом случае, даже если расчеты не представляются, должны быть учтены тепловые напряжения.

2.2.4 Размеры внешних труб высокого давления или каналов для газообразного топлива.

2.2.4.1 Для трубопроводов газообразного топлива с расчетным давлением, превышающим критическое давление, касательные мембранные напряжения прямых участков трубы или канала не должны превышать предела прочности при растяжении, деленного на 1,5 (R_m/1,5), при действии расчетного давления, указанного в 2.2.1. Значения номинального давления для всех других участков трубопроводов должны соответствовать такому же уровню прочности, что и для прямых участков.

2.3 Соединения трубопроводов.

2.3.1 Настоящие требования распространяются на соединения трубопроводов, расположенных внутри или снаружи грузовых емкостей. Для трубопроводов, расположенных внутри грузовых емкостей, и трубопроводов с открытыми концами по согласованию с Регистром могут быть допущены отступления от указанных требований.

2.3.2 Сварные стыковые соединения с полным проваром могут использоваться без ограничений. При расчетной температуре ниже −10 °С стыковая сварка должна быть двусторонней или эквивалентной стыковому соединению с двусторонней сваркой. Сварка может быть выполнена с использованием подкладного кольца, плавящейся вставки или в защитной среде инертного газа при наложении первого сварного валика.

На трубопроводах с расчетным давлением более 1 МПа и расчетной температурой −10 °С и ниже подкладные кольца после сварки должны быть удалены. Объем неразрушающего контроля должен быть не менее указанного в 3.2.3 части XIV «Сварка» Правил классификации для трубопроводов I класса.

2.3.3 Фланцевые соединения трубопроводов, клапанов и другой арматуры должны удовлетворять требованиям 2.4.3 части VIII «Системы и трубопроводы» Правил классификации.

Фланцевые соединения типа В не должны применяться для расчетных температур ниже −10 °С и номинальных диаметров труб более 100 мм.

Прочные размеры фланцев должны определяться по одобренным Регистром стандартам на расчетное давление, принимаемое в соответствии с 2.2.1.1.

2.3.4 Муфтовые сварные соединения могут использоваться только для трубопроводов с открытыми концами с наружным диаметром 50 мм и менее и расчетной температурой не ниже −55 °С.

2.3.5 По согласованию с Регистром, только для неответственных трубопроводов с наружным диаметром 25 мм и менее могут использоваться резьбовые муфтовые соединения.

2.3.6 Если в трубопроводах используются компенсаторы, их число должно быть минимальным, однако, достаточным для предохранения трубопроводов, отдельных узлов системы и грузовых емкостей от чрезмерных напряжений, возникающих в результате теплового расширения грузовых емкостей, трубопроводов и деформации корпуса судна.

Снаружи грузовых емкостей могут устанавливаться только сильфонные компенсаторы. Компенсаторы других типов могут устанавливаться внутри грузовых емкостей.

При необходимости должны быть приняты меры для защиты сильфонных компенсаторов от обледенения.

2.4 Термическая обработка труб.

2.4.1 Стыковые сварные соединения трубопроводов сжиженного газа, изготовленных из углеродистой, углеродисто-марганцевой или низколегированной стали, после сварки должны быть подвергнуты термической обработке.

2.4.2 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.

2.5 Изоляция трубопроводов.

2.5.1 Трубопроводы, предназначенные для сред с низкой температурой, там, где необходимо, должны быть термоизолированы от смежных конструкций корпуса, чтобы избежать понижения температуры конструкций корпуса ниже расчетной.

2.5.2 В местах, где трубопроводы для жидкого груза подвергаются регулярной разборке или где возможна утечка жидкого груза (например, у соединений с береговыми магистралями или у сальников насосов), должна быть обеспечена защита нижерасположенных конструкций корпуса судна от воздействия груза с низкой температурой.

2.6 Расположение трубопроводов.

2.6.1 Любой трубопровод, который может заключать груз в жидком или газообразном состоянии, должен удовлетворять следующим требованиям:

.1 трубопроводы должны быть отделены от трубопроводов других систем, за исключением соединений, требуемых для очистки, удаления газа и подачи инертного газа. Для предотвращения противотока груза должны быть приняты в расчет требования 6.1.4. В этом случае должны быть приняты меры, исключающие проникновение груза или его паров в другие системы трубопроводов через эти соединения;

.2 за исключением случая, предусмотренного в разд. 11, трубопроводы не должны проходить через жилые и служебные помещения, посты управления и машинное помещение, за исключением грузовых машинных помещений, грузовых насосных и компрессорных;

.3 соединяться с грузовыми емкостями непосредственно с открытых палуб, за исключением случаев, когда трубы установлены в вертикальной шахте или подобной конструкции для прохода через пустые пространства над грузовыми емкостями, а также за исключением случаев, когда трубы для осушения, газоотвода или продувки проходят через коффердамы;

.4 располагаться в грузовой зоне над открытой палубой, за исключением случаев носовых или кормовых устройств погрузки и разгрузки, систем аварийного сброса груза, систем турельных отсеков и за исключением случаев, указанных в разд. 11. Аварийные устройства для удаления груза могут быть расположены в кормовой части судна в районе жилых и служебных помещений, постов управления и машинных помещений, однако трубопроводы не должны проходить через эти помещения; и

.5 располагаться на расстоянии от наружной обшивки в поперечном направлении внутрь корпуса, не менее, чем требуется для грузовых емкостей в разд. 2 части II «Конструкция газовозов», за исключением трубопроводов, предназначенных для соединения с берегом для приема и передачи груза и не подвергающихся действию внутреннего давления в море, а также систем трубопроводов аварийного сброса груза.

2.7 Бортовые отливные отверстия ниже палубы надводного борта.

2.7.1 Снабжение и управление клапанами, которые установлены на отливных забортных отверстиях трубопроводов, идущих из помещений, расположенных ниже палубы надводного борта, или из закрытых надстроек и рубок, находящихся на палубе надводного борта, должны удовлетворять требованиям 4.3.2 части VIII «Системы и трубопроводы» Правил классификации.

2.7.2 Выбор клапанов определяется следующим образом.

2.7.2.1 Отливные забортные отверстия, как правило, должны быть снабжены одним автоматическим невозвратным клапаном со средствами принудительного закрытия над палубой надводного борта.

2.7.2.2 Там, где расстояние по вертикали от летней грузовой ватерлинии до конца отливного трубопровода, расположенного внутри корпуса судна, превышает $0{,}01L$, отливные забортные отверстия должны быть снабжены двумя автоматическими невозвратными клапанами без принудительных средств закрытия при условии, что клапан, расположенный внутри корпуса судна, всегда доступен для осмотра в условиях эксплуатации судна.

3 ГРУЗОВАЯ СИСТЕМА

3.1 Требования к системам и устройствам.

3.1.1 Грузовая система и система управления параметрами груза должны быть спроектированы так, чтобы обеспечивались:

.1 предотвращение нештатных ситуаций, которые могут развиться до выхода жидкого или газообразного груза;

.2 безопасный сбор и удаление вышедших жидких грузов;

.3 предотвращение образования воспламеняющихся смесей;

.4 предотвращение вспышки вышедших воспламеняющихся жидкостей или газов;

.5 ограничение опасности пожара и иных видов опасностей для персонала.

3.1.2 Должны быть предусмотрены соответствующие средства сброса давления и удаления жидкого груза из трубопроводов погрузки и разгрузки. Аналогичные средства, ведущие к грузовым емкостям, должны быть предусмотрены для любых трубопроводов между клапанами манифольдов, а также между клапанами и местами присоединения грузовых шлангов.

3.1.3 Системы трубопроводов перекачки жидкости для непосредственного подогрева или охлаждения груза не должны выводиться за пределы грузовой зоны, если не предусмотрено надлежащих средств предотвращения поступления паров груза за пределы грузовой зоны или средств обнаружения такого поступления.

3.1.4 Предохранительные клапаны для сброса жидкого груза из системы трубопроводов должны осуществлять слив в грузовые емкости. В качестве альтернативы, они могут осуществлять слив в газовыпускную мачту в том случае, если предусмотрены средства обнаружения и удаления любого жидкого груза, который может оказаться в системе газоотвода. Если требуется предотвращение повышения избыточного давления в выпускном трубопроводе, предохранительные клапаны грузовых насосов должны осуществлять сброс в приемный патрубок насоса.

3.2 Требования к клапанам грузовой системы.

3.2.1 Каждая грузовая емкость и каждая система трубопроводов должны быть оборудованы управляемыми вручную клапанами для отсечения, как указано в настоящем разделе.

3.2.2 Кроме того, должны быть также надлежащим образом предусмотрены дистанционно управляемые клапаны как часть системы аварийного отключения (ESD), задачей которой является остановка потока или утечки груза в чрезвычайной ситуации, когда осуществляется передача жидкого груза или паров. Система ESD предназначена для возврата грузовой системы в безопасное статическое состояние с тем, чтобы было возможно предпринять все необходимые действия по устранению неисправностей. В процессе разработки системы ESD надлежащее внимание должно быть уделено предотвращению возникновения скачков давления (удара) в трубах для передачи груза. Оборудование, которое должно быть отключено при активации системы ESD, включает клапаны манифольда в ходе погрузки или разгрузки, любые насос или компрессор и т.п., передающие груз внутри судна или за его пределы (например, на берег или иное судно/баржу), и клапаны грузовых емкостей в случае, если MARVS превышает 0,07 МПа.

3.3 Патрубки грузовых танков.

3.3.1 Все патрубки для жидкости и пара, за исключением предохранительных клапанов и устройств измерения уровня жидкости, должны иметь запорные клапаны, размещенные настолько близко к емкости, насколько это практически осуществимо. Эти клапаны должны обеспечивать полное перекрытие и должны иметь возможность управления вручную. Они могут также иметь возможность дистанционного управления.

3.3.2 Для грузовых емкостей с MARVS, превышающим 0,07 МПа манометрического давления, упомянутые выше патрубки должны быть также оборудованы дистанционно управляемыми клапанами системы ESD. Эти клапаны должны быть размещены настолько близко к емкости, насколько это практически осуществимо. Вместо двух отдельных клапанов может быть использован один клапан, при условии, что он удовлетворяет требованиям 3.21.6 и обеспечивает полное перекрытие линии.

3.4 Патрубки грузового манифольда.

3.4.1 Для каждого из используемых патрубков передачи груза должен быть предусмотрен один дистанционно управляемый клапан системы ESD для остановки передачи жидкости и паров на судно или с судна. Неиспользуемые патрубки для передачи должны быть перекрыты соответствующими глухими фланцами.

3.4.2 Если MARVS грузовой емкости превышает 0,07 МПа, для каждого из используемых патрубков должен дополнительно предусматриваться управляемый вручную клапан, который может располагаться в направлении внутрь или наружу корпуса судна по отношению к клапану системы ESD, в зависимости от конструкции судна.

3.4.3 Вместо клапанов системы ESD могут использоваться перепускные клапаны в случае, если диаметр защищаемой трубы не превышает 50 мм. Перепускные клапаны должны автоматически закрываться по достижении расходом потока жидкости или пара номинального порогового значения, соответствующего закрытию, указанного изготовителем. Трубопроводы, включая арматуру, клапаны и принадлежности, защищаемые перепускным клапаном, должны обеспечивать производительность, превышающую номинальное пороговое значение расхода, соответствующее закрытию. Перепускные клапаны могут быть спроектированы с перепускным каналом площадью поперечного сечения, не превышающей площади круглого отверстия диаметром 1 мм, для уравнивания давления после срабатывания закрытия.

3.4.4 Нет необходимости в оборудовании патрубков грузовых емкостей, служащих для установки мерных или измерительных устройств, перепускными клапанами или клапанами ESD, при условии, что эти устройства сконструированы таким образом, что расход выходящего из емкости содержимого не может превысить расхода, эквивалентного проходящему через круглое отверстие диаметром 1,5 мм.

3.4.5 Все трубопроводы или участки, которые могут быть отсечены в полностью заполненном жидкостью состоянии, должны быть защищены предохранительными клапанами для термического расширения и испарения.

3.4.6 Все трубопроводы или участки, которые могут быть отсечены автоматически вследствие пожара, содержащие объем остающейся в них жидкости, превышающий 0,05 м^3, должны быть оборудованы клапанами для сброса давления с размерами, отвечающими требованиям 3.19.1.

3.5 Устройства передачи груза.

3.5.1 Если передача груза осуществляется при помощи грузовых насосов, доступ к которым для ремонта отсутствует, когда емкости находятся в рабочем состоянии, должны быть предусмотрены по меньшей мере два отдельных средства для передачи груза из каждой грузовой емкости, а их конструкция должна быть такой, чтобы выход из строя одного грузового насоса или средства передачи не приводил к прекращению передачи груза другим насосом или другими насосами либо другими средствами передачи груза.

3.5.2 Процесс передачи груза, осуществляемый путем повышения давления газа, должен исключать срабатывание предохранительных клапанов в ходе такой передачи. Повышение давления газа может быть принято в качестве средства передачи груза для емкостей, у которых расчетный коэффициент безопасности не снижен в условиях, преобладающих в ходе операции по передаче груза. Если для этих целей предохранительные клапаны грузовой емкости или установочное давление меняются, как это разрешено в соответствии с Кодексом, новое установочное давление не должно превышать значения P_0, определенного в разд. 1 части IV «Хранение груза».

3.6. Патрубки возврата паров.

3.6.1 Должны быть предусмотрены патрубки для возврата паров на береговые установки.

3.7 Трубопроводы газоотвода грузовых емкостей.

3.7.1 Система сброса давления должна быть соединена с системой газоотвода, предназначенной для сведения к минимуму возможности скопления паров груза на палубах или попадания в жилые помещения, посты управления и машинные помещения или в иные помещения, где эти пары могут создать опасные условия.

3.8 Патрубки для забора проб груза.

3.8.1 Патрубки, соединенные с системами грузовых трубопроводов для отбора жидких проб груза, должны иметь четкую маркировку и должны иметь конструкцию, сводящую к минимуму выход паров груза. Для судов, на которых разрешено перевозить токсичные продукты, система отбора проб должна быть в виде замкнутого контура с тем, чтобы обеспечить непопадание в воздух жидкого груза и паров.

3.8.2 Системы забора проб жидкого груза должны быть снабжены двумя клапанами на входном отверстии для забора проб. Один из этих клапанов должен предусматривать многооборотное открывание с тем, чтобы избежать непреднамеренного открывания; клапаны должны быть разнесены на достаточное расстояние для того, чтобы гарантировать, что они могут отсечь линию в случае, например, ее блокирования льдом или гидратами.

3.8.3 В системах с замкнутым контуром клапаны на трубе возврата должны также отвечать 3.8.2.

3.8.4 Патрубок, ведущий к контейнеру для проб, должен отвечать признанным стандартам и должен поддерживаться таким образом, чтобы выдерживать вес контейнера для проб. Резьбовые соединения должны быть прихвачены сваркой или быть зафиксированы иным образом с целью предотвращения самопроизвольной отдачи резьбового соединения в ходе обычных подсоединения и отсоединения контейнеров для забора проб. Узел соединения для забора проб должен быть оборудован пробкой или фланцем с тем, чтобы предотвратить любую течь, когда этот узел не используется.

3.8.5 Узлы соединения для забора проб, используемые только для проб паров, могут быть оборудованы одним клапаном в соответствии с 2.3, 3.2 и разд. 11 и должны также иметь пробку или фланец для их закрывания.

3.9 Фильтры для груза.

3.9.1 Системы для жидкого груза и паров должны иметь возможность установки на них фильтров для защиты от повреждений, вызванных посторонними предметами. Такие фильтры могут быть стационарными или съемными, а качество очистки должно соответствовать опасности попадания в грузовую систему инородных предметов и т.п. Должны быть предусмотрены средства индикации засорения фильтров, а также средства для отсечения, сброса давления и безопасной очистки фильтров.

3.10 Требования к установке и монтажу трубопроводов.

3.10.1 Для учета расширения и сжатия должны быть предусмотрены средства защиты труб, систем трубопроводов, их участков и грузовых емкостей от чрезмерных напряжений вследствие термического расширения и сжатия, смещения емкости и конструкций корпуса. Предпочтительными мерами, используемыми вне грузовых емкостей, являются ответвления, колена либо петлевые компенсаторы, однако там, где установка ответвления, колена либо петлевого компенсатора не является практически осуществимой, могут использоваться многослойные сильфонные компенсаторы.

3.10.2 Трубопроводы с низкими температурами должны быть термически изолированы от смежных конструкций корпуса, где необходимо, для предотвращения падения температуры корпуса ниже расчетной температуры материала корпуса. Когда трубопроводы для жидкости являются предметом регулярного демонтажа или если утечка жидкости представляется вероятной — например, в районе береговых соединений и уплотнений насосов, под такими местами должна быть предусмотрена защита корпуса.

3.10.3 Для температур груза ниже -110 °С, для участков корпуса под береговыми соединениями должна быть предусмотрена водораспределительная система под низким давлением для создания водяной завесы в целях дополнительной защиты стального материала корпуса и конструкций борта. Эта система является дополнительной к требованиям 3.3 части V «Противопожарная защита» и должна использоваться в процессе операции по передаче груза.

3.10.4 Если емкости или грузовые трубопроводы и оборудование трубопроводов отделены от конструкций корпуса термической изоляцией, как для трубопроводов, так и для емкостей должно быть предусмотрено электрическое заземление. Все имеющие уплотнения сочленения труб и соединения шлангов должны быть электрически заземлены. За исключением случая использования заземляющих проводящих скоб необходимо продемонстрировать, что электрическое сопротивление каждого из сочленений или соединений составляет менее 1 МОм.

3.11 Устройство грузовых трубопроводов вне грузовой зоны.

3.11.1 Аварийный сброс груза.

3.11.1.1 Система трубопроводов аварийного сброса груза, если она предусмотрена, может быть проведена в корму вне пределов жилых, служебных помещений и постов управления или машинных помещений и не должна проходить через эти помещения. Если предусмотрена стационарная система трубопроводов аварийного сброса груза, в пределах грузовой зоны должны быть предусмотрены соответствующие средства ее отсечки от грузовых трубопроводов.

3.12 Устройства носовой и кормовой погрузки.

3.12.1 При условии выполнения требований настоящего раздела грузовые трубопроводы могут быть устроены таким образом, чтобы сделать возможной погрузку и разгрузку с носа или кормы.

3.12.2 Должны быть предусмотрены устройства продувки и дегазации таких трубопроводов после использования. Когда они не используются, соединительные участки должны быть удалены, а концы труб заглушены. Газоотводные трубы, соединенные с устройствами продувки, должны располагаться в грузовой зоне.

3.12.3 Грузовые трубопроводы и связанное с ними оборудование трубопроводов, расположенные за пределами грузовой зоны, должны иметь только сварные соединения. Трубопроводы вне грузовой зоны должны располагаться на открытых палубах и размещаться на расстоянии по меньшей мере 0,8 м в направлении от борта, за исключением бортовых трубопроводов берегового соединения. Такие трубопроводы должны быть четко различимы и оборудованы отсечным клапаном в месте их соединения с системой грузовых трубопроводов в грузовой зоне. В этом месте они должны также иметь возможность отсоединения посредством съемного концевого участка и глухих фланцев, когда они не находятся в эксплуатации.

3.12.4 Участки труб должны быть сварены встык с полным проваром и подвергнуты полной рентгенографической или ультразвуковой проверке вне зависимости от диаметра труб и расчетной температуры. Фланцевые соединения участков трубопроводов должны допускаться только в пределах грузовой зоны и для берегового соединения.

3.13 Системы передачи турельных отсеков.

3.13.1 Для передачи жидкого груза или паров груза через внутреннее турельное устройство, расположенное за пределами грузовой зоны, предназначенные для этой цели трубопроводы должны отвечать следующему:

.1 трубопроводы должны располагаться над открытой палубой, за исключением соединения с турелью;

.2 использование переносных устройств не допускается;

.3 должны быть предусмотрены устройства для продувки и дегазации таких трубопроводов после использования. Съемные участки для отсечения от грузового трубопровода, когда они не используются, должны быть удалены, а концы труб заглушены. Газоотводные трубы, соединенные с устройствами продувки, должны располагаться в грузовой зоне;

.4 грузовые трубопроводы и связанное с ними оборудование трубопроводов за пределами грузовой зоны должны иметь только сварные соединения; и

.5 участки труб должны быть сварены встык с полным проваром и подвергнуты полной рентгенографической или ультразвуковой проверке вне зависимости от диаметра труб и расчетной температуры. Фланцевые соединения участков трубопроводов должны допускаться только в пределах грузовой зоны и в узлах соединения грузовых шлангов и соединения с турелью.

3.14 Насосы и компрессоры.

3.14.1 Для перекачки сжиженных газов могут применяться центробежные, вихревые и паровые прямодействующие насосы специальной конструкции.

Конструкция насосов должна включать специальные уплотнительные элементы для поддержания давления на всасывании выше упругости насыщенных паров жидкой фазы при максимальной температуре.

3.14.2 Для перекачки паров сжиженных газов могут использоваться одно- и двухступенчатые компрессоры.

3.14.3 Если груз перекачивается грузовыми насосами, к которым нет доступа в эксплуатации для ремонта со стороны грузовой емкости, для перекачки груза из каждой грузовой емкости должны быть предусмотрены по крайней мере два независимых средства, конструкция которых должна быть такой, чтобы выход из строя одного из грузовых насосов или одного средства перекачки не привел к выходу из строя другого насоса (насосов) или другого средства перекачки груза.

3.14.4 Для грузовых насосов и компрессоров, давление нагнетания которых может превысить расчетное давление в системе, должны быть предусмотрены предохранительные клапаны.

3.14.5 При перекачке груза посредством вытеснения сжатыми газами должна быть исключена возможность подрыва предохранительных клапанов.

3.14.6 Грузовые насосы и компрессоры должны быть снабжены устройствами для автоматического отключения их в случае:

закрытия аварийных запорных клапанов на напорных трубопроводах, требуемых в 3.15.1, с помощью системы аварийной остановки, требуемой в 3.15.4;

достижения установленного уровня груза в грузовой емкости;

падения давления в грузовой емкости до минимально допустимого значения.

3.14.7 Грузовые шланги должны иметь Свидетельство о типовом одобрении и отвечать требованиям разд. 6 части VIII «Системы и трубопроводы» Правил классификации.

3.15 Трубопроводы и арматура.

3.15.1 Каждая грузовая система и грузовая емкость должны быть оборудованы аварийными запорными клапанами.

3.15.1.1 Для грузовых емкостей, оборудованных предохранительными клапанами, отрегулированными на MARVS 0,07 МПа и менее, все присоединения для жидкостей и газа, кроме предохранительных клапанов и измерительных устройств закрытого типа для определения уровня жидкости, вмонтированных в грузовую емкость, должны иметь запорные клапаны, расположенные как можно ближе к грузовой емкости. Эти клапаны могут управляться дистанционно, однако должны иметь возможность ручного местного управления, обеспечивающего полное их закрытие.

На судне должны быть предусмотрены дистанционно управляемые аварийные отсечные клапаны для прекращения перекачки жидкости или газа между судном и берегом, удовлетворяющие требованиям 3.15.3 и 3.15.4.

3.15.1.2 Для грузовых емкостей, оборудованных предохранительными клапанами, отрегулированными на MARVS более 0,07 МПа, каждое присоединение для жидкости и газа, кроме предохранительных клапанов и измерительных устройств закрытого типа для определения уровня жидкости, вмонтированных в грузовую емкость, должно быть оборудовано ручным запорным клапаном и аварийным отсечным клапаном с дистанционным управлением. Эти клапаны должны быть размещены как можно ближе к грузовой емкости.

Если диаметр трубопровода не превышает 50 мм, переливные клапаны, указанные в 3.15.5, могут быть использованы вместо аварийного отсечного клапана.

Один клапан может заменить два отдельных клапана при условии, что он соответствует требованиям 3.15.4 и имеет местное ручное управление, обеспечивающее полное закрытие трубопровода.

3.15.2 Присоединительные патрубки грузовой емкости для измерительных или указательных приборов не требуют оборудования переливными или аварийными отсечными клапанами при условии, что внутренний диаметр патрубка не превышает 1,5 мм.

3.15.3 Дистанционно управляемый аварийный отсечной клапан должен быть предусмотрен для каждого подключения грузового шланга.

Соединения, не используемые в процессе перекачки, вместо клапанов могут быть заглушены глухими фланцами.

3.15.4 Все требуемые аварийные запорные клапаны должны иметь управление из постов, расположенных по крайней мере в двух удаленных друг от друга местах на судне, одним из которых должен быть пост управления грузовыми операциями.

Система управления должна быть также оборудована плавкими элементами, рассчитанными на температуру плавления 98 — 104 °С, для автоматического закрытия аварийных запорных клапанов

при пожаре. Плавкие элементы должны быть расположены в куполах грузовых емкостей и на станциях погрузки.

Конструкция аварийных запорных клапанов должна обеспечивать закрытие клапанов при выходе из строя их привода (прекращение поступления энергии) и возможность местного ручного управления. Рекомендуется, чтобы закрытие клапана осуществлялось без использования удаленного источника энергии путем непосредственного воздействия на запорный орган клапана. При этом должна быть предусмотрена четкая индикация открытия и закрытия клапана. Инструкция по эксплуатации производителя клапанов должна храниться на судне и включать в себя техническую информацию по монтажу, обслуживанию, включая разборку и сборку, периодическим проверкам, включающим внешний и внутренний осмотр и испытание давлением, равным рабочему.

Аварийные запорные клапаны на трубопроводах жидкого груза должны полностью закрываться при всех условиях эксплуатации в течение 30 с после подачи сигнала о выключении.

Клапаны, связанные с устройством сигнализации высокого уровня жидкости и датчиком для автоматического их закрытия, согласно части VIII «Контрольно-измерительные устройства и системы автоматизации» должны удовлетворять следующим требованиям для предотвращения избыточного давления в грузовой магистрали и полного заполнения грузовой емкости.

3.15.4.1 Общее время закрытия клапана (т. е. время от момента подачи сигнала на начало закрытия до полного закрытия клапана), с, не должно превышать $3600u/LR$ (где u — остаточный объем грузовой емкости над уровнем, при котором срабатывает сигнал, $м^3$; LR — максимальная норма погрузки, согласованная между судном и береговыми средствами погрузки, $м^3/ч$) и должно быть таким, чтобы избежать гидравлических ударов.

3.15.4.2 Общее время закрытия должно быть рассчитано таким образом, чтобы предотвратить повышение давления при закрытии клапана выше приемлемого уровня.

Сведения о времени закрытия клапанов и их рабочих характеристиках должны храниться на судне. Должна быть обеспечена возможность проверки и воспроизведения времени закрытия, клапаны должны закрываться плавно.

3.15.5 Клапан избыточного потока груза должен закрываться автоматически при определенных параметрах закрывающего потока газа или жидкости, указанного изготовителем.

Трубопровод, включая арматуру, клапаны и другие изделия, связанные с клапаном избыточного потока, должны иметь большую пропускную способность, чем предписанные параметры потока, при которых клапан закрывается.

Клапаны избыточного потока груза могут иметь байпас, диаметр отверстия которого не более 1,0 мм, для выравнивания давления после прекращения действия клапана.

3.15.6 Все трубопроводы или их участки, которые в заполненном жидким грузом состоянии могут быть отделены от грузовых систем и емкостей, должны иметь предохранительные клапаны.

Слив груза от предохранительных клапанов, установленных на грузовых трубопроводах, должен производиться в грузовые емкости. Вместо этого может быть выполнен сброс в газоотводную мачту (колонку), если предусмотрены средства для обнаружения и удаления жидкого груза, который может попасть в вентиляционную систему.

Слив груза от предохранительных клапанов, установленных на грузовых насосах, должен производиться в приемную часть насоса.

3.15.7 Для снятия давления и удаления остатков жидкости из погрузочно-разгрузочных коллекторов и грузовых шлангов в грузовые емкости или другие соответствующие емкости перед отсоединением грузовых шлангов должны быть предусмотрены специальные устройства (см. 3.15.10).

3.15.8 По согласованию с Регистром для производства грузовых операций с носа и кормы грузовые трубопроводы могут быть проложены в корму или в нос за пределами грузовой зоны в соответствии с 3.15.9 и 3.5.10, однако они не должны использоваться для перекачки токсичных грузов.

Места подсоединения грузовых шлангов должны быть расположены следующим образом.

3.15.8.1 Входы, воздухозаборники и отверстия, ведущие в жилые, служебные и машинные помещения, а также в посты управления, не должны быть обращены к месту размещения узлов подсоединения к берегу носовых или кормовых погрузочно-разгрузочных устройств. Их следует

размещать на бортовой стороне надстройки или рубки на расстоянии, равном не менее 4 % длины судна, или не менее 3 м от края рубки, обращенного к месту размещения узла подсоединения к берегу носовых или кормовых погрузочно-разгрузочных устройств. Нет необходимости, однако, в том, чтобы это расстояние превышало 5 м. Бортовые иллюминаторы, обращенные в ту сторону, на которой установлены устройства подсоединения к берегу, и расположенные на бортовых сторонах надстройки или рубки в пределах указанного выше расстояния, должны быть глухими (не открывающимися). Кроме того, во время использования носовых или кормовых погрузочно-разгрузочных устройств все двери, лацпорты и другие отверстия, расположенные на соответствующей бортовой стороне надстройки или рубки, должны быть все время закрыты.

3.15.8.2 Палубные отверстия и воздухозаборники, расположенные на расстоянии 10 м от места размещения узла подсоединения носовых или кормовых погрузочно-разгрузочных устройств к берегу, должны быть закрыты на протяжении всего периода использования этих устройств.

3.15.8.3 Электрооборудование, размещенное в пределах 3-х метровой зоны от места расположения узла подсоединения вышеперечисленных устройств к берегу, должно отвечать требованиям части VII «Электрическое оборудование».

3.15.8.4 Противопожарные устройства, предназначенные для использования в районе размещения носовых или кормовых погрузочно-разгрузочных зон, должны отвечать требованиям 3.3 части V «Противопожарная защита».

3.15.8.5 Между постом управления грузовыми операциями и местом подсоединения грузовых шлангов к берегу следует предусмотреть средства связи.

3.15.9 Грузовые трубопроводы для погрузки с носа и кормы должны быть установлены стационарно и отвечать следующим требованиям.

3.15.9.1 Грузовые трубопроводы, расположенные в нос или в корму от грузовой зоны, должны быть проложены по открытым частям палубы, иметь четкую маркировку и отстоять от борта судна не менее чем на 760 мм.

3.15.9.2 В грузовых трубопроводах за пределами грузовой зоны должны применяться только сварные соединения встык с полным проваром и 100 % радиографическим контролем сварных швов независимо от диаметра, температуры и давления, на которое рассчитан трубопровод. Фланцевые соединения допускается устанавливать только в пределах грузовой зоны и в месте подсоединения грузовых шлангов.

3.15.9.3 Трубопроводы погрузки и выгрузки груза с носа и кормы должны быть отделены от магистрального грузового трубопровода запорными клапанами, съемными патрубками и фланцевыми заглушками, расположенными в грузовой зоне.

3.15.10 Для удаления остатков груза после пользования трубопроводами, указанными в 3.15.8, должны быть предусмотрены специальные устройства для их продувки и дегазации.

Газоотводные трубы, соединенные с устройствами для удаления остатков груза, должны быть расположены в грузовой зоне.

3.15.11 Если в грузовой емкости остается часть груза, не откачиваемая грузовыми насосами, должны быть предусмотрены специальные устройства, обеспечивающие удаление остатков груза.

3.16 Система защиты от повышения давления.

3.16.1 Все грузовые емкости должны иметь систему защиты от повышения давления посредством отвода через предохранительные клапаны избытков испарявшегося груза в систему газоотводных труб. Система защиты должна соответствовать конструкции грузосодержащей системы и перевозимому грузу.

Трюмные помещения, межбарьерные пространства и грузовые трубопроводы, которые могут подвергаться давлению, превышающему расчетное, также должны иметь соответствующую предохранительную систему отвода испаряющегося груза. Эти системы должны быть соединены с системой газоотводных труб таким образом, чтобы была сведена к минимуму возможность скопления паров груза на палубах, проникновения их в жилые, машинные и другие помещения, а также в посты управления, где они могут создать опасную обстановку.

Системы защиты от повышения давления должны быть независимы от других систем, в том числе систем регулирования давления, указанных в разд. 4.

3.16.2 Каждая грузовая емкость, включая палубные танки, должна быть оборудована как минимум двумя предохранительными клапанами сброса давления одинаковой пропускной способности в пределах допусков, установленных изготовителем, каждый из которых должен быть сконструирован и изготовлен для предписанных условий эксплуатации.

3.16.3 Межбарьерные пространства должны быть снабжены предохранительными устройствами, одобренными Регистром.

Требуемая пропускная способность предохранительных устройств для межбарьерных пространств грузовых емкостей различных конструкций, должна определяться исходя из следующего:

.1 пропускная способность предохранительных устройств межбарьерных пространств вкладных грузовых емкостей типа А определяется согласно 3.19.3;

.2 пропускная способность предохранительных устройств межбарьерных пространств вкладных грузовых емкостей типа В может быть определена согласно 3.19.3, однако скорость утечки должна определяться согласно 7.2 части IV «Хранение груза»;

.3 пропускная способность предохранительных устройств межбарьерных пространств мембранных и полумембранных емкостей должна оцениваться исходя из конструктивных особенностей емкостей;

.4 пропускная способность предохранительных устройств межбарьерных пространств встроенных емкостей, если это применимо, может быть определена согласно 3.19.3.

3.16.4 Предохранительные клапаны должны быть отрегулированы на давление подрыва, не превышающее давление, на которое рассчитана грузовая емкость.

3.16.5 Предохранительные клапаны должны быть присоединены к самой высокой части грузовой емкости выше уровня палубы.

Предохранительные клапаны должны иметь такую конструкцию, чтобы исключался их выход из строя вследствие образования льда, когда они закрыты.

Особое внимание должно быть уделено проектированию и изготовлению предохранительных клапанов грузовых емкостей, эксплуатируемых при низких температурах окружающего воздуха.

3.16.6 Если для грузовых емкостей предусмотрено несколько значений установочного давления подрыва предохранительных клапанов, это может быть осуществлено посредством установки:

двух и более отрегулированных и опломбированных клапанов с обеспечением необходимых мер для отключения неиспользуемых клапанов от грузовой емкости;

предохранительных клапанов, регулировка давления подрыва которых может быть изменена либо применением одобренных съемных патрубков, либо сменой соответствующих пружин, либо другими подобными средствами, не требующими проверки испытанием новой регулировки их давления.

Все приспособления, связанные с регулировкой клапанов, должны быть опломбированы.

Требования к испытанию и регулировке предохранительных клапанов изложены в 12.1.3.

3.16.7 Запорные клапаны и другие средства отключения трубопроводов для удобства их обслуживания могут устанавливаться между емкостями и предохранительными клапанами, если предусматриваются следующие меры:

.1 установка соответствующих устройств, предохраняющих отключение более одного предохранительного клапана;

.2 наличие автоматической сигнализации, четко показывающей, какой из предохранительных клапанов отключен;

.3 пропускная способность предохранительных клапанов должна быть такой, что при выходе из строя одного клапана суммарная пропускная способность оставшихся клапанов будет не менее требуемой в 3.6. Указанная пропускная способность может быть обеспечена за счет всех клапанов при условии, что на борту судна в соответствующей готовности находится запасной клапан.

3.16.8 Каждый предохранительный клапан, установленный на грузовой емкости, должен быть соединен с газоотводной системой.

3.16.9 При одновременной перевозке грузов, которые могут вступать в опасную реакцию друг с другом, должна быть установлена независимая система предохранительных клапанов для каждого груза.

3.16.10 Предохранительные клапаны и трубопроводы должны устанавливаться таким образом, чтобы жидкость не могла скапливаться в предохранительных клапанах или вблизи них.

3.16.11 Предохранительные клапаны должны быть расположены на грузовой емкости таким образом, чтобы они оставались под действием газовой фазы груза при крене 15° и дифференте $0{,}015L$ (L — см. определение в части II «Корпус» Правил классификации).

При этом должна приниматься во внимание рекомендация МАКО № 150, размещенная в Приложении к правилам и руководствам Российского морского регистра судоходства. Процедурные Требования, Унифицированные Интерпретации и Рекомендации Международной Ассоциации Классификационных Обществ.

3.17 Дополнительная система понижения давления для регулирования уровня жидкости.

3.17.1 Каждая грузовая емкость, если требуется в 3.20.4.2, должна быть оборудована дополнительной системой понижения давления для предотвращения переполнения грузовой емкости в любой момент снижения давления в условиях пожара, как указано в 3.6. Такая система должна состоять:

.1 из предохранительного клапана (клапанов), давление подрыва которого отрегулировано на избыточное давление паров груза при спецификационной температуре, указанной в 3.20.4.2;

.2 там, где необходимо, — из отключающего устройства, обеспечивающего прекращение работы системы в обычном режиме. Это устройство должно включать в себя плавкие элементы, плавящиеся при температуре 98 — 104 °С и приводящие в действие пре-дохранительный клапан (клапаны), указанные в 3.17.1.1. Плавкие элементы должны располагаться вблизи предохранительного клапана (клапанов).

Указанное отключающее устройство должно быть независимым от общесудового источника энергии.

Дополнительная система понижения давления должна быть работоспособной при потере энергии, если предусмотрено снабжение ею указанного устройства.

3.17.2 Общая пропускная способность дополнительной системы понижения давления при давлении, указанном в 3.4.1.1, должна быть не менее

$$Q = FG'A^{0,82}, \qquad \text{(3.17.2-1)}$$

где Q — минимальная требуемая пропускная способность выпуска воздуха, м^3/с, при стандартных условиях 0 °С и 0,1013 МПа;

G' — газовый коэффициент, определяемый по формуле

$$G' = \frac{12{,}4}{(L + \rho_R \cdot m)D}\sqrt{ZT'/M}, \qquad \text{(3.17.2-2)}$$

где ρ_R — относительная плотность жидкой фазы груза в условиях понижения давления (ρ_R = 1 для пресной воды);

$m = -di/d\rho_R$ — градиент понижения энтальпии жидкой фазы груза в зависимости от повышения плотности жидкой фазы груза, кДж/кг, в условиях понижения давления.

Для установок с давлением не выше 0,206 МПа могут использоваться значения m, приведенные в табл. 3.17.2.

Для грузов, не указанных в табл. 3.17.2, и для установок с более высоким давлением значение m должно определяться исходя из термодинамических характеристик груза;

i — энтальпия жидкого груза, кДж/кг;

T' — температура, в градусах Кельвина, в условиях понижения давления, т. е. при давлении подрыва, на которое отрегулирован предохранительный клапан дополнительной системы понижения давления;

F, A, L, D, Z и M — см. 3.19.1.2.

Таблица 3.17.2

Груз	m
Азот	400
Аммиак безводный	3400
Бутадиен	1800
Бутан	2000
Бутилен	1900
Метан	2300
Окись пропилена	1550
Пропан	2000
Пропилен	1600
Хлористый винил	900
Хлористый метил	816
Этан	2100
Этилен	1500

Примечание. Значения m приведены для давлений не выше 0,206 МПа.

3.17.3 Если в соответствии с 3.17.1.1 требуется изменить регулировку предохранительных клапанов, она должна соответствовать требованиям 3.16.6.

3.17.4 В качестве предохранительных клапанов (см. 3.17.1.1) могут использоваться клапаны, указанные в 3.16, при условии, что давление регулировки и способность понижения давления соответствуют требованиям 3.17.

3.17.5 Выпускаемый газ от предохранительных клапанов должен отводиться в газоотводную систему (см. также 3.16.8, 5.2 и 5.3).

3.18 Система защиты от вакуума.

3.18.1 Грузовые емкости не требуют защиты от вакуума, если они рассчитаны на разность наружного и внутреннего давления выше 0,025 МПа, а также способны выдерживать максимальную разность между наружным и внутренним давлением грузовой емкости, которая может возникнуть при наивысших скоростях выгрузки без возврата пара в грузовые емкости или при использовании системы охлаждения груза.

3.18.2 Грузовые емкости, для которых требуется согласно 3.18.1 защита от вакуума, должны быть оборудованы:

двумя независимыми датчиками давления для подачи аварийного сигнала и последующей остановки всасывания жидкого и газообразного груза из грузовой емкости, а также прекращения работы охлаждающего оборудования, если оно установлено, при давлении меньшем, чем разность между наружным и внутренним давлением грузовой емкости; или

вакуумными предохранительными клапанами с пропускной способностью по газу, равной не менее максимальной скорости выгрузки грузовой емкости, открывающимися при давлении более низком, чем разность между наружным и внутренним давлением грузовой емкости; или

другими системами защиты от вакуума, одобренными Регистром.

3.18.3 Вакуумные предохранительные клапаны должны обеспечивать подачу в грузовую емкость инертного газа, паров груза или воздуха и должны быть устроены таким образом, чтобы свести к минимуму возможность попадания воды или снега.

Если при срабатывании вакуумных предохранительных клапанов в грузовую емкость подаются пары груза, они не должны поступать из трубопровода отвода паров.

3.18.4 Система защиты от вакуума должна быть испытана в действии при предписанном давлении.

3.19 Размеры предохранительных клапанов.

3.19.1 Предохранительные клапаны каждой грузовой емкости должны иметь общую пропускную способность, обеспечивающую наибольшую из приведенных ниже величин, при этом давление в грузовой емкости не должно превышать MARVS более чем на 20 %:

.1 максимальная производительность системы заполнения грузовой емкости инертным газом, если максимальное рабочее давление в системе инертизации грузовых емкостей превышает MARVS грузовых емкостей; или

.2 максимальный расход паров, образующихся в грузовой емкости в условиях пожара, определяемый по следующей формуле:

$$Q = FGA^{0,82}, \qquad (3.19.1.2\text{-}1)$$

где Q — минимальная требуемая пропускная способность выпуска воздуха, $м^3/с$, при стандартных условиях (0 °С и 0,1013 МПа);

F — коэффициент воздействия пожара для грузовых емкостей различных типов:

1 — для емкостей без изоляции, расположенных на палубе;

0,5 — для емкостей, расположенных над палубой, если изоляция одобрена Регистром. Одобрение должно основываться на использовании огнестойких материалов, теплопроводности изоляции и ее устойчивости при воздействии пожара;

0,5 — для вкладных емкостей без изоляции, установленных в трюмах;

0,2 — для вкладных емкостей с изоляцией, установленных в трюмах (или для вкладных емкостей без изоляции, установленных в трюмах, имеющих изоляцию);

0,1 — для вкладных емкостей с изоляцией, установленных в инертизируемых трюмах (или для вкладных емкостей без изоляции, установленных в имеющих изоляцию инертизируемых трюмах);

0,1 — для мембранных и полумембранных емкостей.

Для вкладных грузовых емкостей, частично выступающих над открытыми палубами, коэффициент воздействия пожара должен быть определен на основе учета значений площади поверхности над палубой и под палубой.

G — газовый коэффициент, определяемый по следующей формуле:

$$G = \frac{12{,}4}{LD}\sqrt{ZT/M}\,, \qquad (3.19.1.2\text{-}2)$$

где T — температура, в градусах Кельвина, в условиях сброса давления, т. е. 120 % величины давления, являющегося установочным давлением предохранительного клапана;

L — удельная теплота парообразования груза, испаряющегося в условиях сброса давления, кДж/кг;

D — постоянная, определяется по табл. 3.19.1.2 в зависимости от K — отношения удельной теплоемкости газа при постоянном давлении к удельной теплоемкости газа при постоянном объеме. Если значение K неизвестно, D = 0,606;

Z — коэффициент сжимаемости газа в условиях сброса давления. Если значение неизвестно, принимается Z = 1;

M — молекулярная масса вещества;

A — площадь наружной поверхности грузовой емкости, м^2, для различных типов емкостей, как показано на рис. 3.19.1.2.

Таблица 3.19.1.2

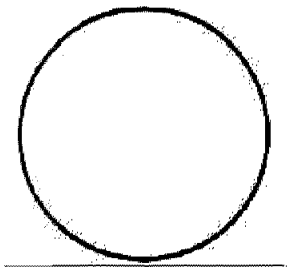
K	D	K	D	K	D
1,00	0,606	1,36	0,677	1,72	0,734
1,02	0,611	1,38	0,681	1,74	0,736
1,04	0,615	1,40	0,685	1,76	0,739
1,06	0,620	1,42	0,688	1,78	0,742
1,08	0,624	1,44	0,691	1,80	0,745
1,10	0,628	1,46	0,695	1,82	0,747
1,12	0,633	1,48	0,698	1,84	0,750
1,14	0,637	1,50	0,701	1,86	0,752
1,16	0,641	1,52	0,704	1,88	0,755
1,18	0,645	1,54	0,707	1,90	0,758
1,20	0,649	1,56	0,710	1,92	0,760
1,22	0,652	1,58	0,713	1,94	0,763
1,24	0,656	1,60	0,716	1,96	0,765
1,26	0,660	1,62	0,719	1,98	0,767
1,28	0,664	1,64	0,722	2,00	0,770
1,30	0,667	1,66	0,725	2,02	0,772
1,32	0,671	1,68	0,728	2,20	0,792
1,34	0,674	1,70	0,731	—	—

Требуемая массовая пропускная способность предохранительного устройства по воздуху определяется по следующей формуле:

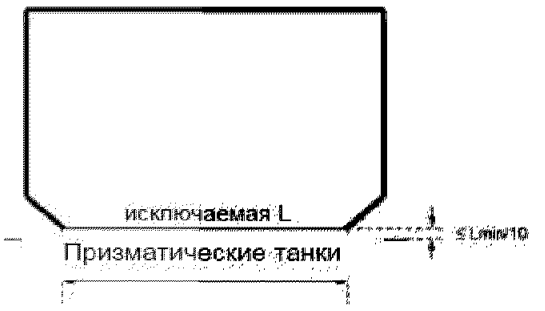
$$M_{air} = Q\rho_{air}, \text{ кг/с} \qquad (3.19.1.2\text{-}3)$$

где ρ_{air} — плотность воздуха при 273,15K и 0,1013 МПа принимается равной 1,293 кг/м^3.

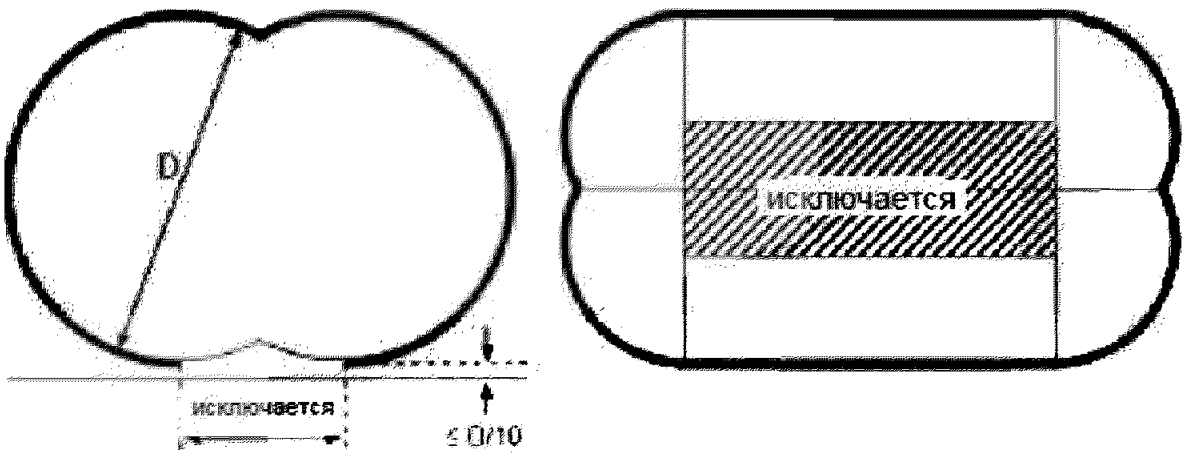
3.19.2 При определении пропускной способности, указанной в 3.19.1, следует учитывать противодавление в газоотводных магистралях. Понижение давления в газоотводном трубопроводе, идущем от грузовой емкости к выпускному отверстию предохранительного клапана, не должно превышать 3 % установочного давления клапана. В отношении нерегулируемых предохранительных клапанов противодавление в выпускном трубопроводе не должно превышать 10 % избыточного давления на впускном отверстии предохранительного клапана, подсоединенного к трубам для отвода паров, образующихся под воздействием пожара, как указано в 3.19.1.2.



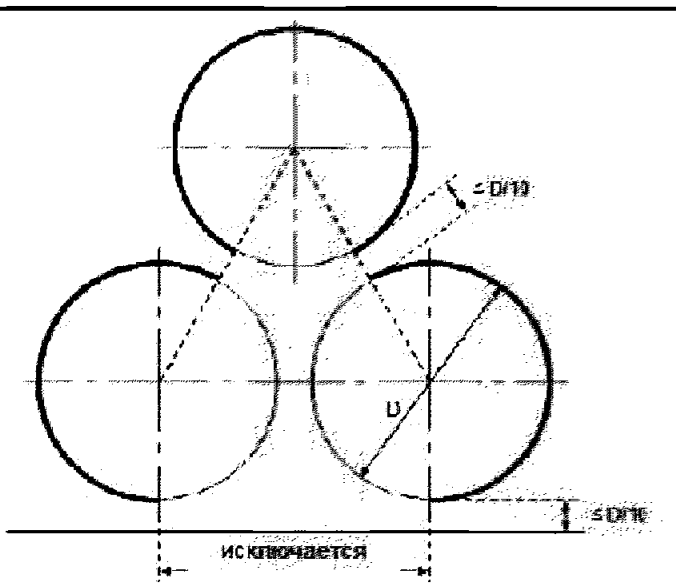
Сферические или цилиндрические грузовые емкости со сферическими, полусферическими или эллиптическими выпуклыми днищами.
Площадь A принимается равной полной площади наружной поверхности грузовой емкости.



Призматические грузовые емкости. Для призматических грузовых емкостей расстояние между плоским дном емкости и опорной палубой должно быть не более L_{min} /10, при этом площадь A принимается равной площади наружной поверхности минус площадь плоской поверхности основания. Если для призматических грузовых емкостей расстояние между плоским дном емкости и палубой больше, чем L_{min}/10, то A принимается равной полной площади наружной поверхности танка.
Для призматических грузовых емкостей за L_{min} принимается меньший по горизонтали размер плоского дна танка. Для конических грузовых емкостей, которые могут использоваться в носовой части судна, за L_{min} принимается меньшее значение из длины и средней ширины емкости.



Двухъемкостные грузовые емкости.
Для двухъемкостных грузовых емостей, расположенных от опорной палубы на расстоянии более одной десятой диаметра D/10, площадь A принимается равной полной площади наружной поверхности емкости.



При горизонтальном расположении цилиндрических грузовых емкостей часть поверхности исключается, если расстояние между емкостями и опорной палубой составляет менее одной десятой диаметра D/10

Рис. 3.19.1.2 Площади расчетной поверхности

3.19.3 Общая пропускная способность устройств понижения давления для межбарьерных пространств вкладных грузовых емкостей типа А, определяется по формуле:

$$Q_{sa} = 3{,}4 A_c \frac{\rho}{\rho_v} \sqrt{h} \qquad (3.19.3)$$

где Q_{sa} — минимальная требуемая пропускная способность выпуска воздуха, м^3/с, при стандартных условиях (0 °С и 0,1013 МПа);

A_c — расчетная площадь трещин, м^2;

$A_c = \frac{\pi}{4} \delta L$;

δ — максимальная ширина трещин, м;

$\delta = 0{,}2t$;

t — толщина панели листового элемента днища грузовой емкости, м;

L — расчетная длина трещины, м, равная диагонали наибольшей панели листового элемента днища грузовой емкости, как указано на рис. 3.19.3;

h — максимальная высота жидкости выше днища емкости плюс 100·MARVS, м;

ρ — плотность продукта в жидкой фазе, кг/м^3, при заданном давлении срабатывания предохранительных устройств межбарьерного пространства;

ρ_v — плотность паров продукта, кг/м^3, при заданном давлении срабатывания предохранительных устройств межбарьерного пространства и температуре 0 °С;

MARVS — максимально допустимое давление срабатывания предохранительного клапана грузовой емкости, МПа.

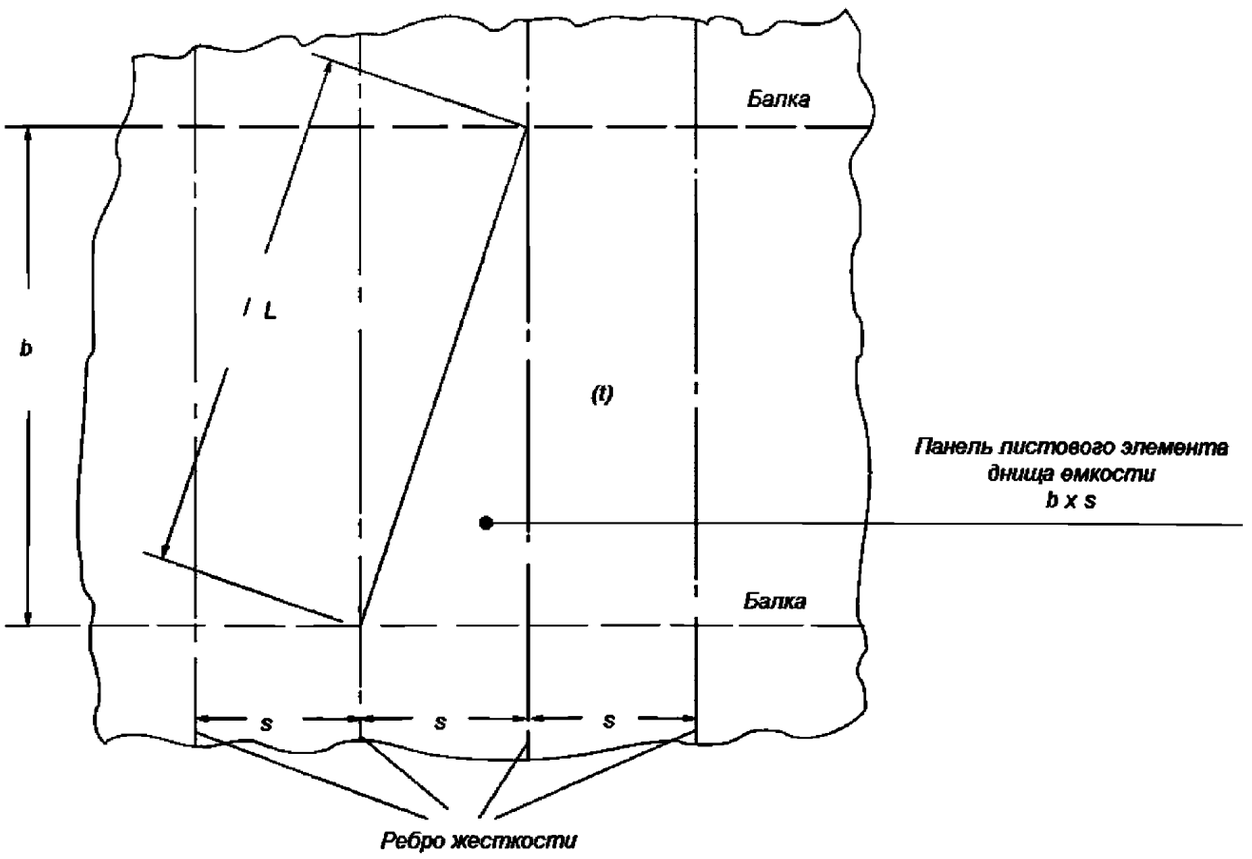


Рис. 3.19.3

3.20 Пределы заполнения грузовых емкостей.

3.20.1 Максимальный предел заполнения грузовых емкостей должен определяться таким образом, чтобы пространство, занимаемое парами груза, имело при расчетной температуре объем, позволяющий:

.1 разместить приборы, такие как устройства измерения уровня и температуры;

.2 обеспечить объемное расширение груза в диапазоне между расчетным давлением и давлением максимального открытия предохранительных клапанов, указанным в 3.16.1;

.3 обеспечить эксплуатационный запас, исключающий переполнение с учетом объема жидкости, поступающей в грузовые емкости после завершения погрузки с учетом 3.15.4.1 и после срабатывания клапанов аварийного отключения.

Базовым значением для предела заполнения (*FL*) грузовых емкостей является 98 % при расчетной температуре, указанной в 3.20.4. Исключения из вышеперечисленного возможны при условии выполнения требований 3.20.2.

3.20.2 Может быть допущен предел заполнения, превышающий 98 %, в условиях крена и дифферента, указанных в 3.16.11, а также с учетом рекомендации МАКО № 149, размещенной в Приложении к Правилам и Руководствам Российского морского регистра судоходства. Процедурные требования, Унифицированные интерпретации и рекомендации Международной Ассоциации Классификационных Обществ, при соблюдении следующих условий:

.1 конструкция грузовой емкости исключает возникновение изолированных карманов, заполненных парами груза;

.2 входное отверстие предохранительного клапана всегда остается в занятом парами пространстве;

.3 обеспечен запас для объемного расширения жидкого груза вследствие увеличения давления от максимально допустимого установочного давления предохранительного клапана до давления полного открытия, соответствующего пропускной способности, указанной в 3.17.2;

.4 эксплуатационный запас составляет как минимум 0,1 % объема емкости;

.5 учтена точность измерительных приборов, таких как устройства измерения уровней и температуры;

.6 несмотря на выполнение 3.20.2.1 — 3.20.2.5 предел заполнения грузовой емкости при расчетной температуре, превышающий 99,5 %, не допускается.

3.20.3 Максимальный предел заполнения (*LL*), до которого грузовая емкость может быть заполнена определяется по формуле

$$LL = FL \frac{\rho_R}{\rho_L}, \qquad (3.20.3)$$

где LL — выраженный в % предел заполнения, который равен максимально допустимому объему жидкого груза, отнесенному к объему емкости, до которого грузовая емкость может быть загружена;

FL — выраженный в % предел заполнения, равный максимальному объему жидкости в грузовой емкости по отношению к общему объему емкости, когда жидкий груз достигает расчетной температуры, указанной в 3.20.4;

ρ_R — относительная плотность груза при расчетной температуре; и

ρ_L — относительная плотность груза при температуре и давлении погрузки.

3.20.4 Под расчетной температурой в настоящей главе подразумевается:

.1 температура, соответствующая давлению паров груза, на которое отрегулирован подрыв предохранительных клапанов, если отсутствует регулирование температуры и давления паров груза, указанное в разд. 4;

.2 температура груза по окончании погрузки, в процессе транспортировки или выгрузки, смотря по тому, что выше, если предусмотрено регулирование температуры и давления паров, указанное в разд. 4. Если такая температура достигается в грузовой емкости при ее полном заполнении прежде, чем груз достигнет температуры, соответствующей давлению паров груза, на которое отрегулирован подрыв предохранительных клапанов, согласно требованиям 3.16, должна быть установлена дополнительная система предохранительных клапанов в соответствии с требованиями 3.17.

3.20.5 По согласованию с Регистром допускается заполнение грузовых емкостей типа С в соответствии с формулой, приведенной в 3.20.3, где в качестве ρ_R принимается относительная плотность груза при наивысшей температуре, которой может достичь груз по завершении погрузки, во время перевозки либо при разгрузке, при условиях расчетных внешних температур, описанных в 4.1.3. Требование настоящего пункта не применяется к продуктам, для перевозки которых требуется судно типа **1G**.

3.20.6 На судне должен быть документ, указывающий максимально допустимые пределы заполнения для каждой грузовой емкости и для каждого перевозимого груза при температурах, возможных в условиях погрузки, а также для максимальной расчетной температуры. В перечне должны быть также указаны значения давления подрыва, на которые отрегулированы предохранительные клапаны, включая требуемые в 3.17. Перечень должен быть одобрен Регистром и постоянно храниться на судне.

3.21 Система аварийного отключения (ESD) операций с грузом.

3.21.1 Должна быть предусмотрена система аварийного отключения операций с грузом, прекращающая движение потока груза в случае чрезвычайной ситуации, либо в пределах судна, либо в случае передачи груза на судно или на берег. Конструкция системы ESD должна предотвращать возможное развитие скачков давления (гидравлических ударов) в трубопроводах для передачи груза (см. 3.21.6).

3.21.2 Вспомогательные системы для подготовки груза, в которых используются токсичные или воспламеняющиеся жидкости или пары, должны рассматриваться для целей системы ESD как грузовые системы. Нет необходимости включать в функции системы ESD системы охлаждения непрямого действия, использующие инертное средство, например, азот.

3.21.3 Система ESD должна приводиться в действие ручным способом и автоматически, как указано в перечне способов приведения системы в действие в табл. 3.21.7.3. Любые иные способы приведения системы в действие должны включаться в систему ESD лишь при условии, что такое включение не снижает эксплуатационную готовность и надежность системы в целом.

3.21.4 Судовые системы ESD должны иметь в своем составе линию связи «судно — берег» в соответствии с признанным стандартом.

3.21.5 На посту управления грузовыми операциями и на ходовом мостике должны быть предусмотрены функциональные блок-схемы системы ESD и связанных с ней систем.

3.21.6 Требования к клапанам системы ESD.

3.21.6.1 Термин «клапан ESD» означает любой клапан, работающий в системе ESD.

3.21.6.2 Клапаны ESD должны управляться дистанционно, принадлежать к типу отказоустойчивых в закрытом состоянии (оставаться закрытыми в случае утраты приводящей в действие энергии), обладать возможностью местного закрывания вручную и иметь надежное устройство указания статуса клапана (закрыт-открыт). В качестве альтернативы местному закрыванию вручную клапана ESD может быть использован управляемый вручную отсечный клапан, расположенный последовательно с клапаном ESD. Ручной клапан должен располагаться рядом с клапаном ESD. Должна быть предусмотрена возможность сохранять под контролем оставшуюся в трубопроводе жидкость в случае закрывания клапана ESD, когда ручной клапан также закрыт.

3.21.6.3 Клапаны ESD в трубопроводах для жидкости должны закрываться полностью плавно в течение 30 сек после получения управляющего сигнала. На судне должна иметься в наличии информация о времени срабатывания клапанов и их эксплуатационных характеристиках, должно быть возможным проверить время закрывания клапана, а также повторяемость.

3.21.6.4 Время закрывания аварийного клапана, указанного в 3.1 и 3.2 части VIII «Контрольно-измерительные устройства» (т. е. время от получения управляющего сигнала до полного закрытия клапана) не должно составлять более чем

$3600U/LR$, с,

где U = незаполненный объем танка, при котором подается сигнал, м^3;
LR = максимальная скорость погрузки, согласованная между судном и береговым средством, м^3/час.

Скорость погрузки должна быть отрегулирована с целью ограничения давления, возникающего при гидравлическом ударе вследствие закрывания клапана, до приемлемого уровня с учетом грузового шланга или стендера, судовых и береговых систем трубопроводов, если применимо.

3.21.6.5 На каждом из соединительных патрубков манифольда «судно — берег» и «судно — судно» должен быть предусмотрен один клапан ESD. Соединительные патрубки грузового манифольда, не используемые для передачи груза, должны быть закрыты глухими фланцами, выдерживающими расчетное давление системы трубопроводов.

3.21.6.6 Если клапаны грузовой системы являются также клапанами ESD, то должны применяться требования настоящей главы.

3.21.7 Органы управления системы ESD.

3.21.7.1 Система ESD должна иметь как минимум возможность ручного управления с помощью одного пульта на мостике, а также либо из поста управления, требуемого 1.3 части VIII «Контрольно-измерительные устройства», либо из поста управления грузовыми операциями, если имеется, и не менее чем из двух мест в грузовой зоне.

3.21.7.2 Система ESD должна автоматически приводиться в действие при обнаружении пожара на открытых палубах грузовой зоны и/или в помещениях грузовых механизмов. Как минимум, способ обнаружения пожара, принятый для открытых палуб, должен использоваться для куполов грузовых емкостей, заключающих пространства с жидкостью и парами, грузовых манифольдов и районов, где регулярно проводится демонтаж трубопроводов для жидкости. Обнаружение может осуществляться посредством плавких элементов, предназначенных для плавления в диапазоне температур 98 — 104 °С, или при помощи обнаружения пожара зонными методами.

3.21.7.3 При срабатывании системы ESD работающее грузовое оборудование должно останавливаться в соответствии с указаниями табл. 3.21.7.3 в зависимости от причины срабатывания.

3.21.7.4 Система ESD должна иметь устройство, позволяющее осуществить испытания по высокому уровню, требуемые 12.2.2, безопасным и управляемым способом. Для целей проведения испытаний могут работать грузовые насосы, тогда как система контроля переполнения может быть приведена в нерабочее состояние. Процедуры испытаний устройств аварийно-предупредительной сигнализации по уровню и переустановки системы ESD после завершения испытаний аварийно-предупредительной сигнализации по высокому уровню должны быть учтены в судовой эксплуатационной документации.

3.21.8 Дополнительные случаи отключения.

3.21.8.1 Требования 3.5.2 о защите грузовых танков от внешнего дифференциального давления могут быть удовлетворены путем использования независимого отключения по низкому давлению для приведения в действие системы ESD либо, как минимум, для остановки любых грузовых насосов или компрессоров.

3.21.8.2 Для остановки работы любых грузовых насосов или компрессоров может быть предусмотрена подача сигнала в систему ESD от системы контроля переполнения, требуемой в 3.2 части VIII «Контрольно-измерительные устройства», во время обнаружения высокого уровня, поскольку срабатывание этой аварийно-предупредительной сигнализации может быть вызвано непреднамеренной внутренней передачей груза из одного танка в другой.

3.21.9 Испытания до начала грузовых операций

3.21.9.1 До начала производства грузовых операций должны быть проверены и испытаны грузовая система аварийного отключения и системы аварийно-предупредительной сигнализации, использование которых связано с передачей груза.

3.21.10 Горячие работы на системах удержания груза или вблизи них.

3.21.10.1 Вблизи грузовых танков и в особенности систем изоляции, которые могут быть воспламеняющимися или пропитаны углеводородами, или которые могут выделять токсичный дым в результате сгорания, должны быть приняты особые меры противопожарной безопасности.

Таблица 3.21.7.3

Функциональное устройство системы ESD

Причина срабатывания системы ESD	Отключаемое оборудование							
	Насосы		Системы компрессоров				Клапаны	Линия связи
	Грузовые насосы/ грузовые подкачивающие насосы	Насосы водораспыления/зачистные насосы	Компрессоры возврата паров	Компрессоры газообразного топлива	Установка повторного сжижения, включая насосы для возврата конденсата, если имеются*	Установка сжигания газа	Клапаны системы ESD	Сигнал на судно/береговая связь**
Аварийные кнопки (см. 3.21.7.1)	√	√	√	1	√	√	√	√
Обнаружение пожара на палубе или в компрессорной*** (см. 3.21.7.2)	√	√	√	√	√	√	√	√
Высокий уровень в грузовом танке (см. 3.1 и 3.2 части VIII «Контрольно-измерительные устройства и системы автоматизации»)	√	√	√	1, 2	2, 3	2	4	√
Сигнал от линии связи «судно — берег» (см. 3.21.4)	√	√	√	1	3	Не применимо	√	Не применимо
Отказ энергии привода клапанов системы ESD****	√	√	√	1	3	Не применимо	√	√
Отказ основного источника электропитания	5	5	5	5	5	5	√	√
Отключение аварийной сигнализации по уровню (см. 3.1 части VIII «Контрольно-измерительные устройства и системы автоматизации»)	6	6, 7	√	2	2	2	√	√

[1] Если компрессор газообразного топлива используется для возврата паров на берег, он должен быть включен в систему ESD при работе в таком режиме.

[2] Данные виды оборудования могут не приниматься в расчет как устройства приведения в действие автоматического отключения при условии, что входные отверстия оборудования защищены от поступления в них жидкого груза.

[3] Если компрессоры установки повторного сжижения используются для возврата паров/очистки берегового трубопровода, они должны быть включены в систему ESD при работе в таком режиме.

[4] Датчики, упомянутые в 3.1 части VIII «Контрольно-измерительные устройства и системы автоматизации», могут использоваться для автоматического закрывания клапана заполнения танка для отдельного танка, в котором установлены датчики, как альтернатива закрыванию клапана системы ESD, указанная в 3.21.6.6. Если принят такой вариант, приведение в действие системы ESD полностью должно происходить при срабатывании датчиков высокого уровня во всех танках, подлежащих загрузке.

[5] Данные виды оборудования должны быть сконструированы таким образом, чтобы не запускаться после восстановления основного источника электропитания без подтверждения безопасного состояния.

[6] Система отключения, разрешенная в 3.1 части VIII «Контрольно-измерительные устройства и системы автоматизации», может использоваться в море для предотвращения ложных сигналов аварийно-предупредительной сигнализации и отключений. Если аварийно-предупредительная сигнализация по уровню отключена, работа грузовых насосов и открывание клапанов системы ESD манифольдов должна быть приостановлена, за исключением случаев испытаний аварийно-предупредительной сигнализации по высокому уровню в соответствии с 12.2.2 (см. 3.21.7.4).

[7] Грузовые насосы водораспыления или зачистные насосы, используемые для подачи вытесняющего распылителя, могут быть исключены из системы ESD только тогда, когда они работают в этом режиме.

* Если системы непрямого охлаждения, являющиеся частью установки повторного сжижения, используют инертное средство, такое как азот, нет необходимости в их включении в функции системы ESD.

** Нет необходимости в указании сигналом приведения в действие системы ESD.

*** Для этих целей обнаружения пожара на палубе могут использоваться плавкие вставки, точечный электронный мониторинг температуры или зонный способ обнаружения пожара.

**** Отказ гидравлической, электрической или пневматической энергии для приводов дистанционно управляемых клапанов системы ESD.

√ — функциональное требование.

3.21.11 Дополнительные требования эксплуатационного характера.

3.21.11.1 Дополнительные требования эксплуатационного характера содержатся в следующих разделах и пунктах Кодекса: 2.2.2, 2.2.5, 2.2.8, 3.8.4, 3.8.5, 5.3.2, 5.3.3.3, 5.7.3, 7.1, 8.2.7, 8.2.8, 8.2.9, 9.2, 9.3, 9.4.4, 12.1.1, 13.1.3, 13.3.6, 13.6.18, 14.3.3, 15.3, 15.6, 16.6.3, 17.4.2, 17.6, 17.7, 17.9, 17.10, 17.11, 17.12, 17.13, 17.14, 17.16, 17.18, 17.19, 17.21, 17.22.

3.22 Система регазификации.

3.22.1 Единичный отказ в системе регазификации не должен приводить к критической ситуации. Система должна обеспечивать два уровня защиты, чтобы предотвратить или свести к минимуму последствия отказа оборудования в системе регазификации. Эти средства защиты должны быть независимы друг от друга и от средств управления, используемых при нормальной работе.

3.22.2 Нагревание и испарение груза может быть организовано как путем прямого, так и косвенного нагрева. Должны быть предусмотрены средства для обнаружения газа в теплоносителе и для предотвращения избыточного давления в системе.

В случае, если греющая среда, используемая для испарения или подогрева СПГ, возвращается за пределы грузовой зоны, в системе следует предусмотреть дегазационную емкость, расположенную в грузовой зоне, в которую должна вначале поступать греющая среда. В дегазационной емкости должны быть предусмотрены средства для обнаружения газа и подачи соответствующего сигнала тревоги. Выходное вентиляционное отверстие воздушной трубы указанной емкости должно располагаться в безопасном месте и быть оборудовано пламепрерывателем.

3.22.3 Должны быть предусмотрены средства защиты испарителей от замерзания теплоносителя.

3.22.4 Система отключения регазификации (СОР) должна быть предусмотрена для случая сбоя или нарушения процесса. Инициация срабатывания системы должна быть от системы мониторинга, ручных кнопок и приборов дистанционного управления. Минимальные требования по автоматизации процесса регазификации приведены в табл. 3.22.4.

Таблица 3.22.4

Минимальные требования по автоматизации процесса регазификации

Контролируемый параметр	Сигнализация	Отключение	Комментарии
Давление во всасывающем коллекторе	H/L	—	—
Уровень во всасывающем коллекторе	L	LL	СОР
Температура греющей среды на входе в испаритель	L	LL	СОР
Давление греющей среды на входе в испаритель	L	LL	СОР
Температура греющей среды на выходе из испарителя	L	LL	СОР
Давление СПГ на входе в испаритель	H/L	—	—
Температура газа на выходе из испарителя	L	LL	СОР
Давление газа на выходе из испарителя	H/L	—	—
Давление свежего пара в теплообменном аппарате	L	—	Если пар не является греющей средой непосредственно
Температура конденсата на выходе из теплообменного аппарата	H/L	—	Если пар не является греющей средой непосредственно
Переливной/расширительный танк в контуре гликоля	H	HH	Если есть гликолевый контур нагрева
Жидкостный коллектор	H/L	—	Если есть пропановый контур нагрева
Подготовка газа к отгрузке, контроль потока газа	X	X	—
Потеря подачи питания к системе управления и контроля	X	X	—
Давление газа отгрузки	H/L	LL	СОР
Температура газа отгрузки	L	LL	СОР
Обнаружение протечек паров СПГ в системе подогрева	X	—	Газоанализатор для паровых и гликолевых систем, датчик давления для пропана
Срабатывание судовой системы аварийной остановки	—	X	СОР
Перед отсоединением; обеспечение сброса и завершения продувки	—	X	Запрет на отсоединение до снятия давления
Обнаружение газа в установке регазификации	X	—	—
Пожар в зоне установки регазификации (Срабатывание датчиков пожара)	X	X	ESD и сброс давления и отвод СПГ

При активации СОР должна:

остановить насос повышения давления;

закрыть запорные клапаны на соответствующей установке регазификации.

Для функций управления и отключения должны быть предусмотрены независимые датчики. Система управления должна быть разработана так, чтобы одиночный сбой не приводил к опасной ситуации.

Если входной сигнал от какого-либо параметра, указанного в табл. 3.22.4, будет потерян, то немедленно должна быть активирована СОР для остановки работы системы регазификации. Но при дублировании датчиков автоматическое активирование СОР может не предусматриваться, если один из датчиков продолжает работу.

3.22.5 Система аварийного отключения (ESD).

3.22.5.1 Требования к системе аварийного отключения, описанные в 3.15.4 и 3.21, должны быть применены для системы регазификации. В дополнение к тому, что указано в 3.15.4 и 3.21, должна быть предусмотрена активация системы ESD с помощью ручных выключателей и плавких элементов/датчиков пожара, расположенных на пути к устройствам регазификации.

Система ESD должна активировать:

остановку погружных грузовых насосов в грузовых танках;

закрытие клапана выдачи газа;

закрытие клапанов грузового манифольда.

3.22.6 Система сброса давления.

3.22.6.1 Система сброса давления должна быть устроена так, чтобы все части установки регазификации, содержащие более 400 кг углеводородов, были связаны с газоотводной системой через предохранительное устройство. Система должна обеспечивать безопасный сбор и удаление углеводородов во время обычных операций и во время чрезвычайных ситуаций. Части системы, которые содержат значительное количество энергии, должны быть разгружены в аварийной ситуации. Понижения давления должно быть достаточно для обеспечения отсутствия разрыва в случае внешнего источника тепла от пожара. Пружинные предохранительные клапаны при отказе должны приходить в открытое положение. Должна быть предусмотрена возможность активировать систему сброса давления вручную с пульта управления, в дополнение к автоматическим действиям, инициированным через систему обнаружения пожара.

3.22.7 Предохранительные клапаны системы регазификации.

3.22.7.1 Если на судне предусмотрен всасывающий коллектор, предназначенный для подачи СПГ к бустерному насосу высокого давления, то на нем должен быть предусмотрен предохранительный клапан, рассчитанный на воздействие пожара при закрытии отливного патрубка бустерного насоса.

3.22.7.2 Предохранительные клапаны сброса давления должны устанавливаться в тех секциях трубопроводов, в которых СПГ может остаться в замкнутом объеме.

3.22.7.3 В случае перепуска СПГ из системы регазификации в грузовые танки, возможность сброса СПГ или газа высокого давления в грузовую емкость должна быть подтверждена расчетом.

3.22.8 Газоотводная система.

3.22.8.1 Газоотводная система от системы регазификации должна предотвращать возможность отвода потока жидкости через вентиляционную мачту. Как правило, для этих целей должен быть предусмотрен специальный коллектор-сепаратор между предохранительными клапанами и вентиляционной мачтой. Коллектор-сепаратор должен быть оборудован сигнализацией по верхнему уровню.

В качестве альтернативы должен быть проведен расчет, показывающий достаточную пропускную способность газоотводной системы для того, чтобы избежать любой сброс жидкой фазы. Если часть регазификационной установки содержит СПГ под высоким давлением, а часть содержит газ под высоким давлением, то предохранительные клапаны должны быть предусмотрены для обеих фаз.

3.22.8.2 Для постоянно пришвартованных судов допускается удаление газа с помощью его сжигания в факеле. В таких случаях пропускная способность должна быть оценена в соответствии со стандартом API RP 521, и это должно обеспечивать уровень тепловой радиации в приемлемых пределах.

4 РЕГУЛИРОВАНИЕ ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ ГРУЗА

4.1 Общие положения.

4.1.1 За исключением грузовых емкостей, рассчитанных на полное избыточное давление паров груза в условиях максимальных расчетных температур окружающей среды, давление и температура грузовой емкости должны постоянно поддерживаться в диапазоне расчетных значений путем использования одного из указанных ниже методов или их сочетания:

.1 обратное сжижение паров груза;

.2 термическое окисление паров;

.3 аккумулирование давления; и

.4 охлаждение жидкого груза.

Для некоторых высокоопасных грузов, указанных в части X «Специальные требования», система удержания груза должна выдерживать полное давление паров груза при максимальной расчетной температуре окружающей среды независимо от того, какая система будет предусмотрена для операций с испаряющимся газом.

Газоотвод груза в атмосферу для поддержания давления и температуры в грузовой емкости не допускается, за исключением аварийных ситуаций.

4.1.2 На судне должно быть предусмотрено использование не менее двух установок регулирования давления и температуры груза, которые могли бы быть задействованы при любом режиме эксплуатации судна. Производительность каждой задействованной на судне системы должна соответствовать максимально возможной в нормальной эксплуатации интенсивности испарения груза из всех танков СПГ при максимальной расчетной температуре окружающей среды, указанные в 4.1.3, и давлении в грузовой емкости не выше MARVS.

4.1.3 Изготовление, установка и испытание систем, перечисленных в 4.1.1, должны быть одобрены Регистром. Материалы, использованные для изготовления этих систем, должны быть пригодны для грузов, предназначенных к перевозке. При обычной эксплуатации максимальная расчетная температура окружающей среды должна приниматься равной 32 °С для морской воды и 45 °С для воздуха. При эксплуатации в особо жарких и холодных зонах эти температуры могут быть изменены по согласованию с Регистром.

4.1.4 Для особо опасных грузов, указанных в части X «Специальные требования», грузовые емкости должны выдерживать полное давление паров груза при максимальной расчетной температуре окружающей среды независимо от системы, предусмотренной для операций с парами груза.

4.2 Системы охлаждения и повторного сжижения груза.

4.2.1 Система охлаждения должна состоять из одной или нескольких установок, способных поддерживать требуемые давление и температуру груза при максимальной расчетной температуре окружающей среды.

Кроме основной должна предусматриваться резервная установка (установки) системы охлаждения холодопроизводительностью не менее производительности наибольшей установки. Резервная установка должна включать компрессор с приводным двигателем, систему управления и всю необходимую арматуру для обеспечения работы независимо от обычных установок.

Должен быть предусмотрен резервный теплообменный аппарат, если основной теплообменный аппарат установки не имеет избыточной поверхности теплообмена, равной по крайней мере 25 % наибольшей требуемой. Для резервного теплообменного аппарата независимые трубопроводы не обязательны.

4.2.2 Для охлаждения груза может применяться одна из следующих систем:

.1 прямого охлаждения, когда испаряющийся груз сжимается, конденсируется и возвращается в грузовые емкости. Для отдельных грузов, указанных в части X «Специальные требования», использование этой системы не допускается;

.2 косвенного охлаждения, когда груз (пары груза) охлаждается (конденсируется) охлаждающими агентами без сжатия;

.3 комбинированная, когда испаряющийся груз сжимается, конденсируется в теплообменнике посредством охлаждения и возвращается в грузовые емкости. Для грузов, указанных в части X «Специальные требования», использование этой системы не допускается.

4.2.3 При одновременной перевозке двух и более охлаждаемых грузов, которые могут вступить в опасную химическую реакцию, для каждого груза должны быть предусмотрены отдельные холодильные системы с резервными установками, как указано в 4.2.1, однако, если охлаждение осуществляется при помощи системы косвенного охлаждения или комбинированной и утечка в теплообменнике не приведет к смешиванию грузов, раздельные холодильные установки не требуются.

4.2.4 При одновременной перевозке двух и более охлажденных грузов, которые взаимно нерастворимы в условиях перевозки, но при смешивании выделяют пары, создающие дополнительное давление, в системе охлаждения должны быть предусмотрены специальные меры по предотвращению возможности смешивания этих грузов.

4.2.5 Если в системе охлаждения используется забортная вода, должен быть предусмотрен отдельный насос забортной воды, предназначенный исключительно для обслуживания этой системы. Этот насос должен иметь прием забортной воды от двух кингстонов, расположенных по разным бортам.

Должен быть предусмотрен резервный насос такой же подачи, как и основной; при этом прием забортной воды также следует предусматривать от двух кингстонов.

В качестве резервного может быть использован насос, предназначенный для иных целей, достаточной подачи и напора, если его применение в качестве охлаждающего насоса не будет препятствовать использованию по прямому назначению.

4.2.6 Все первичные и вторичные холодильные агенты должны быть совместимы друг с другом, а также с грузом, с которым они могут войти в контакт.

Теплообмен может осуществляться вне грузовой емкости либо посредством охлаждающего змеевика, установленного внутри или снаружи грузовой емкости.

4.2.7 На механизмы, устройства и оборудование установки повторного сжижения испарившегося груза, если в тексте Правил LG не указано иное, распространяются также применимые требования Правил классификации.

4.3 Системы утилизации испарившегося груза.

4.3.1 Если на судне не предусмотрены другие способы понижения давления, должно быть предусмотрено обязательное 100 % резервирование установок сжигания газа (УСГ), каждая из которых рассчитана на максимально возможную в нормальной эксплуатации интенсивность испарения груза. Допускается наличие на судне трех УСГ, производительностью каждой не менее 50 % максимально возможной в нормальной эксплуатации интенсивность испарения груза. При наличии на судне одной установки повторного сжижения достаточно одной УСГ, рассчитанной на максимально возможную в нормальной эксплуатации интенсивность испарения груза.

4.3.2 Как альтернатива резервированию агрегата УСГ может быть допущено резервирование в одном агрегате УСГ всех его основных компонентов:

вентилятора воздуха для горения;

вентилятора воздуха разбавления и охлаждения;

запальной свечи;

электроискрового устройства розжига;

системы непрерывного контроля горения;

системы контроля и управления.

4.3.3 Не допускается размещение УСГ в общем машинном помещении. Если УСГ расположена в закрытом помещении, то это помещение:

.1 рассматривается как машинное помещение категории А;

.2 должно быть оборудовано искусственной автономной вентиляцией, обеспечивающей не менее 30 воздухообменов в час исходя из общего объема помещения и использующей не менее двух вентиляторов, забирающих воздух из газобезопасных пространств;

.3 приемные отверстия вентиляторов должны быть оборудованы устройствами, препятствующими попадания влаги и посторонних предметов;

.4 должно быть оборудовано системой обнаружения газа согласно 11.10.

4.3.4 Подвод газа к УСГ должен осуществляться по открытым частям судна или в соответствии с требованиями разд. 11 (по двойным трубопроводам — труба в трубе — или по трубам внутри специальных вентиляционных каналов).

4.3.5 На системе подвода газа перед входом трубопровода в помещение, где расположена УСГ, должен быть предусмотрен главный газовый клапан в соответствии с 11.7, а в системе предусмотрены клапаны согласно 11.6.

4.3.6 Температура уходящих газов после утилизации в УСГ должна быть не менее чем на 50 °С ниже температуры самовоспламенения перевозимого груза. При утилизации таким способом паров СПГ температура уходящих газов должна быть не более 535 °С.

4.3.7 Камера сгорания УСГ должна быть спроектирована таким образом, чтобы при любых режимах эксплуатации размеры факела не выходили бы за ее габариты. Температура наружных поверхностей корпуса УСГ в эксплуатации должна оставаться ниже 220 °С даже при отключении вентилятора воздуха разбавления.

4.3.8 Газ должен подводиться к УСГ с температурой и давлением, допускаемым для работы топочного устройства. Давление газа в трубопроводе не должно быть более 1 МПа. Компрессоры, сосуды под давлением и теплообменные аппараты, использующиеся в устройствах подготовки газа к горению, должны отвечать требованиям соответствующих частей Правил классификации.

4.3.9 Электродвигатели вентиляторов воздуха для горения, разбавления и охлаждения, а также системы вентиляции помещения должны располагаться в газобезопасном пространстве.

4.3.10 Система управления горением УСГ должна работать автоматически и допускать ручное управление с местного поста.

4.3.11 Топочное устройство УСГ должно быть оборудовано двумя приборами контроля наличия факела, при срабатывании которых подача газа должна автоматически прекращаться. Топочное устройство УСГ должно препятствовать повторной подаче газа для горения до окончания проветривания топки.

4.3.12 Топочное устройство УСГ должно быть оборудовано запальной свечой или электроискровым устройством розжига. Запальная свеча для непрерывного горения должна использовать жидкое топливо, отвечающее требованиям 1.1.2 части VII «Механические установки» Правил классификации. Трубопровод подачи жидкого топлива для запальной свечи должен отвечать требованиям 13.2 части VIII «Системы и трубопроводы» Правил классификации. Запальная свеча должна быть оборудована прибором контроля наличия горения, при наличии сигнала об отсутствии горения подача топлива к запальной свече должна прекращаться автоматически.

4.3.13 Система управления горением УСГ должна автоматически прекращать подачу газа для горения в случае:

прекращения подачи воздуха на горение (отключения вентилятора или падения давление воздуха горения);

срыва факела;

потери электропитания;

срабатывания системы обнаружения газа в помещении УСГ;

срабатывания системы обнаружения газа в вентиляционном канале подвода газового топлива;

потери давления азота в межтрубном пространстве труб подвода газа или потери давления воздуха в канале вентиляции труб подвода газа;

повышения температуры уходящих газов выше указанной в 4.3.7;

понижения температуры газа ниже допустимой для нормальной работы топочного устройства;

пожара в помещении УСГ.

4.3.14 Система управления горением УСГ должна препятствовать подаче газа для горения в случае:

отсутствия сигнала о работе запальной свечи или электроискрового устройства розжига;

окончания проветривания топки.

5 ГАЗООТВОДНАЯ СИСТЕМА

5.1 Для удаления излишков газа от предохранительных клапанов грузовых емкостей должна предусматриваться газоотводная система.

5.2 Система газоотводных труб должна быть сконструирована таким образом, чтобы выходящий газ направлялся вверх, а возможность попадания в систему воды и снега была сведена к минимуму.

5.3 Выпускные отверстия газоотводных труб должны быть расположены над открытой палубой на высоте не менее $B/3$ или 6 м, смотря по тому, что больше, и 6 м над площадкой рабочей зоны и носовым и кормовым переходным мостиком.

5.4 Выпускные отверстия для отвода газа от предохранительных клапанов грузовых емкостей должны располагаться от ближайшего воздухоприемника или отверстий в жилых, служебных помещениях или других газобезопасных пространствах на расстоянии, равном по крайней мере ширине судна или 25 м, смотря по тому, что меньше.

Для судов длиной менее 90 м Регистр может допустить меньшие расстояния.

Все другие выпускные отверстия газовыпускных труб, соединенные с грузосодержащей системой, должны располагаться на расстоянии не менее 10 м от ближайшего воздухоприемника или отверстий в жилых и служебных помещениях и постах управления или от других газобезопасных пространств.

5.5 Все другие газоотводные трубы, связанные с грузом и не рассматриваемые в других частях, должны удовлетворять требованиям 5.2 — 5.4.

5.6 При одновременной перевозке грузов, которые вступают в опасную реакцию друг с другом, должны быть предусмотрены независимые системы газоотводных труб от предохранительных клапанов для каждого вида груза.

5.7 В системе газоотводных труб должны быть предусмотрены средства для удаления жидкости из мест, где она может скапливаться.

5.8 На выходных отверстиях газоотводных труб должны быть установлены защитные сетки для предотвращения попадания в них посторонних предметов.

5.9 Все газоотводные трубы не должны повреждаться при всех возможных колебаниях температуры или под действием нагрузок, возникающих при движении судна.

6 СИСТЕМА ИНЕРТНЫХ ГАЗОВ

6.1 Общие положения.

6.1.1 Инертизация должна обеспечивать создание среды, не поддерживающей горения, посредством использования инертных газов. Применяемый инертный газ должен быть химически совместим в условиях эксплуатации с материалами конструкций и с перевозимым грузом при любых возможных в эксплуатации температурах в помещениях.

6.1.2 Если температура хранения инертного газа ниже 0 °С, система должна предотвращать снижение температуры конструкций судна ниже предусмотренных для них пределов.

6.1.3 Система инертных газов должна обеспечивать инертизацию межбарьерных пространств и трюмных помещений судна, а также безопасную дегазацию и продувку этих пространств и помещений, грузовых емкостей и грузовых трубопроводов.

Система инертных газов должна также обеспечивать подачу газа в застойные зоны защищаемых помещений.

6.1.4 Должны быть предусмотрены устройства, предотвращающие проход паров груза в систему инертных газов.

6.1.5 Система инертных газов должна быть такой, чтобы каждое защищаемое помещение или пространство было независимым и регулировка давления в них обеспечивалась соответствующими устройствами и предохранительными клапанами.

6.1.6 Инертный газ, который используется для целей пожаротушения, должен храниться отдельно и не должен использоваться при грузовых операциях.

6.2 Инертизация трюмных помещений.

6.2.1 Если судно предназначено для перевозки воспламеняющихся грузов, межбарьерные пространства и трюмные помещения, которые примыкают к грузосодержащим системам, требующим полного или частичного вторичного барьера, должны быть инертизированы осушенным инертным газом. Поддержание инертной среды должно производиться от судовой газогенераторной установки или хранилищ инертного газа, рассчитанных на обеспечение нормального расхода газа в течение не менее 30 сут.

6.2.2 Межбарьерные пространства и трюмные помещения, которые примыкают к грузосодержащим системам, требующим частичного вторичного барьера, за исключением случаев, перечисленных в части X «Специальные требования», допускается заполнять сухим воздухом, если на судне имеется установка инертного газа или хранилище инертного газа, достаточные для инертизации наибольшего из этих пространств, при условии, что их конфигурация, система обнаружения газа и производительность установки инертного газа обеспечивают быстрое обнаружение утечки из грузовых емкостей и их инертизацию прежде, чем образуется опасная среда.

Должно быть предусмотрено оборудование, производящее достаточное количество сухого воздуха для удовлетворения предполагаемых потребителей.

6.2.3 Пространства, примыкающие к охлаждаемым вкладным грузовым емкостям типа С, должны быть инертизированы сухим инертным газом или заполнены сухим воздухом. Это состояние должно поддерживаться от судовых устройств, указанных в 6.2.1, или с помощью оборудования, обеспечивающего подачу сухого воздуха.

6.2.4 В грузовых емкостях с внутренней изоляцией межбарьерные пространства, а также пространства между вторичным барьером и внутренним корпусом или конструкцией вкладной емкости, полностью заполненные изоляцией, которая отвечает требованиям 19.3 и 19.4 части IV «Хранение груза», инертизации не требуют.

6.3 Инертизация грузовых емкостей и систем.

6.3.1 Система инертных газов должна сводить к минимуму возможность образования воспламеняющейся смеси в грузовых емкостях на любой стадии дегазации.

6.3.2 Системы грузовых трубопроводов должны иметь возможность освобождения от инертного газа и продувки, как указано в 6.3.1.

6.3.3 Для контроля процесса продувки и дегазации каждая грузовая емкость должна быть оборудована устройствами для отбора проб газа.

Патрубок для отбора проб газа должен быть оборудован клапаном и располагаться над верхней палубой.

На патрубке для отбора проб газа должно быть предусмотрено не менее двух изолирующих клапанов. В трубопроводе отбора проб применение резьбовых и штуцерных соединений должно быть сведено к минимуму, а для трубопроводов с наружным диаметром более 25 мм – исключено.

Открытый способ отбора проб допускается только для грузов, остаток пробы которых допускается выбрасывать в атмосферу. Для прочих грузов должно быть предусмотрено устройство безопасного возврата проб в грузовую емкость.

6.3.4 Инертный газ может подаваться как от судовой установки, так и с берега.

6.4 Генератор инертного газа.

6.4.1 Генератор должен вырабатывать инертный газ, содержащий кислорода не более 5 % по объему с учетом требований части X «Специальные требования».

На трубопроводе подачи инертного газа от генератора должны быть установлены приборы постоянного контроля содержания кислорода с сигнальным устройством, подающим сигнал при превышении 5 % содержания кислорода по объему с учетом требований части X «Специальные требования».

Сжиженный азот, используемый в качестве инертного газа и получаемый посредством фракционной перегонки воздуха, перед поступлением в хранилище на судне должен проверяться на содержание следов кислорода, чтобы предотвратить обогащение кислородом газа, идущего на инертизацию.

6.4.2 Система инертного газа должна иметь приборы контроля давления инертного газа и устройства по определению состава инертного газа приминительно к грузовой среде.

Должно быть предусмотрено устройство, предотвращающее попадание груза в систему инертного газа.

6.4.3 Помещения, в которых расположены генераторы инертного газа, не должны иметь непосредственного сообщения с жилыми, служебными помещениями и постами управления. Генераторы могут располагаться в машинных помещениях. При размещении генератора вне грузовой зоны на главной магистрали инертного газа в пределах грузовой зоны должны быть установлены два невозвратных клапана или равноценные устройства, требуемые 6.4.2.

Магистраль инертного газа не должна проходить через жилые, служебные помещения и посты управления.

6.4.4 Генераторы, использующие открытое пламя для получения инертного газа, не должны располагаться в грузовой зоне.

Особо может быть рассмотрен вопрос по размещению оборудования, вырабатывающего инертный газ по методу каталитического сжигания.

7 ОСУШИТЕЛЬНАЯ И БАЛЛАСТНАЯ СИСТЕМЫ

7.1 Если груз перевозится в грузовых емкостях, не требующих вторичного барьера, трюмные помещения должны быть снабжены соответствующими устройствами осушения. Эти устройства должны быть автономными и не должны соединяться с машинным помещением.

Должны быть предусмотрены средства обнаружения протечек для таких помещений.

7.2 Если имеется вторичный барьер, должны быть предусмотрены соответствующие устройства осушения для удаления любых протечек в трюмные помещения или в изолированные пространства через смежные конструкции судна.

Всасывающий трубопровод не должен присоединяться к насосам, расположенным в машинном помещении.

Должны быть предусмотрены средства для обнаружения протечек.

7.3 Межбарьерное пространство должно быть оборудовано осушительной системой для откачки груза в случае протечки или повреждения грузовой емкости. Такие средства осушения должны предусматривать возврат утечек груза в грузовые емкости.

7.4 Должны быть предусмотрены соответствующие автономные устройства для осушения насосных и компрессорных помещений.

7.5 Для грузовых емкостей с внутренней изоляцией средства обнаружения утечек и осушительная система могут не предусматриваться для межбарьерного пространства и пространств между вторичным барьером и внутренним корпусом или конструкцией вкладной грузовой емкости, которые целиком заполнены изоляционным материалом согласно требованиям 19.3 и 19.4 части IV «Хранение груза».

7.6 Балластные цистерны, топливные цистерны и газобезопасные пространства могут быть соединены с насосами машинного помещения.

Днищевые туннели для трубопроводов могут иметь соединения с насосами машинного помещения при условии, что трубы ведут непосредственно к насосам и отлив от насосов производится непосредственно за борт без каких-либо клапанов или патрубков в обеих линиях, которые могут соединять днищевый трубный туннель с системами, обслуживающими газобезопасные пространства.

Воздушные трубы насосов, обслуживающих сухие днищевые туннели, через которые проходят балластные трубы, не должны иметь открытых концов в машинном отделении.

8 СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦИИ

8.1 Вентиляция помещений, требующих посещения в процессе грузовых операций.

8.1.1 Помещения электродвигателей, грузовых насосов и компрессоров, а также другие закрытые помещения, которые содержат оборудование для перекачки груза, и подобные помещения, в которых осуществляется управление грузовыми операциями, должны оборудоваться искусственной вентиляцией, независимой от других систем вентиляции и управляемой извне этих помещений.

Должны быть предусмотрены меры для пуска системы вентиляции этих помещений до входа в них обслуживающего персонала и приведения в действие оборудования; при этом предупредительная надпись, требующая включения вентиляции, должна быть расположена около входа в эти помещения.

8.1.2 Приемные и выпускные отверстия искусственной вентиляции должны быть расположены таким образом, чтобы обеспечить достаточный приток воздуха в помещение для предотвращения скопления воспламеняющихся или токсичных паров груза и обеспечения безопасной рабочей атмосферы.

Система вентиляции должна обеспечивать не менее 30 обменов воздуха в час исходя из общего объема помещения. Как исключение для газобезопасных постов управления грузовыми операциями допускается 8 обменов воздуха в час.

8.1.3 Системы вентиляции помещений должны быть стационарными. Вытяжные системы вентиляции должны обеспечивать прием воздуха из верхних и нижних частей помещения в зависимости от плотности паров перевозимых грузов.

8.1.4 В помещениях электродвигателей, приводящих грузовые компрессоры и насосы, в помещениях генераторов инертного газа, в постах управления грузовыми операциями, если они

рассматриваются как газобезопасные, а также в других газобезопасных пространствах в пределах грузовой зоны вентиляция должна быть приточной и обеспечивать избыточное давление в этих пространствах.

8.1.5 В грузовых компрессорных и насосных помещениях и в постах управления грузовыми операциями, если они рассматриваются как газоопасные, вентиляция должна быть вытяжной.

8.1.6 Каналы вытяжной вентиляции из газоопасных пространств должны обеспечивать удаление воздуха вверх. Выпускные отверстия должны располагаться над грузовой палубой на высоте не менее 4 м и отстоять не менее чем на 10 м в горизонтальном направлении от приемных каналов вентиляции и отверстий в жилые и служебные помещения, посты управления и другие газобезопасные пространства.

8.1.7 Приемные отверстия системы вентиляции должны быть расположены таким образом, чтобы возможность возврата опасных паров, выходящих из любого выпускного вентиляционного отверстия, была сведена к минимуму.

8.1.8 Вентиляционные каналы газоопасных пространств не должны проходить через машинные, жилые и служебные помещения и посты управления, за исключением указанных в разд. 10.

8.1.9 Электродвигатели, приводящие вентиляторы, должны быть расположены вне вентиляционных каналов, если предполагается перевозка воспламеняющихся грузов.

Вентиляторы не должны служить источником воспламенения паров груза в вентилируемом помещении и в системе вентиляции, обслуживающей это помещение.

Вентиляторы и вентиляционные каналы для газоопасных пространств в местах расположения вентиляторов должны иметь конструкцию, исключающую искрообразование и отвечающую требованиям 5.3.3 части IX «Механизмы» Правил классификации.

8.1.10 Для вентиляторов каждого типа, используемых в грузовых зонах, должны быть предусмотрены запасные крылатки вместе с валом, подшипники и электродвигатели по 1 шт. каждого типа.

8.1.11 Наружные отверстия вентиляционных каналов должны иметь защитные сетки с ячейками не более 13 мм.

8.2 Вентиляция помещений, обычно не посещаемых.

8.2.1 Трюмные помещения, межбарьерные и пустые пространства, коффердамы, помещения грузовых трубопроводов и другие, в которых могут скапливаться пары груза, должны иметь вентиляцию, обеспечивающую безопасную атмосферу при необходимости посещения этих помещений. Если для таких помещений не предусмотрена стационарная система вентиляции, должны быть предусмотрены одобренные Регистром переносные средства искусственной вентиляции.

При необходимости основной вентиляционный канал в трюмных помещениях и межбарьерных пространствах должен быть стационарным.

Вентиляторы и нагнетатели должны соответствовать требованиям 8.1.9 и не должны препятствовать доступу персонала.

8.3 Вентиляция других помещений.

8.3.1 Приемные отверстия системы вентиляции не должны быть обращены к грузовой зоне. Они должны размещаться на кормовой переборке, не обращенной к грузовой зоне, носовым или кормовым погрузочно-разгрузочным устройствам, и/или на бортовых стенках надстройки на расстоянии $L/25$, но не менее 3 м от переборки, обращенной к грузовой зоне. Это расстояние может не превышать 5 м.

Следует также учитывать расположение приемных отверстий системы вентиляции по отношению к грузовым трубопроводам, газоотводным трубам, а также к выхлопным трубам устройств, работающих на сжиженном газе.

Регистр может допустить отступления от указанных требований судов, которые предназначены для перевозки грузов, не представляющих опасности в отношении токсичности или воспламеняемости, а также для небольших судов, на которых невозможно их выполнение.

8.3.2 Все приемные и выпускные отверстия системы вентиляции и иные отверстия в жилые и служебные помещения и посты управления должны быть оборудованы закрытиями, обеспечивающими газонепроницаемость.

В случае перевозки токсичных продуктов, должна быть предусмотрена возможность приведения таких закрытий в действие изнутри указанных помещений. Однако при этом:

.1 требование о закрытии изнутри может не применяться к редко посещаемым помещениям, таким как палубные кладовые, кладовые на баке, мастерские. Также это требование не применяется к постам управления грузовыми операциями, расположенным в пределах грузовой зоны;

.2 при наличии централизованного управления закрывающими устройствами из централизованного поста, управление ими изнутри защищаемых помещений может не предусматриваться;

.3 выгородки двигателей, помещения грузовых механизмов, отделения электроприводов и рулевых машин, рассматриваются как редко посещаемые помещения, не подпадающие под действие настоящего пункта и, следовательно, требование о закрытии закрывающих устройств изнутри не применимо к этим пространствам;

.4 закрывающие устройства должны обладать достаточной степенью герметичности. Стальные противопожарные заслонки без герметичных уплотнений не могут считаться удовлетворяющими настоящим требованиям;

.5 несмотря на требования настоящего пункта, должны быть предусмотрены средства закрытия любых приемных и вытяжных отверстий вентиляции снаружи помещений согласно 12.1.7 части VIII «Системы и трубопроводы» Правил классификации и постройки морских судов.

8.3.3 Пространство воздушного шлюза должно иметь искусственную приточную вентиляцию из газобезопасного пространства для поддержания избыточного давления по отношению к газоопасной зоне на открытой палубе.

Вентиляция должна обеспечивать не менее 30 обменов воздуха в час.

8.3.4 Для судов с установкой регазификации приемные вентиляционные отверстия, о которых говорится в 8.3.2, должны иметь устройства для дистанционного закрытия с мостика и из ПУГО.

8.4 В машинных помещениях категории А, в которых газ используется в качестве топлива, должна быть предусмотрена автономная система принудительной вентиляции, обеспечивающая отсутствие застойных зон.

9 ГРУЗОВЫЕ НАСОСНЫЕ И КОМПРЕССОРНЫЕ ОТДЕЛЕНИЯ

9.1 Грузовые насосные и компрессорные отделения должны быть расположены на открытой палубе и находиться в пределах грузовой зоны. Огнестойкость переборок и палуб этих помещений должна соответствовать требованиям 2.4.2 части VI «Противопожарная защита» Правил классификации, предъявляемым к насосным помещениям.

9.2 Если грузовые насосы и компрессоры приводятся в движение валопроводами, проходящими через переборку или палубу, в местах прохода через переборку или палубу должны быть установлены газонепроницаемые сальники с эффективной смазкой или другие средства, обеспечивающие постоянную газонепроницаемость. Грузовые насосы и компрессоры должны быть оборудованы датчиками температуры сальников валов, проходящими через переборку или палубу, подшипников и корпусов насосов.

9.3 Устройство грузовых насосных и компрессорных отделений должно обеспечивать свободный доступ в них персонала в защитной одежде и с дыхательными аппаратами, а также беспрепятственную эвакуацию пострадавших в бессознательном состоянии. Все клапаны, используемые при грузовых операциях, должны быть доступны для персонала в защитной одежде.

10 ПОСТЫ УПРАВЛЕНИЯ ГРУЗОВЫМИ ОПЕРАЦИЯМИ

10.1 Все посты управления грузовым операциями должны быть расположены на открытой палубе и, как правило, в зоне грузовых емкостей.

Посты управления грузовыми операциями могут быть расположены в районе жилых и служебных помещений или станций управления при следующих условиях:

если пост управления грузовыми операциями рассматривается как газобезопасное пространство;

если пост управления грузовыми операциями имеет выход в жилые и служебные помещения, то вход из зоны грузовых емкостей должен отвечать требованиям 1.6 части II «Требования к общему расположению» и 8.3.1 настоящей части или, если пост управления грузовыми операциями не имеет выхода в указанные помещения, воздухозаборники и отверстия должны отвечать требованиям 1.7 и 1.12 части II «Требования к общему расположению» и 8.3.1 настоящей части.

10.2 Если пост управления грузовыми операциями рассматривается как газобезопасное пространство, система измерений параметров груза, по возможности, должна иметь косвенную систему показаний.

Конструкция системы измерений параметров груза в любом случае должна исключать утечку газа в пост управления грузовыми операциями.

Размещение газоанализаторов в пределах поста управления грузовыми операциями не будет нарушать газобезопасности пространства, если они установлены в соответствии с требованиями разд. 6 части VIII «Контрольно-измерительные устройства и системы автоматизации».

10.3 Если пост управления грузовыми операциями на судах, перевозящих воспламеняющиеся грузы, рассматривается как газоопасное пространство, источники воспламенения должны быть исключены.

Электрическое оборудование, установленное в постах управления грузовыми операциями, должно иметь характеристики, обеспечивающие безопасность его использования.

11 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРУЗА В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА

11.1 Сжиженный метан является единственным грузом, пары или конденсат которого могут использоваться в качестве топлива в котлах, генераторах инертного газа, двигателях внутреннего сгорания и газовых турбинах.

Машинные помещения категории А, в которых газ используется в качестве топлива, должны оборудоваться устройствами обнаружения газа, отвечающими требованиям разд. 6 части VIII «Контрольно-измерительные устройства».

11.2 Трубопроводы газообразного топлива не должны проходить через жилые и служебные помещения и посты управления.

Трубопроводы газообразного топлива могут проходить или прокладываться внутри других помещений, если:

.1 они выполнены в виде двойных трубопроводов (труба в трубе); при этом топливо подается по внутренней трубе.

Пространство между концентрическими трубами заполнено инертным газом под давлением, превышающим давление топлива.

В случае падения давления инертного газа между трубами должна быть предусмотрена сигнализация и автоматическое отключение подачи газового топлива по трубопроводу;

.2 они установлены в трубах или каналах с искусственной вытяжной вентиляцией.

Воздушное пространство между наружной и внутренней стенками труб и каналов оборудовано искусственной вентиляцией, обеспечивающей не менее 30 обменов воздуха в час.

Если система вентиляции не обеспечивает требуемого потока воздуха, то должна быть предусмотрена сигнализация и автоматическое отключение подачи газового топлива по трубопроводу.

Система вентиляции поддерживает давление ниже атмосферного.

Двигатели вентиляторов размещены вне вентиляционных труб или каналов.

Вентиляционные выпускные отверстия выведены в места, где не может произойти возгорание взрывоопасной смеси газов и воздуха.

Приемные вентиляционные отверстия расположены таким образом, чтобы не было забора газа или смеси газа и воздуха в систему вентиляции.

Вентиляция действует всегда, когда по трубопроводу подается газообразное топливо.

Предусмотрено постоянно действующее устройство, определяющее утечки и прекращающее подачу газообразного топлива в машинное помещение в соответствии с требованиями 11.10.

Вытяжной вентилятор для такого канала установлен так, чтобы подача газообразного топлива в машинное помещение могла быть отключена, если требуемый поток воздуха не установлен или не поддерживается.

Электрическое оборудование, размещаемое внутри двойных труб или каналов, должно быть искробезопасного типа.

11.3 При появлении утечки газа подача газообразного топлива должна быть прекращена до тех пор, пока утечка не будет обнаружена и устранена. Соответствующие инструкции должны находиться на видном месте в машинном помещении.

11.4 Двойные трубопроводы или каналы с искусственной вытяжной вентиляцией, предназначенные для трубопроводов газообразного топлива, должны заканчиваться у вентиляционного раструба или шахты, указанных в 11.5.

11.5 Для районов расположения фланцев, клапанов и т.п., а также для трубопроводов подачи газа в местах размещения потребителей газа, должны быть предусмотрены вентиляционный раструб или шахта.

Если вентиляционный раструб или шахта не обслуживаются вытяжным вентилятором, как указано в 11.2.2, они должны быть оборудованы системой вытяжной вентиляции и непрерывно действующим газоанализатором для обнаружения утечки и прекращения подачи газообразного топлива в машинное помещение в соответствии с требованиям 11.10.

Вытяжной вентилятор должен быть установлен таким образом, чтобы подача газообразного топлива в машинное помещение могла быть отключена, если вытяжная вентиляция не обеспечивает требуемого потока воздуха.

Вентиляционный раструб или шахта должны быть установлены или смонтированы таким образом, чтобы вентилируемый поток воздуха мог проходить через установку, использующую газообразное топливо, и удаляться в верхней части вентиляционного раструба или шахты.

11.6 Каждая установка, использующая газообразное топливо, должна быть снабжена тремя автоматически действующими клапанами. Два из них должны быть установлены последовательно в трубопроводе газообразного топлива, идущего к установке, а третий — для отвода газа (вентиляции) из той части трубопровода газообразного топлива, которая расположена между двумя последовательно установленными клапанами в безопасное место на открытом воздухе. Перекрывающие клапаны должны быть оборудованы средствами для приведения их в рабочее состояние вручную.

Клапаны должны быть устроены таким образом, чтобы нарушение необходимой принудительной тяги, потеря пламени на форсунках котла, ненормальное давление в трубопроводах подачи газообразного топлива или выход из строя клапана управления с гидравлическим приводом привели к автоматическому закрытию двух последовательно установленных клапанов газообразного топлива и автоматическому открыванию вентиляционного клапана.

Один из двух запорных клапанов и вентиляционный клапан могут быть объединены в одной клапанной коробке, устроенной таким образом, чтобы при возникновении одного из указанных условий поток к установке, использующей газообразное топливо, был перекрыт, а вентиляция открыта.

11.7 Главный газовый клапан для газообразного топлива должен устанавливаться вне машинного помещения. Он должен автоматически закрываться при:

обнаружении утечки газового топлива;

нарушении условий, указанных в 11.2.1;

срабатывании датчика концентрации масляного тумана в картере двигателя или системы контроля подшипников двигателя.

Рекомендуется, чтобы главный газовый клапан автоматически закрывался при срабатывании газовых клапанов, указанных в 11.6.

11.8 Должна быть предусмотрена подача инертного газа и дегазация трубопровода той части системы газообразного топлива, которая расположена в машинном помещении.

11.9 Прием воздуха для системы вентиляции и его выпуск должны осуществляться в безопасном месте.

11.10 Системы обнаружения газа, указанные в 11.2 и 11.5, должны подавать сигнал при достижении 30 % нижнего предела воспламеняемости и прекращать подачу газообразного топлива в машинное помещение прежде, чем концентрация газа достигнет 60 % нижнего предела воспламеняемости.

11.11 Все элементы системы газообразного топлива должны иметь одобрение Регистра.

11.12 Трубопроводы подачи газа в машинных помещениях должны отвечать требованиям 13.12 части VIII «Системы и трубопроводы» Правил классификации и разд. 2 и 12 настоящей части в той мере, в какой они применимы. Трубопроводы должны иметь сварные соединения. Участки трубопроводов подачи газа, не заключенные в вентиляционные трубы или каналы согласно 11.2 и расположенные на открытой палубе вне грузового района, должны иметь стыковые соединения с полным проваром и подвергаться 100 % радиографическому контролю.

11.13 Если перевозимый газ используется в качестве топлива, на судне должна быть установка для приготовления газа и емкости для его хранения.

11.13.1 Все оборудование для приготовления газа (нагреватели, компрессоры, фильтры и т.п.) и емкости для его хранения должны размещаться в грузовой зоне. Если оборудование находится в закрытом помещении, должны выполняться требования 3.1 части V «Противопожарная защита», 8.1 настоящей части и разд. 6 части VIII «Контрольно-измерительные устройства и системы автоматизации».

11.13.2 Компрессоры должны останавливаться автоматически до срабатывания вакуумных предохранительных клапанов емкостей.

Должны быть предусмотрены устройства для дистанционной остановки компрессоров из легкодоступного места, а также из машинного отделения.

Компрессоры должны иметь устройство для автоматической остановки в случае срабатывания автоматических перекрывающих клапанов, указанных в 11.6 и 11.7. Эти клапаны должны иметь возможность их возврата в рабочее состояние вручную.

Компрессоры объемного типа должны быть оборудованы предохранительными клапанами, соединенными со стороной всасывания компрессора. Предохранительные клапаны должны иметь такую пропускную способность, чтобы при любых обстоятельствах рабочее давление не могло быть превышено более чем на 10 %.

11.13.3 Если греющая среда, используемая для испарения или подогрева газообразного топлива, возвращается за пределы грузовой зоны, следует предусмотреть дегазационную емкость, расположенную в грузовом районе, в который в начале должна поступать греющая среда. В дегазационной емкости должны быть предусмотрены средства для обнаружения газа и подачи соответствующего сигнала тревоги. Выходное вентиляционное отверстие емкости должно располагаться в безопасном месте и быть оборудовано пламепрерывателем.

11.14 Котлы, использующие груз в качестве топлива, должны соответствовать следующим требованиям.

11.14.1 Каждый котел должен иметь отдельную вытяжную шахту.

11.14.2 Топка котла должна иметь форму, предотвращающую возможность образования застойных зон, в которых может скапливаться газ.

11.14.3 Топочное устройство должно позволять сжигать нефтепродукты и метан как по отдельности, так и одновременно.

Переключение с газообразного топлива на жидкое не должно вызывать изменения режима работы котла.

Газотопочное устройство должно быть оборудовано запальной форсункой, работающей на жидком топливе.

Топочные устройства должны иметь блокировку и не отключаемую защиту, указанные в 5.3.2 — 5.3.4 части X «Котлы, теплообменные аппараты и сосуды под давлением» Правил классификации.

11.14.4 На каждой трубе подвода газообразного топлива к форсунке должен быть предусмотрен ручной перекрывающий клапан.

Должна быть предусмотрена продувка газовых трубопроводов, ведущих к форсункам, при помощи инертного газа или пара при неработающей форсунке.

11.14.5 Устройства регулирования, защиты, блокировки и сигнализации автоматических топочных устройств должны удовлетворять требованиям 4.3 части XV «Автоматизация» Правил классификации.

11.15 Особые требования к двигателям внутреннего сгорания, работающим на газообразном топливе.

Двухтопливными двигателями являются такие двигатели, которые используют газообразное топливо (с воспламенением жидким топливом) и жидкое топливо. Под жидким топливом понимаются как дистиллированные, так и тяжелые сорта топлива, включая мазут. Газовыми двигателями являются двигатели, использующие только газообразное топливо.

11.15.1 Устройство.

11.15.1.1 Если газ подается в виде смеси с воздухом через общий коллектор, то перед каждой из головок цилиндров должен быть установлен пламезадерживающий клапан.

11.15.1.2 Каждый двигатель должен иметь отдельный трубопровод газоотводной системы.

11.15.1.3 Форма трубопровода газоотводной системы должна препятствовать любому скоплению несгоревшего газообразного топлива.

11.15.1.4 Коллекторы впускных отверстий для воздуха, продуваемые камеры и картеры должны быть оборудованы соответствующими системами сброса давления, если двигатели не сконструированы для выдерживания наибольшего давления, возникающего вследствие воспламенения утечек газа. Выходные отверстия систем сброса давления должны быть выведены в безопасное место с тем, чтобы не причинить вреда персоналу.

11.15.1.5 Каждый двигатель должен быть оборудован системами газоотвода, независимыми от других двигателей, для картеров, поддонов и систем охлаждения.

11.15.2 Оборудование зажигания.

11.15.2.1 До подачи газообразного топлива должно быть проверено надлежащее функционирование системы впрыска жидкого топлива для каждого двигателя.

11.15.2.2 Для двигателей с искровым воспламенением в случае, если система мониторинга работы двигателя не обнаружила зажигания за характерный для двигателя период времени после открывания клапана подачи газообразного топлива, подача должна быть автоматически прервана, а действия по запуску двигателя прекращены. Необходимо убедиться в том, что любая смесь несгоревшего газа удалена из системы выпуска.

11.15.2.3 Для двухтопливных двигателей, оборудованных системой впрыска жидкого топлива для зажигания, должна быть предусмотрена система автоматического переключения с газа на жидкое топливо, обеспечивающая минимальное изменение мощности двигателя при переключении.

11.15.2.4 В случае неустойчивой работы двигателей, оборудованных, как указано в 11.15.2.3, при сжигании газообразного топлива, двигатель должен автоматически переключиться на режим работы на жидком топливе.

11.15.3 Безопасность.

11.15.3.1 В процессе остановки двигателя подача газообразного топлива должна быть автоматически прекращена до прекращения работы источника зажигания.

11.15.3.2 Должны быть предусмотрены средства для того, чтобы до начала процесса зажигания в системе выхлопных газов было обеспечено отсутствие несгоревшего газообразного топлива.

11.17.3.3 Газоотводы из картеров, поддонов, продуваемых камер и систем охлаждения должны быть оборудованы средствами обнаружения газа (см. разд. 6 части VIII «Контрольно-измерительные устройства»).

11.17.3.4 Конструкцией двигателя должна быть предусмотрена возможность непрерывного слежения за возможными источниками воспламенения внутри картера. Приборы, установленные внутри картера, должны отвечать требованиям разд. 2 части VII «Электрическое оборудование».

11.17.3.5 Должно быть предусмотрено средство слежения и обнаружения неполного сгорания или пропуска зажигания, результатом которых может стать попадание несгоревшего газообразного топ-лива в выпускную систему в ходе эксплуатации. В случае обнаружения этого подача газообразного топлива должна быть прекращена. Приборы, устанавливаемые в системе выпуска, должны отвечать требованиям разд. 2 части VII «Электрическое оборудование».

12 ИСПЫТАНИЯ

12.1 Испытания компонентов трубопроводов и насосов до установки на судне.

12.1.1 Клапаны.

12.1.1.1 Испытания клапанов систем трубопроводов должны отвечать требованиям 21.1 части VIII «Системы и трубопроводы» Правил классификации. Кроме того, для арматуры клапанов грузовой системы и трубопроводов, содержащих при эксплуатации груз или пары груза, должны быть проведены типовые и приемочные испытания, как это указано в 12.1.1.1.1 и 12.1.1.1.2.

12.1.1.1.1 Типовые испытания компонентов трубопроводов.

12.1.1.1.1.1 Каждый тип клапана, предназначенный для использования при рабочей температуре ниже –55°С, должен быть одобренного типа и пройти процедуру типовых испытаний. Типовые испытания для всех клапанов должны проводиться в присутствии инспектора Регистра и должны включать проверку работы при температуре не менее минимальной расчетной температуры и давлении не ниже, чем максимальное расчетное давление. Пропускная способность предохранительных клапанов, подпадающих под действие 3.16, должна быть сертифицирована Администрацией или Регистром, действующим от ее имени. Для других типов клапанов, производитель должен сертифицировать гидравлические характеристики клапанов на основании испытаний, проведенных в соответствии с признанными стандартами. Типовые испытания должны включать гидравлическое испытание корпуса клапана давлением, равным 1,5 расчетного давления, а также криогенные испытания, включающее функциональную проверку работы или проверку давления срабатывания предохранительных клапанов. Дополнительно для всех клапанов, кроме предохранительных, должна быть проверена герметичность при давлении, равном 1,1 расчетного давления.

При типовых испытаниях:

.1 каждый из типоразмеров клапанов должен быть подвергнут испытаниям на герметичность при разнонаправленном потоке и разных температурах во всем диапазоне значений рабочего давления, изменяющегося через интервалы, вплоть до номинального расчетного давления клапана. В ходе испытаний должно проверяться удовлетворительное функционирование клапана;

.2 расход или производительность должны быть сертифицированы в соответствии с признанным стандартом для каждого из типоразмеров клапанов;

.3 подверженные действию давления компоненты должны быть испытаны давлением, составляющим по меньшей мере 1,5 расчетного; и

.4 для клапанов аварийного отключения системы ESD, изготовленных из материалов с температурой плавления ниже 925 °С, типовые испытания должны включать испытание на огнестойкость. К клапанам ESD с деталями из материалов с температурой плавления ниже 925 °С не относятся клапаны, в которых такие материалы используются только в компонентах, поломка которых не может привести к нарушению герметичности корпуса клапана или плотности его запирания, например, резиновое покрытие рукояток.

Проведение типовых испытаний для клапанов, предназначенных для работ при температуре выше −55 °С, не требуется.

12.1.1.1.2 Приемочные испытания.

12.1.1.1.2.1 Все клапаны должны быть испытаны в присутствии инспектора Регистра на стенде изготовителя. Обязательное присутствие инспектора для изолирующих манометровых клапанов номинальным диаметром не более 25 мм не требуется. Испытания должны включать гидравлическое испытание корпуса клапана давлением, равным 1,5 расчетного давления для всех клапанов, проверку на плотность седла и штока клапана давлением, равным 1,1 расчетного давления для всех клапанов (кроме предохранительных), а также криогенные испытания, включающие функциональную проверку и проверку плотности не менее 10 % клапанов (кроме предохранительных) каждого типоразмера, если они предназначены для работы при температуре ниже −55 °С. Давление открытия каждого предохранительного клапана должно быть проверено при температуре $+25 \pm 10$ °С.

Как альтернатива, если того требуют соответствующие изготовители, освидетельствование клапанов может быть выполнено при условии, что:

.1 клапаны одобрены в соответствии с требованиями 12.1.1.1.1 для клапанов, предназначенных для работы при температуре ниже −55 °С;

.2 на предприятии действует признанная система качества, сертифицированная Регистром и подлежащая периодическим проверкам;

.3 программа управления качеством предприятия содержит требования о проведении гидравлических испытаний корпуса каждого клапана давлением, равным 1,5 расчетного давления и проверки на плотность седел и штоков клапанов (кроме предохранительных) давлением, равным 1,1 расчетного давления при рабочей температуре. Давление открытия каждого предохранительного клапана должно быть проверено при температуре $+25 \pm 10$ °С. Сведения об испытаниях должны храниться изготовителем;

.4 криогенные испытания клапанов (кроме предохранительных), предназначенных для работы при температуре ниже −55 °С, включающие функциональную проверку и проверку плотности не менее 10 % клапанов каждого типоразмера, выполнены в присутствии инспектора Регистра.

12.1.2 Сильфонные компенсаторы.

12.1.2.1 Сильфоны каждого типа, используемые в грузовом трубопроводе, расположенном вне грузовой емкости и, если требуется, внутри них, должны быть подвергнуты следующим типовым испытаниям:

.1 элемент сильфона, не подвергнутый предварительному сжатию, должен быть испытан давлением, превышающим расчетное не менее чем в 5 раз, в течение не менее 5 мин, без появления разрыва;

.2 типовое расширительное соединение со всей арматурой (фланцы, связи, шарниры) должно быть испытано давлением, в 2 раза превышающим расчетное, при крайних положениях смещения, которые рекомендованы изготовителем и при которых не возникает остаточных деформаций.

В зависимости от применяемых материалов Регистр может потребовать проведения испытаний при минимальной расчетной температуре;

.3 циклические испытания для учета термических смещений должны проводиться на полностью собранном соединении, которое должно успешно выдержать по крайней мере столько циклов в условиях давления, температуры, осевого смещения, вращательного и поперечного смещений, сколько их может возникнуть в процессе эксплуатации.

Испытания при комнатной температуре допускаются и в тех случаях, если они будут проведены в том же объеме, что и испытания при рабочей температуре;

.4 циклические испытания на усталость (от деформации судна) должны проводиться на полностью собранном соединении без внутреннего давления посредством смещения сильфонов, соответствующего длине компенсации трубы, по крайней мере для 2000000 циклов при частоте не более 5 циклов в секунду. Такие испытания требуются только в тех случаях, когда расположение трубопровода позволяет практически определить нагрузки от деформации судна.

12.1.3 Предохранительные клапаны.

12.1.3.1 Предохранительные клапаны грузовых емкостей, предусмотренные согласно 3.3.2, должны быть испытаны для подтверждения пропускной способности, требуемой в 3.6. Кроме того, каждый клапан должен быть испытан с целью проверки его открывания при установочном давлении и минимальной рабочей температуре:

$\pm$10 % для давления 0 — 0,15 МПа (0 — 1,5 кгс/см^2);

$\pm$6 % для давления 0,15 — 0,3 МПа (1,5 — 3,0 кгс/см^2);

$\pm$3 % для давления 0,3 МПа (3 кгс/см^2) и выше.

Предохранительные клапаны должны быть проверены и опломбированы инспектором Регистра. Соответствующая запись об этом делается в акте, выдаваемом на судно. В акте указывается также максимально допустимое установочное давление предохранительных клапанов.

12.1.4 Грузовые насосы.

12.1.4.1 Типовые испытания.

12.1.4.1.1 Насосы каждого типоразмера должны быть одобренного типа и пройти процедуру типовых испытаний в присутствии инспектора Регистра. Вместо типовых испытаний может быть рассмотрен представленный производителем положительный опыт эксплуатации существующей конструкции насоса, одобренной Регистром. Типовые испытания должны включать гидравлическое испытание корпуса насоса давлением, равным 1,5 расчетного давления и проверку подачи. Для погружных насосов с приводом от погружного электродвигателя проверка подачи должна быть выполнена с проектной средой или со средой с температурой ниже минимальной рабочей температуры. Для погружных насосов с приводом от двигателя, расположенного на палубе, через проходящий сквозь палубу вал проверка подачи может быть выполнена водой. Дополнительно, для насосов должен быть проведен тест на вращение, при котором необходимо продемонстрировать удовлетворительную работу зазоров в подшипниках, износ колец и уплотнительных устройств при минимальной рабочей температуре. Для выполнения теста на вращение не требуется полной длины вала, но она должна быть достаточной и включать, по меньшей мере, один подшипник и уплотнительное устройство. После завершения испытаний насос должен быть освидетельствован в разобранном виде.

12.1.4.2 Приемочные испытания.

12.1.4.2.1 Все насосы должны быть испытаны в присутствии инспектора Регистра на стенде изготовителя. Испытания должны включать гидравлическое испытание корпуса насоса давлением, равным 1,5 расчетного давления и проверку подачи. Для погружных насосов с приводом от погружного электродвигателя проверка подачи должна быть выполнена с проектной средой или со средой с температурой ниже минимальной рабочей температуры. Для погружных насосов с приводом от двигателя, расположенного на палубе, через проходящий сквозь палубу вал проверка подачи может быть выполнена водой.

Как альтернатива, если того требуют соответствующие изготовители, освидетельствование насосов может быть выполнено при условии, что:

.1 насосы одобрены в соответствии с 12.1.4.1;

.2 на предприятии действует признанная система качества, сертифицированная Регистром и подлежащая периодическим проверкам;

.3 программа управления качеством предприятия содержит требования о проведении гидравлических испытаний корпуса каждого насоса давлением, равным 1,5 расчетного давления и проверку производительности. Сведения об испытаниях должны храниться изготовителем.

12.2 Испытания грузовых систем и трубопроводов на борту.

12.2.1 После изготовления все грузовые и технологические трубопроводы должны быть подвергнуты гидравлическим испытаниям давлением не менее 1,5 расчетного давления. Однако если системы трубопроводов или их части полностью изготовлены и оснащены всей арматурой, гидравлические испытания могут быть проведены до установки на судне. При этом сварные соединения, выполненные на борту судна, испытываются гидравлическим давлением не менее 1,5 расчетного давления. Если вода не может применяться и перед передачей системы в эксплуатацию

трубопроводы не могут быть просушены, альтернативные жидкости или средства для испытаний должны быть представлены Регистру для одобрения. После сборки на судне каждая система грузовых и технологических трубопроводов должна быть испытана на герметичность давлением, величина которого назначается в зависимости от способа испытания и испытательной среды (воздух, галоген, инертный газ и т.д.).

12.2.2 Все системы трубопроводов, включая клапаны, арматуру и оборудование для операций с грузом и парами груза, должны быть подвергнуты испытаниям в рабочих условиях при нормальных эксплуатационных условиях не позднее, чем во время первой погрузки (см. 8.7 части III «Дополнительные освидетельствования судов в зависимости от их назначения и материала корпуса» Правил классификационных освидетельствований судов в эксплуатации).

12.2.3 Трубопроводы, в которых при эксплуатации не содержится жидкий груз или его пары, должны быть подвергнуты испытаниям, указанным в 21.2 части VIII «Системы и трубопроводы» Правил классификации.

ЧАСТЬ VII. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Область распространения.

1.1.1 Требования настоящей части распространяются на электрические установки и отдельные виды электрического оборудования судов, предназначенных для перевозки наливом сжиженных газов и других веществ, указанных в 1.1 части I «Классификация» Правил LG, и дополняют требования части XI «Электрическое оборудование» Правил классификации.

1.1.2 Дополнительно к перечисленному в 1.3.2 части XI «Электрическое оборудование» Правил классификации освидетельствованию на судне подлежит электрическое оборудование:

.1 грузосодержащей системы;

.2 установок повторного сжижения газов;

.3 системы инертных газов;

.4 системы регулирования давления и температуры груза;

.5 приводов и систем управления охлаждением сжиженных газов;

.6 грузовых насосов и компрессоров;

.7 систем вентиляции взрывоопасных помещений и воздушных шлюзов;

.8 систем измерения, сигнализации и индикации:

.8.1 уровня груза в грузовых емкостях;

.8.2 температуры в грузовых трубопроводах;

.8.3 давления в грузовых емкостях и трубопроводах;

.8.4 давления в системах вентиляции, обеспечивающих избыточное давление в воздушных шлюзах, помещениях, оболочках взрывозащищенного электрооборудования;

.8.5 концентрации паров груза (газа) в контролируемых помещениях и пространствах;

.8.6 утечки груза;

.8.7 наличия воды в межбарьерных пространствах;

.8.8 взрывоопасной концентрации и опасного уровня токсичности газов;

.9 систем автоматического и дистанционного отключения приводов;

.10 систем дистанционного управления клапанами устройств обогрева корпусных конструкций.

1.1.3 В дополнение к 1.3.3 части XI «Электрическое оборудование» Правил классификации освидетельствованию при изготовлении подлежит электрическое оборудование газовозов LG, указанное в 1.1.2 настоящей части.

1.2 Определения и пояснения.

1.2.1 Требования 19.2.3 части XI «Электрическое оборудование» Правил классификации распространяются на взрывоопасные пространства, указанные в 1.2 части I «Классификация» Правил LG.

1.2.2 Пространства, в которых находятся устройства обнаружения газа, и пространства для утилизации испаряющегося газа, используемого в качестве топлива, соответствующего требованиям разд. 11 части VI «Системы и трубопроводы», не рассматриваются как взрывоопасные пространства.

2 ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА

2.1 Общие положения.

2.1.1 Электрические установки должны быть такими, чтобы свести к минимуму риск воспламенения и взрыва легковоспламеняющегося груза.

2.1.2 Электрическое оборудование или кабели не должны устанавливаться в газоопасных пространствах или зонах, кроме оборудования, необходимого для работы в этих зонах, при условии выполнения требований, изложенных в настоящей части.

2.1.3 Электрическое оборудование, устанавливаемое в газоопасных пространствах или зонах, должно удовлетворять требованиям Правил LG и стандарта МЭК 60092-502 «Электрические установки на судах — Танкеры — Специальные свойства», быть одобренным Регистром и допущенным (т. е. иметь свидетельства) для работы во взрывоопасной атмосфере соответствующей компетентной организацией.

2.1.4 Системы получения и распределения электроэнергии и связанные с ними системы управления должны иметь такую конструкцию, чтобы единичный отказ не приводил к потере способности поддерживать давление в грузовых танках, как это требуется в части VI «Системы и трубопроводы», и температуру конструкций корпуса, как это требуется в части IV «Хранение груза», в допустимых для нормальной эксплуатации пределах. Проектант должен разработать и представить на согласование «Анализ последствий отказов» (в соответствии со стандартом МЭК 60812).

2.2 Электрическое оборудование во взрывоопасных пространствах и зонах.

Для правильного выбора электрического оборудования и приборов взрывоопасные помещения и пространства должны быть разделены на зоны, как это указано в 19.2.3 части XI «Электрическое оборудование» Правил классификации.

2.2.1 Во взрывоопасных пространствах и зонах допускается устанавливать электрическое оборудование только взрывозащищенного исполнения, имеющее свидетельства (сертификаты) компетентной организации о соответствующем виде взрывозащиты, как указано далее. Автоматическое отключение электрического оборудования при обнаружении воспламеняющегося газа, в качестве эквивалентной замены использованию оборудования не удовлетворяющего указанным требованиям, не допускается

2.2.1.1 Взрывоопасные пространства и зоны «0».

2.2.1.1.1 Во всех взрывоопасных пространствах и зонах «0» (постоянное присутствие взрывоопасной газовоздушной смеси) допускается устанавливать только искробезопасное электрическое оборудование и кабели, относящиеся к этому оборудованию.

2.2.2 Грузосодержащие системы.

2.2.2.1 В грузосодержащих системах допускается устанавливать погружные грузовые насосы и их кабели питания. Должны быть предусмотрены устройства защиты, автоматически отключающие электродвигатели при снижении уровня жидкого газа ниже допустимого. Эти защитные устройства могут быть выполнены с использованием чувствительных элементов, реагирующих:

на снижение давления при разгрузке насоса;

на снижение тока нагрузки электродвигателя;

на достижение опасного низкого уровня сжиженного газа.

При срабатывании защиты должен быть предусмотрен сигнал АПС в помещении поста управления грузовыми операциями (ПУГО). Электродвигатели погружных грузовых насосов должны иметь устройства электрического отсоединения от их систем питания (включая фидеры питания), эти устройства должны заблаговременно приводиться в действие на период работы газоотводной системы.

2.2.3 Грузовые и некоторые иные пространства.

2.2.3.1 В грузовых пространствах (емкостях), где груз содержится в грузосодержащих системах, требующих вторичный барьер, допускается прокладывать кабели питания электродвигателей погружных грузовых насосов.

2.2.3.2 В грузовых пространствах (емкостях), где груз содержится в грузовых системах, не требующих вторичного барьера, и в пространствах, отделенных от грузосодержащих пространств одной газонепроницаемой переборкой, допускается устанавливать следующее электрическое оборудование:

транзитные кабели;

осветительную арматуру взрывозащищенного исполнения: с оболочкой под избыточным давлением (*Exp*) или взрывонепроницаемой оболочкой (*Exd*). Система освещения должна соответствовать требованиям разд. 9;

электрические датчики измерения уровня, приборы лага, эхолота, а также аноды (электроды) системы катодной защиты с наложенным током. Эти приборы и устройства должны иметь газонепроницаемые оболочки.

В пространствах, отделенных газонепроницаемыми переборками от грузовых, указанных в настоящем пункте, допускается устанавливать:

электродвигатели взрывозащищенного исполнения для дистанционного управления клапанами грузовой или балластной системы;

звуковые приборы взрывозащищенного исполнения системы авральной сигнализации.

2.2.4 Помещения грузовых насосов и грузовых компрессоров.

2.2.4.1 Осветительные приборы (светильники) системы освещения должны быть взрывозащищенного исполнения: с оболочкой под избыточным давлением (*Exp*) или с взрывонепроницаемой оболочкой (*Exd*). Система освещения должна получать питание, как минимум, от двух фидеров. Все выключатели и защитные устройства должны размыкать все полюса или фазы, и должны быть расположены в газобезопасных пространствах.

2.2.4.2 Электродвигатели грузовых насосов или грузовых компрессоров должны быть отделены от помещений насосов (компрессоров) газонепроницаемой переборкой или палубой.

Для центровки валов электродвигателей и приводных механизмов должны применяться гибкие муфты, или другие равноценные устройства, и, дополнительно, соответствующие сальники для прохождения валов через газонепроницаемые переборки или палубы. Эти электродвигатели и соответствующее оборудование (пускатели и т. п.) должны размещаться в газобезопасных пространствах.

2.2.4.3 Если имеются такие эксплуатационные или структурные требования, которые делают невозможным реализацию метода, указанного в 2.2.4.2, то для привода должны применяться электродвигатели взрывозащищенного исполнения: с повышенной надежностью против взрыва (*Exe*), с взрывонепроницаемой оболочкой (*Exd*), с оболочкой под избыточным давлением (*Exp*).

2.2.4.4 Звуковые приборы авральной сигнализации должны быть взрывозащищенного исполнения с взрывонепроницаемой оболочкой (*Exd*).

2.2.5 Зоны на открытой палубе, не грузовые пространства.

2.2.5.1 В зонах на открытых палубах, или не закрытых пространствах на открытой палубе на расстоянии до 3 м от любого открытия грузовой емкости, газовыпускных устройств, фланцевых соединений грузовых труб, клапанов грузовой системы или входов и вентиляционных открытий отделений грузовых насосов и грузовых компрессоров, в зонах на открытой палубе над грузовой зоной и на 3 м вперед и назад от грузовой зоны на открытой палубе и вверх на высоту 2,4 м выше палубы, в зонах на расстоянии 2,4 м от внешней поверхности грузосодержащей системы, где такая поверхность открыта воздействию погодных условий, допускается:

.1 установка оборудования взрывозащищенного исполнения;

.2 транзитная прокладка кабелей.

2.2.5.2 В закрытых или полузакрытых пространствах, в которых размещены трубопроводы, содержащие груз, и в помещениях для грузовых шлангов допускается:

.1 установка осветительной арматуры с оболочкой под избыточным давлением или с взрывонепроницаемой оболочкой.

Система освещения должна быть разделена и получать питание, как минимум, от двух фидеров. Все выключатели и защитные устройства должны отключать все полюса или фазы и размещаться в газобезопасных пространствах, как указано в разд. 9;

.2 транзитная прокладка кабелей.

2.2.5.3 В закрытых или полузакрытых пространствах, имеющих непосредственные открытия в любое газоопасное пространство или зону, допускается устанавливать электрическое оборудование, соответствующее требованиям, предъявляемым к установкам, размещаемым в этих газоопасных пространствах или зонах.

2.2.5.4 Электрическое оборудование, размещаемое в помещениях, защищенных посредством воздушных шлюзов, должно быть взрывозащищенного исполнения, если оно не оборудовано устройствами автоматического отключения при потере избыточного давления воздуха в помещении.

2.2.5.5 Классификация и размеры опасных зон судов с установкой регазификации должны определяться в соответствии со стандартом МЭК 60092-502. Однако в любом случае они не должны быть меньше указанных в 2.2.5.1.

3 ЗАЗЕМЛЕНИЕ

3.1 Металлические средства защиты от механических повреждений кабелей, проложенных по верхней палубе и проходящих через взрывоопасные пространства, должны быть заземлены по крайней мере на обоих концах каждого средства защиты (кожуха, стальной трубы, броневой или панцирной оплетки).

3.2 Металлические грузовые емкости и трубопроводы, отделенные от конструкций корпуса тепловой изоляцией, а также соединения трубопроводов и шлангов, имеющие прокладки, должны быть заземлены.

4 ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

4.1 Генераторы с приводными двигателями, использующими груз в качестве топлива, не рассматриваются как основные источники электрической энергии.

5 ПИТАНИЕ ОТВЕТСТВЕННЫХ УСТРОЙСТВ

5.1 От шин главного распределительного щита должны получать питание следующие потребители:

.1 щиты грузовых насосов;

.2 щит компрессорных установок повторного сжижения газа;

.3 щит установки инертного газа;

.4 щит сигнализации о наличии паров груза в помещениях;

.5 щит сигнализации и управления системами, связанными с хранением и перекачкой груза;

.6 щит вентиляторов, создающих избыточное давление в воздушных шлюзах в взрывозащищенном электрическом оборудовании;

.7 щиты бустерных насосов и газовоздуходувок.

5.2 Питание потребителей, указанных в 5.1.4 и 5.1.5, допускается осуществлять от объединенных пультов управления грузосодержащей системой. Питание этих потребителей рекомендуется осуществлять через АРЩ.

5.3 Питание электрических (электронных) систем автоматизации должно отвечать требованиям части XV «Автоматизация» Правил классификации, за исключением питания устройств автоматизации пуска аварийного дизель-генератора, которое должно отвечать требованиям 4.4.2 части XI «Электрическое оборудование» Правил классификации.

6 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ОТ АВАРИЙНЫХ ИСТОЧНИКОВ

6.1 От шин аварийного распределительного щита должны получать питание по отдельным фидерам следующие потребители:

.1 щит сигнализации о наличии паров груза в помещениях;

.2 щит вентиляторов, создающих избыточное давление в воздушных шлюзах и взрывозащищенном электрическом оборудовании;

.3 щит сигнализации положения дверей воздушных шлюзов;

.4 все необходимые компоненты по крайней мере одной системы для обогрева конструкций корпуса (см. 19.2.6.2 части IV «Хранение груза»);

.5 электрические подогреватели системы обогрева конструкций корпуса, если наличие таковых требуется 19.2.6.3 части IV «Хранение груза».

7 РАЗМЕЩЕНИЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

7.1 Размещение распределительных устройств в помещениях воздушных шлюзов не допускается.

8 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРИВОДЫ СУДОВЫХ МЕХАНИЗМОВ И УСТРОЙСТВ

8.1 Общие требования.

8.1.1 Электрические двигатели не взрывозащищенного исполнения, установленные в помещениях, доступ в которые осуществляется через воздушные шлюзы, должны иметь устройства, автоматически отключающие питание при потере избыточного давления в воздушном шлюзе и предотвращающие их включение до момента восстановления давления до прежнего установленного значения.

8.2 Электрические приводы насосов.

8.2.1 Электрические приводы грузовых насосов, бустерных насосов и компрессоров должны иметь устройства автоматического отключения при закрытии быстрозапорных клапанов на трубопроводах.

8.2.2 Электрические приводы погружных грузовых насосов должны иметь устройства автоматического отключения по пониженному уровню жидкости в грузовой емкости, как указано в 2.2.2.

8.2.3 Электрические двигатели грузовых насосов, бустерных насосов, газовоздуходувок и компрессоров установок повторного сжижения газов должны размещаться в помещениях, отделенных от соответствующих взрывоопасных помещений газонепроницаемой переборкой, и должны быть связаны со своими механизмами посредством эластичных муфт. В местах прохода валопроводов приводов должны быть предусмотрены газонепроницаемые сальники.

8.3 Электрические приводы вентиляторов.

8.3.1 Электрические приводы вентиляторов, обеспечивающих избыточное давление в воздушных шлюзах, помещениях, защищаемых воздушными шлюзами, и корпусах электрического оборудования взрывозащищенного исполнения, не должны использоваться для иных целей.

8.3.2 Электрические двигатели вентиляторов не должны располагаться в вентиляционных каналах вытяжной и нагнетательной вентиляции взрывоопасных помещений.

8.3.3 Возможность открытия дверей и включение электрического оборудования, установленного в этих помещениях, должны быть сблокированы с приводом вентиляторов таким образом, чтобы вход в помещения и включение электрического оборудования были возможны только после пуска вентиляторов и работы их в течение времени, необходимого для 3 — 4 обменов воздуха в этом помещении.

9 ОСВЕЩЕНИЕ

9.1 Сеть освещения взрывоопасных помещений и пространств должна быть разделена по крайней мере на две цепи и получать питание от разных распределительных щитов.

9.2 Выключатели и защитные устройства сети освещения взрывоопасных помещений и пространств должны устанавливаться вне взрывоопасных помещений и пространств и отключать все фазы.

9.3 Осветительная арматура взрывоопасных помещений и пространств должна быть взрывозащищенного исполнения: с оболочкой под избыточным давлением (*Exp*) или с взрывонепроницаемой оболочкой (*Exd*).

10 СИСТЕМА АВАРИЙНО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ (АПС)

10.1 Должна быть предусмотрена стационарная система АПС обнаружения паров груза в помещениях и пространствах, указанных в 6.3 части VIII «Контрольно-измерительные устройства и системы автоматизации».

10.2 Световой и звуковой сигналы о появлении опасной концентрации паров груза должны подаваться в места (помещения) отбора проб газа, на ходовой мостик и на пост управления грузовыми операциями (ПУГО).

В местах несения постоянной вахты должны подаваться обобщенные сигналы АПС о наличии концентрации газов выше установленных пределов.

10.3 В системе сигнализации должны быть предусмотрены два независимых источника питания. Основным источником должна быть судовая сеть, резервным — аккумуляторная батарея.

10.4 Если система сигнализации получает питание от судовой сети через щит аварийного генератора, емкость батареи должна быть достаточной для непрерывного питания этой системы в течение не менее 30 мин. Во всех остальных случаях, это время должно быть не менее указанного в 9.3.1 части XI «Электрическое оборудование» Правил классификации.

10.5 Сигнализация об автоматическом отключении погружных грузовых насосов, закрытии быстрозапорных клапанов грузовых трубопроводов, наличии воды в межбарьерных пространствах, наличии утечки груза в конденсате подогревателей груза и работе установки инертного газа должна быть установлена в посту управления грузовыми операциями.

Сигнал о наличии воды в межбарьерных пространствах должен дублироваться в рулевой рубке.

10.6 При использовании груза в качестве топлива сигнализация о падении давления в топливном трубопроводе или о прекращении подачи газового топлива к механизмам машинного отделения должна быть установлена в ЦПУ.

10.7 В ЦПУ и в местах несения постоянной вахты должна быть установлена сигнализация об исчезновении избыточного давления в воздушных шлюзах и электрическом оборудовании взрывозащищенного исполнения с оболочкой под избыточным давлением (*Exp*).

11 КОНСТРУКЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

11.1 Части электрического оборудования и кабели, находящиеся в постоянном контакте со сжиженными газами или их парами либо вступающие с ними в кратковременный контакт, должны изготавливаться из материалов, стойких к их химическому воздействию.

11.2 Кабели, предназначенные для прокладки во взрывоопасных помещениях и пространствах, должны выдерживать без повреждений температуры, длительно существующие в указанных помещениях, а также относительные удлинения, равные 1/700 длины металлических конструкций, по которым они проложены.

ЧАСТЬ VIII. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Каждая грузовая емкость должна быть оборудована приборами для указания уровня, давления и температуры груза.

В системах трубопроводов для жидкого груза и паров, в установках для охлаждения груза и в системе инертного газа должны быть установлены приборы для измерения давления и температуры в соответствии с требованиями настоящей части.

1.2 Если требуется вторичный барьер, должны устанавливаться стационарные контрольно-измерительные приборы для обнаружения протечек груза при нарушении непроницаемости первичного барьера или контакта жидкого груза со вторичным барьером. В качестве таких приборов могут применяться газоанализаторы, указанные в разд. 6.

Не требуется, чтобы контрольно-измерительные приборы указывали места протечек жидкого груза через первичный барьер или его контакта со вторичным барьером.

1.3 Если погрузка или разгрузка судна производится с помощью дистанционно управляемых клапанов и насосов, все управляющие устройства и указатели, связанные с грузовой емкостью, должны быть сосредоточены в одном посту управления.

1.4 Контрольно-измерительные приборы должны быть испытаны в рабочих условиях, и подвергаться калибровке через регулярные промежутки времени. Процедура испытаний и интервалы между калибровками должны быть одобрены Регистром.

2 УКАЗАТЕЛИ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ В ГРУЗОВЫХ ЕМКОСТЯХ

2.1 Каждая грузовая емкость должна быть оборудована одним или несколькими устройствами измерения уровня жидкости, размещенными таким образом, чтобы в любое время обеспечивать возможность считывания уровня при эксплуатации емкости. Устройства должны быть сконструированы для работы во всем диапазоне расчетных значений давления грузовой емкости и при температурах, входящих в диапазон эксплуатационных температур.

Если в грузовой емкости предусмотрено только одно устройство измерения уровня жидкости, то оно должно быть устроено так, чтобы для его технического обслуживания не требовалось опорожнения или дегазации емкости. Для оценки допустимости установки в грузовой емкости только одного указателя уровня термин «техническое обслуживание» означает, что любые части указателя уровня, кроме пассивных, могут быть отремонтированы во время эксплуатации грузовой емкости. При этом принимается, что пассивные части — это те части, которые считаются безотказными при нормальных условиях эксплуатации.

2.2 Указатели уровня жидкости в грузовой емкости при условии соблюдения специальных требований для конкретных грузов, указанных в графе 8 таблицы технических требований (см. приложение 1), могут быть следующих типов:

.1 устройства косвенного замера, которые определяют количество груза посредством взвешивания или с помощью расходомеров, установленных на трубопроводах;

.2 устройства закрытого типа, которые не устанавливаются внутри грузовой емкости, например, устройства, использующие радиоактивные изотопы, или ультразвуковые устройства;

.3 устройства закрытого типа, которые устанавливаются внутри грузовой емкости, например, пневматические устройства, устройства с поплавковыми, электронными и магнитным датчиками, составляют часть закрытой системы и не допускают утечки груза.

Если измерительное устройство закрытого типа не установлено непосредственно на грузовой емкости, оно должно быть снабжено запорным клапаном, расположенным как можно ближе к грузовой емкости;

.4 устройства полузакрытого типа, которые устанавливаются внутри грузовой емкости и которые при использовании допускают утечку в атмосферу небольшого количества паров груза или жидкости. В неработающем состоянии эти устройства должны быть полностью закрыты. Конструкция и установка таких устройств должны исключать опасную утечку груза при их открытии. Площадь открываемых при замерах отверстий не должна превышать 7 мм^2.

2.3 В качестве дополнительных средств измерения в грузовых емкостях, рассчитанных на давление паров не выше 70 кПа, Регистр может допустить смотровые стекла с внутренней шкалой и соответствующей защитной крышкой, расположенные выше уровня жидкости.

2.4 Применение цилиндрических стекол в качестве указателей уровня жидкости не допускается.

Для палубных емкостей Регистр может допустить применение мерных стекол плоского типа, аналогичных устанавливаемым на котлах с высоким давлением, и снабженных перепускными клапанами.

3 СИГНАЛИЗАЦИЯ ОБ УРОВНЕ ЖИДКОСТИ

3.1 Каждая грузовая емкость, за исключением случаев, указанных в 3.2, должна быть оборудована устройствами, подающими световой и звуковой сигнал по верхнему предельному уровню жидкости в ПУГО и рулевую рубку, работающими независимо от других указателей уровня жидкости. При получении такого сигнала оператор, отвечающий за проведение погрузки на судне, должен информировать персонал берегового терминала о прекращении погрузки.

Кроме того, должно быть предусмотрено устройство, работающее независимо от сигнали-зации о превышении предельного уровня жидкости и обеспечивающее автоматическое отключение судовых насосов и/или закрытие аварийного клапана, чтобы избежать избыточного давления жидкости в грузовой магистрали и предотвратить полное заполнение грузовой емкости жидкостью. Аварийный клапан должен соответствовать требованиям 3.2 части VI «Системы и трубопроводы». Информация о наличии такого устройства должна быть передана Администрации берегового терминала до начала погрузки.

3.2 Кроме случаев, указанных в части X «Специальные требования», сигнализация о превышении верхнего предельного уровня жидкости и автоматическое отключение при заполнении грузовой емкости не требуются, если грузовая емкость:

является сосудом под давлением объемом не более 200 м^3; или

выдерживает максимально возможное давление во время операции погрузки, причем это давление будет ниже давления начала открытия предохранительного клапана грузовой емкости.

4 ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ

4.1 На каждой грузовой емкости в паровом пространстве должен быть установлен датчик давления, имеющий указатель в посту управления грузовыми операциями. Кроме того, на мостике должна быть предусмотрена сигнализация по максимальному давлению и, при наличии защиты от вакуума, сигнализация по минимальному давлению. На приборах должны быть отмечены максимальное и минимальное допустимые давления.

4.2 На каждом нагнетательном трубопроводе грузового насоса и на каждом грузовом коллекторе для жидкости и паров должен быть установлен манометр.

4.3 На коллекторах должны быть предусмотрены манометры с местным отсчетом для указания давления между запорными клапанами и местами подключения шлангов, идущих с берега.

4.4 Трюмные помещения и межбарьерные пространства, не имеющие открытого выхода в атмосферу, должны быть снабжены манометрами.

4.5 Трубы продувания манометров должны отводиться в безопасное место.

5 УКАЗАТЕЛИ ТЕМПЕРАТУРЫ

5.1 Каждая грузовая емкость должна быть снабжена не менее чем двумя устройствами для указания температуры груза, одно из которых должно быть расположено у дна грузовой емкости, а другое — вблизи верхней части грузовой емкости ниже максимально допустимого уровня жидкости.

На устройствах для указания температуры должна быть отмечена минимальная температура, при которой допускается эксплуатация грузовой емкости.

5.2 Если груз перевозится в грузовых емкостях со вторичным барьером при температуре ниже −55 °С, устройства для указания температуры должны быть расположены внутри изоляции или внутри конструкции корпуса, примыкающей к грузовым емкостям.

Устройства должны давать показания через регулярные промежутки времени и при необходимости подавать звуковой сигнал, если температура конструкций приближается к минимальной, на которую рассчитана сталь корпуса.

5.3 Если груз перевозится при температуре ниже −55 °С, на стенках грузовой емкости, если это необходимо исходя из конструкции грузовой емкости, должны быть установлены устройства для указания температуры, удовлетворяющие следующим условиям:

.1 количество устройств должно быть достаточным для установления того, что не происходит нежелательный перепад температур;

.2 кроме устройств, указанных выше, на каждой грузовой емкости должны быть установлены устройства, позволяющие контролировать начальный процесс охлаждения. Эти устройства могут быть временными или постоянными.

5.4 Число и расположение предусмотренных указателей температуры должно быть достаточным для принятия решений о состоянии груза и систем его хранения.

6 УСТРОЙСТВА ОБНАРУЖЕНИЯ ГАЗА

6.1 В соответствии с графой 7 таблицы технических требований (см. приложение 1), в зависимости от перевозимого груза, должны быть установлены газоанализаторы одобренного Регистром типа.

6.2 Расположение стационарных устройств для отбора проб газа должно определяться с учетом плотности паров перевозимых грузов и снижения их концентрации в результате продувки или вентиляции помещения.

6.3 Стационарная система обнаружения газа должна быть предусмотрена:

.1 для грузовых насосных отделений;

.2 для грузовых компрессорных отделений;

.3 для помещений электродвигателей грузовых насосов;

.4 для постов управления грузовыми операциями, если они не рассматриваются как газобезопасные пространства;

.5 для других закрытых пространств в грузовой зоне, где могут скапливаться пары, включая трюмные помещения и межбарьерные пространства для вкладных грузовых емкостей, кроме емкостей типа С;

.6 для вентиляционных кожухов и каналов для газа, если это требуется в разд. 11 части VI «Системы и трубопроводы»;

.7 для воздушных шлюзов.

Звуковая и световая сигнализация о срабатывании системы обнаружения газа должна быть предусмотрена в посту управления грузовыми операциями, на мостике и в месте снятия показаний.

6.4 Газоанализаторы могут устанавливаться в посту управления грузовыми операциями, на ходовом мостике или в других соответствующих местах.

Если газоанализаторы устанавливаются в газобезопасном пространстве, должны быть выполнены следующие условия:

.1 трубопроводы отбора проб должны быть оборудованы пламегасителями, пробный газ должен уходить в атмосферу через специальную выпускную трубу, расположенную в безопасном месте;

.2 узлы прохода трубопроводов отбора проб через газонепроницаемые переборки должны быть одобренного типа и иметь такую же огнестойкость, как переборка;

.3 каждый трубопровод отбора проб должен быть оборудован ручным запорным изолирующим клапаном, установленным на газонепроницаемой переборке с газобезопасной стороны;

.4 приборы и оборудование для газоанализа должны быть расположены в специальном герметичном стальном шкафу. Одна из точек замера должна быть расположена внутри шкафа. При достижении внутри шкафа концентрации опасных газов 30 % нижнего предела воспламеняемости, подвод газа к газоанализатору должен автоматически прекращаться;

.5 трубопроводы отбора проб, как правило, не должны прокладываться через помещения вне газоопасной зоны. Если нет возможности разместить шкаф для газоанализа на газонепроницаемой переборке, то трубопроводы отбора проб должны быть как можно более короткие, выполнены из стали или эквивалентного ей материала и не иметь разъемных соединений, за исключением соединений со шкафом газоанализа и изолирующими клапанами на газонепроницаемой переборке.

6.5 Газоанализаторы должны обеспечивать отбор и анализ проб из каждого места отбора проб последовательно через промежутки времени, не превышающие 30 мин, кроме обнаружения газа в вентиляционных кожухах и каналах для газа, указанных в 6.3.6, где отбор проб должен быть непрерывный.

Применение общих трубопроводов для отбора проб, ведущих к газоанализаторам, не допускается.

6.6 Трубопроводы, идущие от устройств для отбора проб, не должны прокладываться через газобезопасные пространства, кроме случаев, когда это разрешено в 6.4.

6.7 В помещениях, перечисленных в 5.3, должна срабатывать сигнализация, если концентрация паров воспламеняющихся газов достигает 30 % нижнего предела воспламеняемости.

6.8 Если воспламеняющиеся грузы перевозятся в грузосодержащих системах иных, чем вкладные грузовые емкости, трюмные помещения и/или межбарьерные пространства должны быть оборудованы стационарной системой обнаружения газа, обеспечивающей измерение концентрации газа от 0 до 100 % по объему.

6.9 При перевозке токсичных грузов трюмные помещения и межбарьерные пространства должны быть оборудованы стационарной системой трубопроводов для отбора проб из этих помещений и пространств на наличие газа. Анализ из каждого места расположения устройства для отбора проб должен производиться с помощью стационарного или переносного оборудования через промежутки времени, не превышающие 4 ч, и в любом случае перед входом персонала в помещение и через каждые 30 мин в течение времени пребывания персонала.

6.10 При перевозке токсичных или воспламеняющихся и токсичных грузов вместо стационарной системы обнаружения газа в помещениях, перечисленных в 6.3, Регистр может допустить использование переносного оборудования для обнаружения токсичных газов, при условии, что такое оборудование будет использоваться перед входом персонала в эти помещения и через каждые 30 мин в течение времени пребывания персонала.

Использование переносного оборудования не допускается при перевозке грузов, для которых в графе 10 таблицы технических требований (см. приложение 1) дается ссылка на разд. 11 части X «Специальные требования».

6.11 Конструкция газоанализаторов должна допускать возможность их быстрого испытания и калибровки. Калибровка и испытание должны проводиться через регулярные промежутки времени. Для проведения испытания и калибровки на судне должны быть установлены метрологическими службами стационарные патрубки.

6.12 Каждое судно должно быть снабжено по крайней мере двумя комплектами одобренного Регистром переносного оборудования для обнаружения газа, которое соответствует перевозимому грузу.

6.13 На судне должен быть установлен прибор для измерения уровня содержания кислорода в атмосфере инертных газов.

6.14 Газоанализаторы, предназначенные для обнаружения газа в жилых и служебных помещениях и в постах управления, должны иметь диапазон измерения в пределах максимально допустимых концентраций газов, для перевозки которых предназначено судно.

6.15 На судах с установкой регазификации система обнаружения газа в дополнение к требованиям, изложенным в 6.3, должна иметь достаточное число детекторов газа непрерывного действия для контроля в районах:

установок регазификации;

станции измерения отгрузки;

всасывающего коллектора;

манифольда выдачи;

резервуаров для хранения любых горючих жидкостей или газов, если они установлены на верхней палубе;

воздухозаборных вентиляционных отверстий, ведущих в газобезопасные помещения;

установки одорации;

отсека турели.

7 СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

7.1 Требования настоящего раздела применяются в тех случаях, когда для осуществления функций управления, контроля/аварийно-предупредительной сигнализации и защиты, требуемых Правилами LG, используются системы автоматизации.

7.2 Системы автоматизации должны быть сконструированы, установлены и испытаны в соответствии с Правилами LG и стандартом МЭК 60092-504:2001 «Электрические установки на судах — Специальные технические характеристики. Контроль и измерительная аппаратура».

7.3 Должно применяться оборудование одобренного типа, предназначенное для использования в морских условиях эксплуатации.

7.4 Все предусматриваемые функции программного обеспечения должны быть разработаны, подробно указаны в технической документации, проверены и зафиксированы в протоколах испытаний.

7.5 Пользовательский интерфейс должен быть разработан таким образом, чтобы управляемое оборудование в любое время могло работать безопасным и действенным способом.

7.6 Отказ аппаратной части или ошибка оператора системы не должны приводить к развитию опасных последствий. Должны быть предусмотрены меры, исключающие неправильную эксплуатацию.

7.7 Не должны совмещаться функции управления, контроля/аварийно-предупредительной сигнализации и защиты. Это должно быть предусмотрено для всех частей системы автоматизации, которые задействованы в выполнении перечисленных функций, включая присоединенные устройства и источники питания.

7.8 Должна быть предусмотрена защита от случайного или несанкционированного вмешательства, способного привести к изменениям в программах управления или величинах предельных значений контролируемых параметров.

7.9 Любые изменения в программном обеспечении должны быть отражены в одобренной технической документации. На судне должна быть предусмотрена процедура управления такими изменениями и осуществляться регистрация.

7.10 Процедуры разработки и сопровождения интегрированных (комплексных) систем должны отвечать стандартам ИСО/МЭК 15288:2008 «Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем» и ИСО 17894:2005 «Суда и морские технологии. Применение ЭВМ. Общие принципы разработки и применения программируемых электронных систем на морских судах». Эти процедуры должны включать соответствующее выявление рисков и управление ими.

7.11 Системная интеграция.

7.11.1 Должны быть определены существенные функции безопасности для уменьшения рисков причинения вреда персоналу либо ущерба объекту управления/контроля или окружающей среде, как в процессе эксплуатации, так и при отказах. Функции должны быть разработаны с учетом принципа выхода из строя в безопасное состояние. Среди участников проектирования интегрированных систем должен быть определен и согласован сторонами системный интегратор.

7.11.2 Функциональные требования для каждой из подсистем, являющихся составной частью интегрированной системы, должны быть четко определены в соответствии с назначением и установленными требованиями безопасности и с учетом любых ограничений объекта управления/контроля.

7.11.3 Должны быть определены основные последствия отказов для интегрированной системы путем использования соответствующих методов на основе оценки рисков. Проектант должен разработать и представить на согласование «Анализ последствий отказов» (в соответствии со стандартом МЭК 60812:2006 «Метод анализа видов и последствий отказов).

7.11.4 Альтернативные средства управления, независимые от интегрированной системы, должны быть предусмотрены для всех ответственных функций.

7.11.5 Отказ одной части интегрированной системы (модуля, блока аппаратуры или подсистемы) не должен влиять на функционирование других частей, исключая те функции, которые непосредственно зависят от работы отказавшего элемента. Полный отказ связей между частями интегрированной системы не должен влиять на функционирование частей системы в независимом режиме.

7.11.6 Функционирование объектов управления в рамках интегрированной системы должно быть не менее эффективным и надежным, чем их функционирование в автономных условиях.

7.11.7 Должна быть продемонстрирована надежность работы основных механизмов и систем в ходе обычной эксплуатации и при отказах. Отказы могут моделироваться с достаточной степенью реалистичности, чтобы наглядно показать обнаружение отказов в системе и реагирование системы на такие отказы.

ЧАСТЬ IX. МАТЕРИАЛЫ И СВАРКА

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Требования настоящей части распространяются на листовой и профильный прокат, трубы, поковки и отливки, предназначенные для изготовления грузовых емкостей, технологических сосудов под давлением, грузовых и технологических трубопроводов, вторичных барьеров, а также на сварные конструкции указанных изделий.

Требования также распространяются на листовой и профильный прокат из судостроительной стали согласно 3.2 части XIII «Материалы» Правил классификации, предназначенной для изготовления конструкций, воспринимающих низкую температуру, но не являющихся частью вторичного барьера.

Требования к прокату, поковкам и отливкам приведены в табл. 2.2-1 — 2.2.5, к сварным конструкциям — в разд. 3 настоящей части.

1.2 Изготовление, испытания, освидетельствование и документация должны удовлетворять требованиям части XIII «Материалы» Правил классификации, согласованным стандартам и требованиям настоящей части.

1.3 Если Регистром не требуется иное, должны быть проведены испытания на ударный изгиб в соответствии с 2.2.3 части XIII «Материалы» Правил классификации на образцах согласно рис. 2.2.3.1-2 и табл. 2.2.3.1-2 указанной части; при этом устанавливаются нормы минимальной работы удара *KV* согласно 2.2.3.1 и табл. 2.2.3.1-4 указанной части.

Для основного металла должны изготавливаться образцы наибольшего размера для данной толщины материала. Требования к испытаниям металла толщиной менее 5 мм должны соответствовать национальным и/или международным стандартам. Для толщин стали до 40 мм включительно образцы должны быть отобраны в 2 мм от поверхности проката таким образом, чтобы их продольная ось была параллельна направлению проката, а поверхности механически обработаны. Для толщин стали более 40 мм образцы отбираются таким образом, чтобы их продольные оси располагались посредине между поверхностью и центром сечения по толщине. Надрезы выполняются перпендикулярно к поверхности.

По согласованию с Регистром в дополнение к испытаниям на ударный изгиб или вместо них могут проводиться иные испытания для определения стойкости против хрупких разрушений (трещиностойкость), например, испытание падающим грузом.

В случае получения неудовлетворительных результатов испытаний на ударный изгиб повторные испытания проводятся в соответствии с 1.3.2 части XIII «Материалы» Правил классификации.

1.4 Временное сопротивление, предел текучести и относительное удлинение конкретного материала должны быть указаны в документации, подлежащей одобрению Регистра.

1.5 Испытание на изгиб может не проводиться для основного материала, однако требуется при испытании сварных соединений.

В случае различия уровней прочности основного металла и сварного шва вместо поперечной применяется продольная ориентация образцов.

1.6 Регистр может допустить материалы с иным химическим составом и/или иными механическими свойствами.

1.7 Если предусматривается термическая обработка после сварки, свойства основного материала должны определяться в состоянии термической обработки в соответствии с табл. 2.1-1 — 2.1-5, а свойства сварного соединения — после термической обработки согласно требованиям разд. 3.

Если предусматривается термическая обработка после сварки, требования к испытаниям могут быть изменены по согласованию с Регистром.

1.8 Стали категорий A, B, D, E, AH, DH, EH и FH должны удовлетворять требованиям соответственно 3.2 и 3.5 части XIII «Материалы» Правил классификации.

1.9 При первоначальном освидетельствовании и в случае отклонений сдаточных испытаний от регламентированных соответствующим разделом Правил требований, необходимо проведение макро- и микроанализа структуры, а также определение твердости в соответствии с 3.2 части XIII «Материалы» Правил классификации.

1.10 Применяемые алюминиевые сплавы в конструкциях систем хранения грузов газовозов должны соответствовать требованиям разд. 5 части XIII «Материалы» Правил классификации для алюминиевых сплавов, а также в соответствии с требованиями разд. 10 части XIII «Материалы» Правил классификации.

2 ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ

2.1 Требования к конструкционным материалам приведены в следующих таблицах:

табл. 2.1-1: листы, трубы (бесшовные и сварные), профили и поковки для грузовых емкостей и технологических сосудов под давлением для расчетных температур не ниже 0 °С;

табл. 2.1-2: листы, профили и поковки для грузовых емкостей, вторичных барьеров и технологических сосудов под давлением для расчетных температур от 0 до –55 °С;

табл. 2.1-3: листы, профили и поковки для грузовых емкостей, вторичных барьеров и технологических сосудов под давлением для расчетных температур от –55 до –165 °С;

табл. 2.1-4: труба (бесшовные и сварные), поковки и отливки для грузовых и технологических трубопроводов для расчетных температур от 0 до –165 °С;

табл. 2.1-5: листовая и профильная сталь для корпусных конструкций, воспринимающих пониженную температуру груза.

2.2 Поковки и отливки, применяемые для грузовых и технологических трубопроводов при температуре эксплуатации ниже 0°С, должны отвечать требованиям признанных национальных и/или международных стандартов.

Таблица 2.1-1

Листы, трубы (бесшовные и сварные[1]), профили и поковки для грузовых емкостей и технологических сосудов под давлением для расчетных температур не ниже 0 °С	
Химический состав Углеродисто-марганцевая сталь. Спокойная. Мелкозернистая. Химический состав стали должен соответствовать требованиям национального, международного стандарта или спецификации изготовителя, одобренной Регистром.	
Термическая обработка Нормализация или закалка с отпуском[2]	
Испытания на растяжение и ударный изгиб	
Листы	Испытаниям подвергается каждое изделие
Профили и поковки	Испытания по партиям
Испытания на растяжение	Расчетный минимальный предел текучести не должен превышать 410 МПа[3]
Испытания на ударный изгиб	
Листы	Поперечные образцы Минимальная средняя величина работы удара KV 27Дж
Профили и поковки	Продольные образцы Минимальная средняя величина работы удара KV 41Дж
Температура испытаний на ударный изгиб	
Толщина S (мм)	Температура испытаний (°С)
$S \leqslant 20$	0
$20 < S \leqslant 40$	–20

[1]Для бесшовных труб и арматуры — в соответствии с требованиями Правил классификации. Испытания на ударный изгиб не регламентированы.

[2]При гарантии производителя получения регламентируемых Правилами свойств стали вместо нормализации или закалки с отпуском может быть применена прокатка при контролируемой температуре.

[3]Твердость сварного шва и зоны термического влияния должны отвечать одобренным международным и/или национальным стандартам и нормам.

Таблица 2.1-2

Листы, профили и поковки[1] для грузовых емкостей, вторичных барьеров и технологических сосудов под давлением для расчетных температур от 0 до −55 °С. Максимальная толщина[2] 25 мм

Химический состав

Углеродисто-марганцевая сталь. Спокойная. Мелкозернистая, обработанная алюминием

Химический состав (ковшовая проба), %:

C	Mn	Si	S	P
0,16 макс.[3]	0,70 — 1,60	0,10 — 0,50	0,025 макс.	0,025 макс.

Легирующие и измельчающие зерно элементы в общем случае могут соответствовать следующим нормам, %:

Ni	Cr	Mo	Cu	Nb	V	Al
0,80 макс.	0,25 макс.	0,08 макс.	0,35 макс.	0,05 макс.	0,10 макс.	0,02 мин.

Термическая обработка

Нормализация или закалка с отпуском[4]

Испытания на растяжение и ударный изгиб

Листы	Испытаниям подвергается каждое изделие
Профили и поковки	Испытания по партиям
Испытания на растяжение	Расчетный минимальный предел текучести не должен превышать 410 МПа[5]

Испытания на ударный изгиб

Листы	Поперечные образцы
	Минимальная средняя величина работы удара *KV* 27 Дж
Профили и поковки[1]	Продольные образцы
	Минимальная средняя величина работы удара *KV* 41 Дж

Температура испытаний на ударный изгиб

На 5 °С ниже расчетной температуры или –20 °С, смотря по тому, что меньше

[1]Химический состав должен соответствовать одобренной Регистром спецификации..

[2]Испытания на ударный изгиб материалов толщиной более 25 мм должны проводиться следующим образом:

Толщина материала *S*, мм	Температура испытаний, °С
$25 < S \leqslant 30$	На 10 °С ниже расчетной или −20 °С, смотря по тому, что меньше
$30 < S \leqslant 35$	На 15 °С ниже расчетной или −20 °С, смотря по тому, что меньше
$35 < S \leqslant 40$	На 20 °С ниже расчетной

Величина работы удара должна соответствовать приведенной в таблице для соответствующего образца.

Материалы для грузовых емкостей и их частей, которые полностью подвергаются термической обработке для снятия напряжений после сварки, могут испытываться при температуре на 5 °С ниже расчетной или −20 °С, смотря по тому, что меньше.

Материалы для фундаментов и их соединений должны испытываться при температуре, которая требуется для соответствующей толщины соседней грузовой емкости.

[3]Содержание углерода может быть увеличено до 0,18 при условии, что расчетная температура конструкции не ниже −40 °С.

[4]При гарантии производителя получения регламентируемых Правилами свойств стали вместо нормализации или закалки с отпуском может быть применена прокатка при контролируемой температуре. Для материалов толщиной более 25 мм, для которых температура испытаний равна −60 °С или ниже, Правилами регламентируется применение специально обработанной стали или стали согласно табл. 2.1-3.

[5]Твердость сварного шва и зоны термического влияния должны отвечать одобренным международным и/или национальным стандартам и нормам.

Таблица 2.1-3

Листы, профили и поковки для грузовых емкостей, вторичных барьеров и технологических сосудов под давлением для расчетных температур[1] ниже −55 до −165 °С. Максимальная толщина[2] 25 мм

Минимальная расчетная температура, °С	Химический состав[3] и термическая обработка	Температура испытания на ударный изгиб, °С
−60	Сталь с 1,5 % Ni N или N+T или Q+T или TMCP	−65
−65	Сталь с 2,25 % Ni N или N+T или Q+T или TMCP[4]	−70
−90	Сталь с 3,5 % Ni N или N+T или Q+T или TMCP[4]	−95
−105	Сталь с 5 % Ni N или N+T или Q+T[4, 5]	−110
−165	Сталь с 9 % Ni N+N+T или Q+T	−196
−165	Аустенитные стали типов* 304, 304L, 316, 316L, 321 и 347 Обработанные на твердый раствор	−196
−165	Алюминиевые сплавы типа* 5083, 1550, 1565ч Отожженные	Испытание не требуется
−165	Аустенитный сплав Fe — Ni (36 % Ni)	Испытание не требуется

Испытания на растяжение и ударный изгиб

Листы	Испытаниям подвергается каждое изделие
Профили и поковки	Испытания по партиям

Окончание табл. 2.1-3

Испытания на ударный изгиб Листы — Поперечные образцы Минимальная средняя величина работы удара *KV* 27Дж **Профили и поковки** — Продольные образцы **Минимальная средняя величина работы удара *KV* 41Дж**
[1]Требования для материалов, используемых при расчетных температурах ниже −165 °С должны соответствовать регламентируемым национальными или международными стандартами значениям. [2]Для сталей с 1,5 %; 2,25 %; 3,5 % и 5 % Ni толщиной более 25 мм температура испытаний на ударный изгиб должна корректироваться следующим образом: Толщина материала S, мм — Температура испытаний, °С $25 < S \leqslant 30$ — На 10 °С ниже расчетной $30 < S \leqslant 35$ — На 15 °С ниже расчетной $35 < S \leqslant 40$ — На 20 °С ниже расчетной Величина работы удара должна соответствовать приведенной в таблице для соответствующего образца. [3]Предельные значения химического состава должны соответствовать одобренной спецификации. [4]Для закаленной и отпущенной стали допускается более низкая минимальная расчетная температура. [5]Сталь с содержанием Ni 5 % после тройной термической обработки может быть использована при температуре до −165 °С при условии, что испытания на ударный изгиб проводятся при температуре −196 °С.
* В соответствии с международными и национальными стандартами.

Таблица 2.1-4

Трубы (бесшовные и сварные), поковки и отливки для грузовых и технологических трубопроводов для расчетных температур от 0 до −165 °С. Максимальная толщина 25 мм

Минимальная расчетная температура, °С	Химический состав[1] и термическая обработка	Испытания на ударный изгиб (продольный образец)	
		Температура испытаний, °С	Минимальная сред. величина работы удара, Дж
−55	Углеродисто-марганцевая сталь. Спокойная. Мелкозернистая. Нормализованная	—[2]	27
−65	Сталь с 2,25 % Ni N или N+T или Q+T[3]	−70	34
−90	Сталь с 3,5 % Ni N или N+T или Q+T[3]	−95	34
−165	Сталь с 9 % Ni[4] N+N+T или Q+T	−196	41
	Аустенитные стали типов* 304, 304L, 316, 316L, 321 и 347 Обработанные на твердый раствор	−196	41
	Алюминиевые сплавы типа* 5083 Отожженные		Испытания не требуются
Испытания на растяжение и ударный изгиб Испытаниям подвергается каждая партия			
Испытания на ударный изгиб Продольные образцы			
[1]Предельные значения химического состава должны отвечать требованиям одобренной Регистром спецификации. [2]Температура испытаний может быть на 5 °С ниже минимальной расчетной температуры или −20 °С, смотря по тому, что меньше. [3]Для закаленной и отпущенной сталей допускается более низкая минимальная расчетная температура. [4]Данный химический состав не применим для отливок.			
* В соответствии с международными и национальными стандартами.			

Таблица 2.1-5

Листы и профили для конструкций корпуса, воспринимающих пониженную температуру груза							
Минимальная расчетная температура конструкций корпуса, °С	Максимальная толщина, мм, для стали категории						
	A	B	D	E	A32 A36 A40	D32 D36 D40	E32 E36 E40
0 и выше[1] −5 и выше[2]	В соответствии с 1.4 части II «Корпус» Правил классификации						
Ниже до −5	15	25	30	50	25	45	50
Ниже до −10	*	20	25	50	20	40	50
Ниже до −20	*	*	20	50	*	30	50
Ниже до −30	*	*	*	40	*	20	40
Ниже −30	В соответствии с табл. 2.1-2, за исключением ограничений, приведенных в сноске[2] к этой таблице, не применяются						
[1]Для случаев, указанных в 19.2.3 части IV «Хранение груза». [2]Для случаев, указанных в 19.2.2 части IV «Хранение груза».							
* Применение стали данной категории не допускается.							

3 СВАРКА И НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ

3.1 Общие положения.

3.1.1 Настоящие требования применяются для первичного и вторичного барьеров, а также элементов корпуса, формирующих вторичный барьер.

Требования настоящего раздела, как правило, применяются для углеродистых, углеродисто-марганцевых, легированных никелем и аустенитных сталей и могут составлять основу для приемочных испытаний других материалов.

По согласованию с Регистром испытания на ударный изгиб сварных соединений из нержавеющей стали и алюминиевых сплавов могут не проводиться.

Регистр может потребовать другие виды испытаний для любого материала.

3.2 Сварочные материалы.

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

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

Результаты, полученные при проведении испытаний на растяжение и ударный изгиб на образцах с V-образным надрезом, должны удовлетворять требованиям Регистра.

Химический состав наплавленного металла подлежит согласованию с Регистром.

3.3 Технологические испытания при сварке грузовых емкостей, технологических сосудов под давлением и вторичных барьеров.

3.3.1 Количество и расположение проб для испытаний.

3.3.1.1 На всех стыковых швах должны проводиться технологические испытания:

для каждого основного материала;

для каждого сварочного материала и способа сварки;

для каждого положения шва.

Стыковые пробы из листов стали должны быть подготовлены таким образом, чтобы направление сварки совпадало с направлением прокатки.

Диапазон толщин для каждого технологического испытания устанавливается по согласованию с Регистром.

По усмотрению изготовителя или Регистра может производиться радиографический или ультразвуковой контроль.

Технологические испытания сварочных материалов для сварки угловых швов должны выполняться в соответствии с требованиями части XIV «Сварка» Правил классификации; при этом сварочные материалы должны обеспечивать требуемую величину работы удара при испытании на ударный изгиб.

3.3.2 Объем испытаний.

3.3.2.1 Выбранные способы сварки для грузовых емкостей и сосудов под давлением, указанных в настоящем пункте, должны удовлетворять требованиям 1.2.

Для каждой пробы должен устанавливаться следующий порядок испытаний способа сварки:

.1 испытания на растяжение образцов, вырезанных поперек сварного шва;

.2 испытание продольных образцов, вырезанных вдоль сварного шва должно соответствовать требованиям национального или международного стандарта;

.3 испытания на изгиб образцов, вырезанных поперек сварного шва. В тех случаях, когда основной металл и металл шва имеют различные уровни прочности, вместо испытаний на поперечных требуются испытания на образцах, вырезанных вдоль сварного шва;

.4 один комплект их трех образцов с V-образным надрезом для испытания на ударный изгиб должен быть отобран из следующих мест (рис. 3.3.2.1.3):

центральная линия сварного шва (1);

линия сплавления (ЛС) (2);

1 мм от ЛС (3);

3 мм от ЛС (4);

5 мм от ЛС (5);

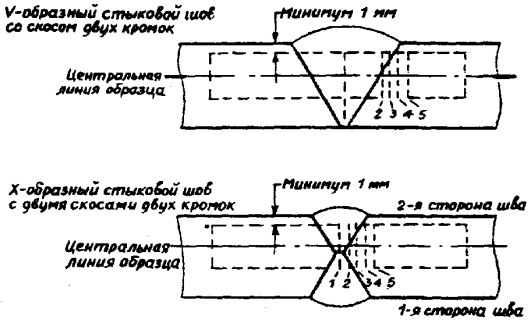


Рис. 3.3.2.1.3 Ориентация образца для испытаний на ударный изгиб и образца с Y-образным надрезом

.5 анализ макроструктуры. Регистр может потребовать также анализ микроструктуры и определение твердости.

3.4 Испытания.

3.4.1 Испытания на растяжение.

3.4.1.1 Временное сопротивление при испытании сварных соединений должно быть не менее требуемого для основного металла.

3.4.2 Испытания на изгиб.

3.4.2.1 При изгибе на оправке диаметром, равным четырем толщинам образца, не должно быть трещин при угле изгиба до 180°.

3.4.3 Испытания на ударный изгиб образцов с V-образным надрезом.

3.4.3.1 Испытания должны проводиться при температуре, предписанной для основных свариваемых материалов.

При испытании металла шва на ударный изгиб величина работы удара должна быть не менее 27 Дж.

Требования при испытании образцов меньших размеров и допускаемая величина работы удара на одном образце должны соответствовать 2.2.3.1 и табл. 2.2.3.1-4 части XIII «Материалы» Правил классификации.

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, а образцов меньших размеров — аналогично указанному в 1.3.

3.5 Испытания угловых сварных соединений.

3.5.1 Требования к испытаниям угловых сварных соединений изложены в разд. 6 части III «Техническое наблюдение за изготовлением материалов» Правил технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов. Выбор сварочных материалов должен осуществляться в соответствии с требованиями Регистра к значению энергии удара материала сварного соединения.

3.6 Технологические испытания сварных соединений вторичного барьера.

3.6.1 Должны быть проведены технологические испытания сварных соединений вторичного барьера.

3.7 Технологические испытания сварных соединений трубопроводов.

3.7.1 Должны быть проведены технологические испытания сварных соединений трубопроводов, которые должны быть аналогичны испытаниям, указанным в 3.2.

Если не оговорено иное, требования к испытаниям должны соответствовать приведенным в 3.4.

3.8 Испытания сварных швов в процессе производства.

3.8.1 Для всех грузовых емкостей и технологических сосудов под давлением, за исключением встроенных и мембранных грузовых емкостей, испытания сварных швов в процессе производства должны, как правило, проводиться приблизительно на каждые 50 м стыковых сварных соединений и представлять каждое положение 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 3.8.2 — 3.8.4.

Требования к испытаниям должны соответствовать 3.4. Программа испытаний должна основываться на технической документации изготовителя и быть одобрена Регистром.

3.8.2 Испытания в процессе производства для вкладных грузовых емкостей типов А и В и полумембранных емкостей включают следующие испытания:

3.8.2.1 Испытания на изгиб и ударный изгиб, если они требуются при технологических испытаниях. Один комплект, состоящий из трех образцов, должен быть испытан 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 критическое место устанавливается по результатам технологических испытаний). Для аустенитной нержавеющей стали все надрезы должны быть по центру сварного шва.

3.8.3 Кроме испытаний для вкладных грузовых емкостей типа С и технологических сосудов под давлением должны быть также проведены испытания на растяжение образцов, вырезанных поперек сварного шва.

3.8.4 Испытания сварных швов в процессе производства для вкладных грузовых емкостей и мембранных емкостей должны выполняться в соответствии с 3.3.2.

3.9 Неразрушающий контроль.

3.9.1 Для вкладных грузовых емкостей типа А и полумембранных емкостей, если расчетная температура равна или ниже −20 °С, и для вкладных грузовых емкостей типа В независимо от температуры 100 % стыковых сварных швов с полным проваром листов обшивки грузовых емкостей должны подвергаться неразрушающему контролю радиографическим методом.

3.9.1.1 При расчетной температуре выше −20 °С все пересечения стыковых сварных швов с полным проваром и по меньшей мере 10 % остальных стыковых сварных швов с полным проваром

конструкций грузовых емкостей должны быть подвергнуты неразрушающему контролю радиографическим методом.

3.9.1.2 В каждом случае сварные швы других конструкций грузовых емкостей, включая сварку ребер жесткости и другой арматуры и креплений, должны быть подвергнуты неразрушающему контролю по согласованию с Регистром.

3.9.2 Вкладные грузовые 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, чем указано в 3.9.2.1 и 3.9.2.2.

3.9.2.1 Общий объем неразрушающего контроля, указанный в 24.2.1 части IV «Хранение груза»:

.1 радиографический метод:

все стыковые сварные соединения по всей их длине;

.2 неразрушающий метод обнаружения поверхностных трещин:

все сварные швы в объеме 10 % их общей длины;

подкрепляющие кольца вокруг отверстий, горловин и так далее по всей их длине.

Допускается, в качестве альтернативы, частичная замена неразрушающего контроля радиографическим методом на неразрушающий контроль ультразвуковым методом с учетом 3.9.7. Также может быть потребован контроль ультразвуковым методом швов приварки подкрепляющих колец вокруг отверстий, горловин и так далее, в полном объеме.

3.9.2.2 Частичный объем неразрушающего контроля, указанный в 24.2.1 части IV «Хранение груза»:

.1 радиографический метод:

все стыковые сварные соединения в местах их пересечения и не менее 10 % общей длины стыковых сварных соединений в выбранных, равномерно распределенных местах;

.2 неразрушающий метод обнаружения поверхностных трещин:

подкрепляющие кольца вокруг отверстий, горловин и так далее по всей их длине;

.3 ультразвуковой метод:

объем контроля должен быть одобрен Регистром.

3.9.3 Неразрушающий контроль швов сварных соединений внутреннего корпуса или конструкций вкладных емкостей, поддерживающих емкости с внутренней изоляцией, должен проводиться с учетом расчетных критериев, указанных в 23.2.1 части IV «Хранение груза». Объем и методы неразрушающего контроля подлежат согласованию с Регистром.

3.9.4 Для встроенных и мембранных грузовых емкостей специальные методы неразрушающего контроля сварных швов и критерии оценки подлежат согласованию с Регистром.

3.9.5 Неразрушающий контроль трубопроводов должен проводиться в соответствии с требованиями части VI «Системы и трубопроводы».

3.9.6 Сварные швы конструкций вторичного барьера подлежат неразрушающему контролю радиографическим методом в объеме, согласованном с Регистром.

Если наружная обшивка корпуса является частью вторичного барьера, все стыковые швы ширстрека и пересечения всех сварных стыковых швов и бортовой обшивки подлежат неразрушающему контролю радиографическим методом.

3.9.7 Все методы неразрушающего контроля и критерии оценки должны быть в соответствии с требованиями разд. 3 части XIV «Сварка» Правил классификации.

Вместо неразрушающего контроля радиографическим методом может производиться неразрушающий контроль ультразвуковым методом. При этом должен осуществляться выборочный контроль радиографическим методом для подтверждения эквивалентности осуществленной замены.

Изготовитель должен представить на рассмотрение в Регистр программу неразрушающего контроля и документацию системы качества предприятия, подтверждающую необходимый объем неразрушающего контроля изделий предприятия.

Результаты осуществленного контроля должны предоставляться в Регистр в соответствующем отчетном документе.

ЧАСТЬ X. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Требования настоящей части применяются там, где сделана ссылка в графе 10 таблицы технических требований (см. приложение 1), и дополняют общие требования Правил LG.

2 ЗАЩИТА ЭКИПАЖА

2.1 Должны быть предусмотрены соответствующие средства защиты органов дыхания и глаз для каждого человека на борту, на случай эвакуации при аварии, с учетом следующих условий.

2.1.1 Средства защиты органов дыхания, использующие фильтр, допускаются только в том случае, если один и тот же фильтр соответствует всем грузам, перевозка которых разрешается на данном судне.

2.1.2 Автономный дыхательный аппарат должен работать в нормальном режиме не менее 15 мин.

2.1.3 Средства защиты органов дыхания на случай эвакуации при аварии не должны использоваться при тушении пожара или проведении грузовых операций и должны быть соответствующим образом маркированы.

2.1.4 На ходовом мостике и в посту управления грузовыми операциями должны постоянно находиться два дополнительных комплекта средств защиты органов дыхания и глаз.

2.2 На палубе в удобных местах должны быть расположены соответствующим образом маркированные обеззараживающие души и устройства для промывания глаз.

2.3 На судах грузовой вместимостью 2000 $м^3$ и более в дополнение к снаряжению, требуемому в 4.1 и 4.5 части V «Противопожарная защита», должны быть предусмотрены два полных комплекта снаряжения, обеспечивающего безопасность.

Для каждого автономного дыхательного аппарата, требуемого настоящим пунктом, должно быть предусмотрено не менее трех запасных заряженных воздушных баллонов.

2.4 Для защиты от последствий больших утечек груза на судне должно быть предусмотрено специальное помещение коллективной защиты в зоне жилых помещений.

2.5 Для некоторых особо опасных грузов посты управления грузовыми операциями должны быть только газобезопасными.

3 КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

3.1 Ртуть, медь, цинк, содержащие медь сплавы не должны использоваться для изготовления грузовых емкостей и связанных с ними трубопроводов, клапанов, арматуры и других частей оборудования, которые могут подвергаться воздействию жидкого груза или его паров.

3.2 Медь, серебро, ртуть, магний и другие металлы, образующие ацетиленистые соединения, не должны использоваться в качестве конструкционных материалов для грузовых емкостей и связанных с ними трубопроводов, клапанов, арматуры и других частей оборудования, которые могут подвергаться воздействию жидкого груза или его паров.

3.3 Алюминий и содержащие алюминий сплавы не должны использоваться в качестве конструкционных материалов для грузовых емкостей и связанных с ними трубопроводов, клапанов, арматуры и других частей оборудования, которые могут подвергаться воздействию жидкого груза или его паров.

3.4 Медь, медные сплавы, цинк или оцинкованная сталь не должны использоваться в качестве конструкционных материалов для грузовых емкостей и связанных с ними трубопроводов, клапанов,

арматуры и других частей оборудования, которые могут подвергаться воздействию жидкого груза или его паров.

3.5 Алюминий, медь и их сплавы не должны использоваться в качестве конструкционных материалов для грузовых емкостей и связанных с ними трубопроводов, клапанов, арматуры и других частей оборудования, которые могут подвергаться воздействию жидкого груза или его паров.

3.6 Медь и содержащие медь сплавы с содержанием меди более 1 % не должны использоваться в качестве конструкционных материалов для грузовых емкостей и связанных с ними трубопроводов, клапанов, арматуры и других частей оборудования, которые могут подвергаться воздействию жидких грузов или его паров.

4 ВКЛАДНЫЕ ГРУЗОВЫЕ ЕМКОСТИ

4.1 Грузы должны перевозиться только во вкладных грузовых емкостях.

4.2 Грузы должны перевозиться во вкладных грузовых емкостях типа С; при этом должны выполняться требования 4.1.3 части VI «Системы и трубопроводы».

При расчете давления грузовой емкости должно учитываться давление любой среды, применяемой для отделения воздуха от груза, и/или давление пара при выгрузке.

5 СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ

5.1 Должна использоваться только система косвенного охлаждения, указанная в 4.2.2.2 части VI «Системы и трубопроводы».

5.2 При перевозке грузов, которые легко образуют опасные перекиси, повторно конденсированный груз не должен образовывать застойные участки неингибированной жидкости. Это может быть достигнуто посредством использования:

системы косвенного охлаждения, указанной в 4.2.2.2 части VI «Системы и трубопроводы», с конденсатором внутри грузовой емкости; или

системы прямого охлаждения или комбинированной системы, указанных соответственно в 4.2.2.1 и 4.2.2.3 части VI «Системы и трубопроводы», либо системы косвенного охлаждения, указанной в 4.2.2.2 той же части, с конденсатором вне грузовой емкости с условием проектирования конденсатной системы таким образом, чтобы не допускать образования застойных зон конденсированного груза. Если это невозможно осуществить, в такие зоны должна дополнительно вводиться ингибирующая присадка.

5.3 Если судно должно неоднократно перевозить грузы, указанные в 5.2, с балластными переходами между рейсами, весь неингибированный груз должен быть удален до начала балластного перехода.

Если между этими последовательными перевозками одного груза должен перевозиться другой груз, необходимо провести тщательное осушение и продувку системы повторного сжижения до погрузки другого груза. Продувка должна проводиться с использованием инертного газа или паров другого груза, если они совместимы.

Должны быть приняты практические меры для того, чтобы исключить скопление в судовой системе полимеров или перекисей.

6 ПАЛУБНЫЕ ГРУЗОВЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ

6.1 Должна быть выполнена 100 %-ная радиография всех стыковых сварных соединений в грузовых трубопроводах, диаметр которых превышает 75 мм.

7 НОСОВЫЕ ИЛИ КОРМОВЫЕ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ

7.1 На газовозах **типа 1G** носовые или кормовые погрузочно-разгрузочные трубопроводы не должны прокладываться в жилых и служебных помещениях и постах управления.

На газовозах **типов 2G** и **2PG** носовые или кормовые погрузочно-разгрузочные трубопроводы могут использоваться для перекачки опасных грузов только по согласованию с Регистром.

8 УДАЛЕНИЕ ВОЗДУХА ИЗ ПАРОВЫХ ПРОСТРАНСТВ

8.1 Воздух должен быть удален из грузовых емкостей и связанных с ними трубопроводов до погрузки и впоследствии не допускаться в них посредством:

введения инертного газа для поддержания положительного давления. Запасы или производство инертного газа должны быть достаточными для удовлетворения нормальных эксплуатационных потребностей и компенсации утечек через предохранительные клапаны. Содержание кислорода в инертном газе в любое время не должно превышать 0,2 % по объему; или

регулирования температуры таким образом, чтобы постоянно поддерживалось положительное давление.

9 КОНТРОЛЬ ЗА ВЛАЖНОСТЬЮ

9.1 Для невоспламеняющихся газов, которые могут стать коррозионно-агрессивными или вступить в опасную реакцию с водой, необходимо контролировать влажность, чтобы обеспечить осушение грузовых емкостей перед погрузкой и ввести в них во время выгрузки сухой воздух или пары груза для предотвращения возникновения давления ниже атмосферного. Сухим воздухом считается воздух, который имеет точку росы -45 °С и ниже при атмосферном давлении.

10 ИНГИБИРОВАНИЕ

10.1 Должно быть обеспечено достаточное ингибирование груза в течение всего рейса для предотвращения полимеризации.

11 СТАЦИОНАРНЫЕ УСТРОЙСТВА ОБНАРУЖЕНИЯ ТОКСИЧНОГО ГАЗА

11.1 Трубопроводы для отбора проб газа не должны оканчиваться в газобезопасных пространствах или прокладываться в них. Если концентрация паров достигает предельного значения, должна срабатывать аварийная сигнализация.

11.2 Не допускается использование переносного оборудования, указанного в 6.9 части VIII «Контрольно-измерительные устройства и системы автоматизации».

12 ОКИСЬ ЭТИЛЕНА

12.1 Грузовой трубопровод и газоотводные трубы должны быть полностью отделены от всех других систем.

12.2 Трюмные помещения должны быть инертизированы в соответствии с 8.1.

12.3 Паровые пространства грузовых емкостей должны быть заполнены азотом в соответствии с 8.1 при давлении, равном разности между давлением паров груза при 30 °С и давлением подрыва предохранительного клапана.

12.4 Груз может выгружаться только погружным грузовым насосом или посредством вытеснения инертным газом.

12.5 Груз должен перевозиться охлажденным и содержаться при температуре ниже 30 °С.

12.6 Давление подрыва предохранительных клапанов грузовой емкости должно быть не менее 0,55 МПа.

12.7 Должно быть предусмотрено устройство для аварийного сброса окиси этилена в случае возникновения неуправляемой реакции.

12.8 Алюминий и алюминиевые сплавы, медь и медные сплавы, серебро и серебряные сплавы, магний и магниевые сплавы, нержавеющие стали, чугун, ртуть, асбест не должны использоваться в качестве конструкционных материалов.

13 СМЕСИ МЕТИЛАЦЕТИЛЕНА И ПРОПАДИЕНА

13.1 Смеси метилацетилена и пропадиена должны быть соответствующим образом стабилизированы для перевозки. Кроме того, для смесей должны быть указаны верхние и нижние пределы температуры и давления во время охлаждения.

13.2 Судно, перевозящее смеси метилацетилена и пропадиена, должно быть оборудовано косвенной системой охлаждения, указанной в 4.2.2.2 части VI «Системы и трубопроводы».

Допускается применение непосредственного охлаждения испарением хладагента при условии выполнения ограничений по давлению и температуре в зависимости от состава смесей. В этом случае для смесей, указанных в графе I таблицы технических требований (см. приложение 1), должно быть предусмотрено следующее:

.1 паровой компрессор, который не повышает температуру и давление паров выше 60 °С и 1,75 МПа и не позволяет парам застаиваться в компрессоре, пока он продолжает работать;

.2 выпускной трубопровод от каждой ступени компрессора или от каждого цилиндра той же ступени поршневого компрессора должен иметь:

.2.1 два температурных датчика, отключающих компрессор при температуре не более 60 °С;

.2.2 датчик давления, отключающий компрессор при давлении не более 1,75 Мпа;

.2.3 предохранительный клапан, срабатывающий при давлении 1,8 МПа и ниже и имеющий отвод в газоотводную систему, указанную в разд. 5 части VI «Системы и трубопроводы»;

.3 сигнальное устройство, подающее звуковой и световой сигнал в посту управления грузовыми операциями и на ходовом мостике при срабатывании датчиков давления или температуры.

13.3 Система трубопроводов, включающая систему охлаждения груза для емкостей, предназначенных для перевозки смесей метилацетилена и пропадиена, должна быть независимой или должна быть отделена от системы трубопроводов и системы охлаждения других емкостей посредством удаления съемных патрубков, клапанов или других секции трубопровода и установки в этих местах глухих фланцев.

Требование об отделении относится ко всем трубопроводам для жидкости и выпуска паров и любым другим возможным соединениям, например, к общему трубопроводу подачи инертного газа.

14 АЗОТ

14.1 Конструкционные материалы и изоляция должны быть стойкими к воздействию высоких концентраций кислорода, вызванных конденсацией и обогащением при низких температурах, возникающих в частях грузовой системы.

В местах, где может произойти конденсация, должна быть обеспечена вентиляция, предотвращающая расслоение обогащенной кислородом атмосферы.

15 ХЛОР

15.1 Грузовые емкости.

15.1.1 Вместимость каждой грузовой емкости не должна превышать 600 $м^3$, а общая вместимость всех грузовых емкостей не должна превышать 1200 $м^3$.

15.1.2 Расчетное давление паров в грузовой емкости должно быть не ниже 1,35 МПа (см. также 4.1.3 части VI «Системы и трубопроводы» и 4.2 настоящей части).

15.1.3 Части грузовых емкостей, выступающие над верхней палубой, должны иметь защиту от теплового излучения с учетом полного охвата огнем.

15.1.4 Каждая грузовая емкость должна быть снабжена двумя предохранительными клапанами. Между грузовой емкостью и предохранительными клапанами должны быть установлены предохранительные мембраны. Давление разрыва предохранительной мембраны должно быть на 0,1 МПа ниже давления подрыва предохранительного клапана, которое должно устанавливаться равным расчетному давлению паров в грузовой емкости, но не ниже 1,35 МПа. Пространство между мембраной и предохранительным клапаном должно соединяться через перепускной клапан с манометром и системой газообнаружения.

Должны быть предусмотрены меры для поддержания в этом пространстве в процессе нормальной эксплуатации атмосферного давления или давления, близкого к атмосферному.

15.1.5 Выпускные отверстия предохранительных клапанов должны быть устроены таким образом, чтобы свести к минимуму опасность для судна и окружающей среды.

Утечки из предохранительных клапанов должны отводиться в абсорбирующую установку для снижения концентрации газов в максимально возможной степени.

Выпускной трубопровод предохранительных клапанов должен размещаться в носовой части судна для выпуска паров за борт на уровне палубы; при этом должно быть предусмотрено устройство для переключения работы трубопровода на левый или правый борт, а также механическая блокировка, обеспечивающая постоянное открытие одной из линий трубопровода.

15.1.6 Регистр может потребовать, чтобы хлор перевозился в охлажденном состоянии при предписанном или максимальном давлении.

15.2 Грузовые трубопроводы.

15.2.1 Выгрузка груза должна производиться с помощью сжатых паров хлора с берега, сухого воздуха или другого приемлемого газа либо погружными грузовыми насосами. Давление в паровом пространстве грузовой емкости во время выгрузки не должно превышать 1,05 МПа.

Установка на борту судна компрессоров для выгрузки груза не допускается.

15.2.2 Расчетное давление в системе грузовых трубопроводов должно быть не менее 2,1 МПа. Внутренний диаметр грузовых трубопроводов не должен превышать 100 мм.

Для компенсации тепловых расширений трубопроводов допускаются только колена труб. Применение фланцевых соединений должно быть сведено к минимуму, а в тех случаях, когда они применяются, фланцы должны быть приварными с воротниками и иметь выступы и канавки.

15.2.3 Предохранительные клапаны системы грузовых трубопроводов должны выпускать пары в абсорбирующую установку; при этом должно учитываться противодавление в газоотводных магистралях, указанное в 3.6.2 части VI «Системы и трубопроводы».

15.3 Материалы.

15.3.1 Грузовые емкости и системы грузовых трубопроводов должны быть изготовлены из стали, соответствующей грузу и температуре –40 °С, даже если предполагается перевозка груза при более высокой температуре.

15.3.2 Грузовые емкости должны быть подвергнуты термической обработке для снятия внутренних напряжений. Механическое снятие внутренних напряжений в качестве эквивалентной меры не допускается.

15.4 Контрольно-измерительные приборы.

15.4.1 На судне должна быть предусмотрена абсорбирующая установка для хлора, подключенная к системе грузовых трубопроводов и грузовым емкостям. Абсорбирующая установка должна обеспечивать нейтрализацию с приемлемой интенсивностью поглощения груза в количестве не менее 2 % общей грузовместимости.

15.4.2 Во время дегазации пары хлора не должны выпускаться в атмосферу.

15.4.3 Должны быть предусмотрены устройства обнаружения газа, способные контролировать концентрацию паров хлора, составляющую по объему не менее 1 части на миллион. Места отбора проб должны быть расположены:

вблизи днища грузовых емкостей;

у трубопроводов, идущих от предохранительных клапанов;

у выходного отверстия абсорбирующей установки;

у входного отверстия вентиляционных систем жилых и служебных помещений, постов управления и машинных помещений;

на палубе в носовой, средней и кормовой части грузовой зоны (для использования только во время грузовых операций и дегазации).

При достижении концентрации паров хлора выше 5 частей на миллион в помещениях, перечисленных в 6.3 части VIII «Контрольно-измерительные устройства и системы автоматизации», а также в рулевой рубке должна быть предусмотрена звуковая и световая сигнализация.

15.4.4 Каждая грузовая емкость должна иметь сигнализацию высокого давления, подающую звуковой сигнал при давлении 1,05 МПа.

15.5 Защита экипажа.

15.5.1 В дополнение к требованиям разд. 2 должны быть выполнены следующие требования.

15.5.1.1 Должна быть предусмотрена возможность легкого и быстрого доступа в специальное помещение коллективной защиты, указанное в 2.4, с открытой палубы и из жилых помещений, а также быстрого закрытия этого помещения с обеспечением газонепроницаемости. Доступ в это помещение с палубы и из остальных жилых помещений должен осуществляться через воздушный шлюз. Помещение должно быть спроектировано таким образом, чтобы в нем мог разместиться весь экипаж судна, и должно быть снабжено источником незагрязненного воздуха, рассчитанным на работу в течение не менее 4 ч. Один из обеззараживающих душей, указанных в 2.2, должен располагаться вблизи воздушного шлюза этого помещения.

15.5.1.2 Должны быть предусмотрены компрессор и необходимое оборудование для зарядки воздушных баллонов.

15.5.1.3 В помещении, указанном в 15.5.1.1, должен быть предусмотрен один комплект терапевтической кислородной аппаратуры.

15.6 Пределы заполнения грузовых емкостей.

15.6.1 Требования 3.7.4.2 части VI «Системы и трубопроводы» не применяются, если предполагается перевозить хлор.

15.6.2 Содержание хлора в атмосфере, находящейся в паровом пространстве грузовой емкости после погрузки, должно превышать 80 % по объему.

16 ВИНИЛ ХЛОРИСТЫЙ

16.1 Должно быть обеспечено достаточное ингибирование груза для предотвращения его полимеризации во время рейса.

16.2 При нехватке или недостаточном количестве ингибитора любой инертный газ, используемый согласно разд. 8, должен содержать не более 0,1 % кислорода. До начала погрузки должны быть взяты для анализа пробы инертного газа из грузовых емкостей и трубопроводов.

16.3 При перевозке винила хлористого, а также во время балластных рейсов между последовательными перевозками груза в грузовых емкостях должно постоянно поддерживаться давление выше атмосферного.

17 ЭФИР ДИЭТИЛОВЫЙ И ЭФИР ВИНИЛЭТИЛОВЫЙ

17.1 В случае выгрузки с помощью насосов груз должен выгружаться только погружными грузовыми насосами с гидравлическим приводом. Эти насосы должны быть спроектированы таким образом, чтобы избежать воздействия давления жидкости на сальниковое уплотнение вала.

17.2 Выгрузка груза из вкладной емкости типа С может производиться вытеснением инертным газом при условии, что грузовая система рассчитана на предполагаемое давление.

18 ОКИСЬ ПРОПИЛЕНА И СМЕСИ ОКИСИ ЭТИЛЕНА И ОКИСИ ПРОПИЛЕНА С СОДЕРЖАНИЕМ ОКИСИ ЭТИЛЕНА НЕ БОЛЕЕ 30 % ПО ВЕСУ

18.1 Грузы, перевозимые в соответствии с требованиями настоящего раздела, не должны содержать ацетилена.

18.2 Грузовые емкости для перевозки этих грузов должны быть изготовлены из стали или нержавеющей стали.

18.3 Все клапаны, фланцы, арматура и вспомогательное оборудование должны быть типа, пригодного к применению в среде этих грузов, и должны быть изготовлены из стали, нержавеющей стали или другого материала, допущенного Регистром.

Химический состав всех используемых материалов должен быть представлен Регистру на одобрение до изготовления.

Диски или поверхности дисков, гнезда и другие изнашивающиеся поверхности клапанов должны изготавливаться из нержавеющей стали с содержанием хрома не менее 11 %.

18.4 Прокладки должны быть изготовлены из материалов, которые не вступают в реакцию с этими грузами, не растворяются в них или не снижают их температуру самовоспламенения, а также являются огнестойкими и обладают соответствующими механическими свойствами.

Поверхность, соприкасающаяся с грузом, должна быть изготовлена из тефлона или материалов, обеспечивающих аналогичную степень безопасности вследствие своей инертности.

Регистр может допустить применение спиралей из нержавеющей стали с наполнителем из тефлона или аналогичного фторированного полимера.

18.5 Изоляция и уплотнения, если они используются, должны быть изготовлены из материала, который не вступает в реакцию с этими грузами, не растворяется в них или не снижает их температуру самовоспламенения.

18.6 Следующие материалы, как правило, считаются непригодными для изготовления прокладок, уплотнений и для аналогичных целей в грузосодержащих системах для этих грузов и должны пройти испытания перед одобрением Регистра:

неопрен или натуральный каучук, если они взаимодействуют с этими грузами;

асбест или связующие вещества, применяемые с асбестом;

материалы, содержащие окиси магния, например, минеральная вата.

18.7 Концы наполнительного и выпускного трубопроводов должны отстоять от дна грузовой емкости или любого отстойника не более чем на 100 мм.

18.8 Погрузка и выгрузка должны производиться таким образом, чтобы не произошло выпуска паров из емкости в атмосферу. Если во время загрузки емкостей производится возврат паров на берег, система возврата паров, соединенная с грузосодержащей системой, должна быть независимой от всех других грузосодержащих систем.

Термин «независимая» означает, что система трубопроводов или система вентиляции не имеет никаких соединений с другой системой и отсутствуют какие-либо средства потенциальной связи с другими системами.

18.9 Во время выгрузки в грузовой емкости должно поддерживаться давление выше 7 кПа.

18.10 Выгрузка груза должна производиться только погружными насосами с гидравлическим приводом или посредством вытеснения инертным газом. Каждый грузовой насос должен быть устроен таким образом, чтобы исключить значительный нагрев груза, если выпускной трубопровод насоса перекрыт или заглушен другим способом.

18.11 Вентиляция грузовых емкостей, в которых перевозятся такие грузы, должна быть независимой от вентиляции грузовых емкостей, в которых перевозятся другие грузы.

Должны быть предусмотрены устройства для отбора проб содержимого грузовых емкостей без открытия емкости в атмосферу.

18.12 Грузовые шланги, используемые для перекачки таких грузов, должны иметь надпись: «ТОЛЬКО ДЛЯ ПЕРЕКАЧКИ ОКИСИ АЛКИЛЕНА».

18.13 Трюмные помещения должны контролироваться на присутствие этих грузов. Трюмные помещения, окружающие вкладные емкости типа А и В должны быть инертизированы и контролироваться на присутствие кислорода. Содержание кислорода в этих помещениях должно поддерживаться на уровне ниже 2 %. Допускается использование переносного оборудования для взятия проб.

18.14 Перед отсоединением береговых трубопроводов давление в трубопроводах для жидкости и паров должно быть понижено через соответствующие клапаны, установленные на грузовом коллекторе. Жидкость и пары из этих трубопроводов не должны выпускаться в атмосферу.

18.15 Грузовые емкости должны быть рассчитаны на максимальное давление, которое предполагается при погрузке, перевозке или выгрузке груза.

18.16 Грузовые емкости для перевозки окиси пропилена, расчетное давление паров в которых ниже 60 кПа, и грузовые емкости для перевозки смесей окиси этилена и окиси пропилена с расчетным давлением менее 120 кПа должны иметь систему охлаждения или поддержания температуры груза на уровне ниже расчетной.

18.17 Для вкладных емкостей типа С установочное давление подрыва предохранительного клапана должно быть не менее 21 кПа и не более 0,7 МПа для перевозки окиси пропилена, и не более 0,53 МПа для перевозки смесей окиси этилена и окиси пропилена.

18.18 Система трубопроводов для емкостей, загружаемых этими грузами, должна быть полностью отделена от систем трубопроводов для всех остальных емкостей, включая порожние емкости, и от всех грузовых компрессоров.

Если система трубопроводов для емкостей, загружаемых этими грузами, не является независимой, как определено в 18.8, требуемое отделение трубопроводов должно осуществляться посредством снятия съемных патрубков, клапанов или других секций трубопроводов и установки в этих местах глухих фланцев.

Требуемое отделение относится ко всем трубопроводам для жидкости и паров, газоотводным трубопроводам для жидкости и паров и всем другим возможным соединениям, например, к общей магистрали для подачи инертного газа.

18.19 Грузы могут перевозиться только в соответствии с планами грузовых операций, одобренными Регистром.

Каждая предполагаемая схема погрузки должна быть показана на отдельном плане грузовых операций.

В планах грузовых операций должна быть показана вся система грузовых трубопроводов и места установки глухих фланцев, требуемых для удовлетворения указанных выше требований к отделению трубопроводов.

Экземпляр каждого одобренного плана грузовых операций должен находиться на борту судна.

В Свидетельстве должна быть сделана ссылка на одобренные планы грузовых операций.

18.20 Перед погрузкой груза от компетентного органа, признанного Регистром, должно быть получено свидетельство, подтверждающее, что было обеспечено требуемое отделение трубопроводов. Это свидетельство должно находиться на борту судна.

Каждое соединение между глухим фланцем и фланцем трубопровода должно иметь проволоку с пломбой, поставленной представителем компетентного органа, исключающей возможность случайного смещения глухого фланца.

18.21 Максимально допустимые пределы заполнения каждой грузовой емкости должны быть указаны в перечне, одобренном Регистром, для каждой температуры погрузки, которая может применяться, и для применимой максимальной расчетной температуры. Экземпляр этого перечня должен постоянно находиться на борту судна у капитана.

18.22 Груз должен перевозиться под соответствующим защитным слоем азота. Для образования защитного слоя должен использоваться технически чистый азот (99,9 % по объему).

Должна быть предусмотрена автоматическая система пополнения азота для предотвращения падения давления в грузовой емкости ниже 7 кПа при понижении температуры груза в результате воздействия условий окружающей среды или неполадок в работе систем охлаждения.

На судне должен находиться достаточный запас азота, необходимый для удовлетворения потребности системы автоматического регулирования давления.

Батарея баллонов с азотом, соединенных с грузовыми емкостями посредством редукционного клапана, удовлетворяет термину «автоматический» в данном контексте.

18.23 Паровое пространство грузовой емкости должно проверяться перед погрузкой и после нее с тем, чтобы удостовериться, что содержание кисло-рода составляет 2 % по объему и менее.

18.24 В местах, где проводятся операции погрузки и выгрузки, должна быть предусмотрена система водяного орошения, производительность и расположение которой должны обеспечивать эффективное перекрытие участка вокруг грузового трубопровода, выступающего над палубой, а также куполов грузовых емкостей.

Расположение трубопроводов и стволов должно обеспечивать равномерную интенсивность подачи воды, составляющую 10 л/мин на $м^2$.

Система водяного орошения должна иметь местное ручное и дистанционное управление, а ее расположение должно обеспечивать смыв любых утечек груза. Кроме того, если позволяет температура окружающего воздуха, к стволу должен быть присоединен водяной рукав под давлением, готовый к немедленному использованию во время операций погрузки и выгрузки.

19 АММИАК

19.1 Безводный аммиак может вызывать трещины вследствие коррозии под напряжением в системах перевозки и обработки груза, выполненных из углеродисто-марганцевой стали или стали, легированной никелем. Для уменьшения риска появления трещин должны предприниматься меры, указанные в 19.2 — 19.8.

19.2 В случае использования углеродисто-марганцевой стали, грузовые емкости, сосуды под давлением для обработки и грузовые трубопроводы должны изготавливаться из мелкозернистой стали с требуемым минимальным пределом текучести, не превышающим 355 МПа, и с фактическим пределом текучести, не превышающим 440 МПа. Следует также предпринять одну из следующих конструктивных и эксплуатационных мер.

19.2.1 Должен использоваться материал с минимальным временным сопротивлением при растяжении, не превышающим 410 МПа.

19.2.2 Должна быть произведена термическая обработка грузовых емкостей, трубопроводов и т. п. с целью снятия напряжений после сварки.

19.2.3 Температура при перевозке должна поддерживаться на уровне, близком к температуре кипения продукта, равной −33 °С, но ни в коем случае не выше, чем −20 °С.

19.2.4 Аммиак должен содержать не менее 0,1 % воды по весу.

19.3 Если при изготовлении грузовых емкостей, трубопроводов или иных конструкций применялась углеродисто-марганцевая сталь с пределом текучести, превышающим указанные в 19.2, то эти конструкции подлежат термической обработке для снятия остаточных напряжений после сварки.

19.4 Емкости под давлением для обработки и трубопроводы конденсатной части системы охлаждения груза должны пройти термическую обработку после сварки с целью снятия напряжений в случае, если они изготовлены из материалов, указанных в 19.1.

19.5 Требуемые предел текучести и временное сопротивление направленного металла для применяемых сварочных материалов должны превышать соответствующие характеристики любого из свариваемых материалов.

19.6 Стали, легированные никелем и содержащие более 5 % никеля, а также углеродисто-марганцевые стали, не отвечающие требованиям 19.2 и 19.3, особенно подвержены трещинообразованию от коррозии под напряжением и не должны использоваться для систем и трубопроводов обработки и перевозки груза аммиака.

19.7 Легированные никелем стали, содержащие не более 5 % никеля, могут использоваться при условии, что температура перевозки отвечает требованиям 19.2.3.

19.8 Для уменьшения риска трещинообразования вследствие коррозии под напряжением, вызываемой аммиаком, целесообразно поддерживать содержание растворенного кислорода менее 2,5 частей на миллион по весу. Наилучшим образом это может быть достигнуто снижением среднего содержания кислорода в грузовых емкостях перед погрузкой аммиака до величин ниже, чем указано в табл. 19.8.

Таблица 19.8

Температура перевозки, °С	Содержание кислорода, % по объему
−30 и ниже	0,90
−20	0,50
−10	0,28
0	0,16
10	0,10
20	0,05
30	0,03

Примечание. Процент содержания кислорода для промежуточных температур определяется линейной интерполяцией.

20 ТРУБОПРОВОДЫ ВОЗВРАТА ПАРОВ

20.1 Должны быть предусмотрены трубопроводы возврата паров на берег в процессе погрузки.

21 ТОКСИЧНЫЕ ГРУЗЫ

21.1 Токсичные грузы должны иметь отдельные системы трубопроводов.

22 ПЛАМЕЗАЩИТНЫЕ ЭКРАНЫ ГАЗООТВОДНЫХ ОТВЕРСТИЙ

22.1 Если перевозится груз, указанный в настоящей части, вентиляционные отверстия грузовых емкостей должны быть снабжены стационарными или легко заменяемыми и эффективными пламезащитными экранами или головками, предотвращающими попадание искр и пламени в грузовые емкости. При проектировании пламезащитных экранов и головок газоотводных труб должна быть обеспечена их работоспособность в условиях возможности замерзания паров груза или обледенения при неблагоприятных погодных условиях.

После снятия противопожарных экранов должны устанавливаться обычные защитные экраны.

23 МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМОЕ КОЛИЧЕСТВО ГРУЗА В ОДНОЙ ЕМКОСТИ

23.1 Если перевозится груз, указанный в настоящей части, его количество не должно превышать 3000 м^3 в любой одной емкости.

24 НЕСОВМЕСТИМЫЕ ГРУЗЫ

24.1 Несовместимые грузы — это вещества, которые при взаимодействии вступают в опасную реакцию или образуют новые опасные вещества.

24.2 При одновременной перевозке двух или более грузов, которые могут вступить в опасную химическую реакцию, для каждого из грузов должны быть предусмотрены системы грузовых трубопроводов и газоотводные системы, не имеющие постоянного соединения друг с другом, каждая из которых должна отвечать критериям эксплуатационной надежности, указанным в 24.3. Для случая одновременной перевозки двух или более грузов, не реагирующих друг с другом, но для которых вследствие свойств их паров требуются изолированные системы, их разделение может быть обеспечено при помощи отсечных клапанов.

24.3 Эксплуатационная надежность системы и ее вспомогательных устройств должна быть такой, чтобы:

.1 в случае единичного отказа механических элементов либо элементов системы регулирования, не являющихся статическими, давление и температура в грузовой емкости сохранялись в диапазоне расчетных значений без влияния на иные основные функции;

.2 не требовалось резервирования систем трубопроводов;

.3 теплообменные аппараты, необходимые для поддержания давления и температуры в грузовых емкостях в диапазоне расчетных значений, имели резервный теплообменный аппарат, за исключением случаев, когда их тепловая мощность более чем на 25 % превышает необходимую для регулирования давления, и они могут быть отремонтированы на судне без привлечения внешних ресурсов. Если на судне предусмотрено дополнительное средство регулирования давления и температуры, которое не зависит от теплообменного аппарата, то резервный теплообменный аппарат не требуется; и

.4 для любого вещества, используемого в системе нагревания или охлаждения груза, были предусмотрены средства обнаружения утечки токсичных или воспламеняющихся паров в безопасную зону либо за борт в соответствии с требованиями разд. 6 части VIII «Контрольно-измерительные устройства и системы автоматизации». Любое выходное отверстие такого

устройства обнаружения утечек должно находиться в безопасной зоне и быть оборудовано пламегасителем.

25 ПЕРЕВОЗКА ГРУЗОВ, ОТМЕЧЕННЫХ (*) В ТАБЛИЦЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ (ПРИЛОЖЕНИЕ 1)

25.1 В случае перевозки грузов, отмеченных (*) в таблице технических требований (см. приложение 1), судно должно также отвечать применимым требованиям Правил классификации и постройки химовозов.

26 СМЕШАННЫЕ ГРУЗЫ С4

26.1 Грузы, которые могут перевозиться по отдельности и в соответствии с требованиями Кодекса, в особенности бутан, бутилены и бутадиен, могут перевозиться в виде смесей при условии соответствия положением настоящего раздела. Эти грузы могут различным образом упоминаться как «Натуральные С4», «Натуральный бутадиен», «С4 парофазного крекинга», «Отработавшие С4 парофазного крекинга», «Класс С4», «Рафинат С4» либо могут отправляться под иным описанием. Во всех случаях необходимо получить данные из паспорта безопасности материала (ПБМ), поскольку содержание в смеси бутадиена является важнейшим обстоятельством, так как он является потенциально токсичным и способным вступать в реакции. Хотя известно, что бутадиен характеризуется достаточно низким давлением паров, в случае присутствия бутадиена в смесях последние должны рассматриваться как токсичные. Это вызывает необходимость соответствующих мер предосторожности.

26.2 Если смешанные грузы С4, перевозимые в соответствии с условиями настоящего раздела, содержат более чем 50 % (молярных) бутадиена, должны быть приняты меры предосторожности с применением ингибитора, указанные в 10.1.

26.3 Если для конкретной подлежащей погрузке смеси не приведены сведения о коэффициентах расширения жидкой фазы, ограничения на предел заполнения в соответствии с 3.7 части VI «Системы и трубопроводы» должны рассчитываться так, как если быть груз на 100 % состоял из компонента с наибольшим коэффициентом расширения.

27 ДВУОКИСЬ УГЛЕРОДА: ВЫСОКАЯ СТЕПЕНЬ ОЧИСТКИ

27.1 Неуправляемая потеря давления груза может вызвать «сублимацию», когда груз из жидкого состояния может перейти в твердое. О точной температуре «тройной точки» конкретного груза двуокиси углерода должно быть сообщено до погрузки; эта температура зависит от чистоты данного груза, что должно быть учтено при регулировке грузовой аппаратуры. Установочное давление устройства аварийно-предупредительной сигнализации, описанного в настоящем разделе, должно быть по меньшей мере на 0,05 МПа выше «тройной точки» конкретного перевозимого груза. «Тройная точка» для чистой двуокиси углерода наблюдается при давлении 0,5 МПа (манометрическое) и −54,4 °С.

27.2 Существует возможность перехода груза в твердое состояние в случае отказа клапана безопасности грузовой емкости, установленного в соответствии с 3.16 части VI «Системы и трубопроводы», в открытом состоянии. Чтобы избежать этого, должны быть предусмотрены средства отсечения клапанов безопасности грузовой емкости, а требования 3.16.7.2 выше названной части при перевозке двуокиси углерода не применяются. Сливные патрубки от клапанов безопасности должны быть сконструированы таким образом, чтобы избегать попадания в них посторонних предметов, которые могли бы привести к засорению. Выходные отверстия сливных

патрубков клапанов безопасности не должны оборудоваться защитными экранами, таким образом, требования 5.8 выше названной части не применяются.

27.3 При перевозке двуокиси углерода должен осуществляться постоянный мониторинг возможного снижения давления в грузовых емкостях. На пост управления грузовыми операциями и на ходовой мостик должны подаваться звуковой и световой сигналы аварийно-предупредительной сигнализации. Если давление в грузовой емкости продолжает снижаться до значений в пределах 0,05 МПа от «тройной точки», определенной для конкретного груза, система мониторинга должна автоматически закрыть все клапаны грузового манифольда для жидкости и паров и остановить грузовые компрессоры и грузовые насосы. Для этой цели может быть использована система ESD операций с грузом.

27.4 Все материалы, используемые для грузовых емкостей и грузовых трубопроводов, должны быть пригодны для наиболее низкой температуры, которая может быть в процессе эксплуатации. Эта температура определяется как температура насыщения груза двуокиси углерода при установочном давлении автоматической системы безопасности, как требуется в 27.1.

27.5 Помещения грузовых трюмов, грузовых компрессоров и других замкнутых помещений, где возможно скопление двуокиси углерода, должны быть оборудованы устройствами постоянного мониторинга содержания двуокиси углерода. Эта стационарная система обнаружения газа заменяет требуемую разд. 6 части VIII «Контрольно-измерительные устройства и системы автоматизации», а мониторинг трюмных помещений должен осуществляться постоянно даже в том случае, если судно имеет систему удержания груза типа С.

28 ДВУОКИСЬ УГЛЕРОДА: НИЗКАЯ СТЕПЕНЬ ОЧИСТКИ

28.1 К таким грузам применяются требования разд. 28. При выборе конструкционных материалов для изготовления системы удержания груза должны учитываться возможность коррозии в случаях, когда груз двуокиси углерода низкой очистки содержит такие примеси, как вода, двуокись серы и т.п., которые могут вызвать кислотную коррозию или привести к другим проблемам.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ТАБЛИЦА ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ

Пояснения к таблице технических требований

1. Наименования веществ (графа 1) приведены в алфавитном порядке латинских наименований.

2. Химическая формула (графа 2) приведена только для сведения.

3. Плотность (графа 3) приведена только для сведения и должна уточняться по данным грузоотправителя.

4. Тип газовоза LG (графа 4) соответствует определению, приведенному в части I «Классификация».

5. Определение вкладной емкости типа С (графа 5) приведено в разд. 23 части IV «Хранение груза».

6. Требования к регулированию атмосферы парового пространства внутри грузовых емкостей (графа 6) приведены в части V «Противопожарная защита»:

Инерт. — инертный газ;

Сушка — осушенный воздух.

7. Система обнаружения паров (графа 7):

В — обнаружение воспламеняющихся паров;

Т — обнаружение токсичных паров;

О — обнаружение кислорода (кислородомер);

В+Т — обнаружение воспламеняющихся и токсичных паров.

8. Тип контрольно-измерительных устройств (графа 8):

П — устройства полузакрытого типа;

З — устройства закрытого типа;

К — устройства косвенного замера (см. 2.2 части VIII «Контрольно-измерительные устройства и системы автоматизации»).

9. Номера по таблице РПМП («Руководство по оказанию первой медицинской помощи» (MFAG) Международной морской организации (ИМО)) (графа 9) приведены для сведения о порядке неотложных действий при несчастных случаях, связанных с веществами, на которые распространяются требования Правил LG.

Если любое из указанных веществ перевозится при отрицательной температуре, которая может вызвать обморожение, следует также применять № 620 по таблице РПМП.

10. Специальные требования (графа 10) — приведены главы и разделы части X «Специальные требования».

11. * — на вещества, помеченные звездочкой, распространяются также требования Правил классификации и постройки химовозов.

Наименование вещества	Химическая формула	Плотность, кг/м^3, при температуре, указанной в скобках	Тип газовоза I,G	Требуется вкладная емкость типа С	Система регулирования парового пространства внутри грузовых емкостей	Система обнаружения паров груза	Тип контрольно-измерительных устройств	Номер по таблице РПМП	Специальные требования
Альдегид уксусный Acetaldehyde	CH_3CHO	780 (20,8°C)	2G/2PG	—	Инерт.	В+Т	З	300	2.2, 2.3, 5.1, разд. 7, разд. 8
Аммиак безводный Ammonia Anhydrous	NH_3	771 (−33,4°C)	2G/2PG	—	—	Т	З	725	2.1, 2.2, 2.3, 3.1, разд. 7
Бутадиен Butadiene	$CH_2CHCHCH_2$	646 (0°C)	2G/2PG	—	—	В+Т	П	310	3.2, 5.2, разд. 8, разд. 10
Бутан Butane	C_4H_{10}	600 (0°C)	2G/2PG	—	—	В	П	310	
Смеси бутана и пропана Butane/Propane mixture (СНГ) (LPG)			2G/2PG	—	—	В	П	310	
Бутилены Butylenes	$CH_3CH_2CHCH_2$	670 (0°C)	2G/2PG	—	—	В	П	310	
Хлор Chlorine	Cl_2	1560 (−34°C)	1G	Да	Сушка	Т	К	740	Разд. 2, 4.2, 5.1, разд. 6, разд. 7, разд. 9, разд. 11, разд. 15
Эфир диэтиловый простой* Diethyl Ether	$(C_2H_5)_2O$	640 (34,6°C)	2G/2PG	—	Инерт.	В+Т	З	330	2.1, 2.2, 3.6, 4.1, 8.1, разд. 17, разд. 22, разд. 23
Диметиламин Dimethylamine	$(CH_3)_2NH$	680 (0°C)	2G/2PG	—	—	В+Т	З	320	2.1, 2.2, 2.3, 3.1, разд. 7
Этан Ethane	CH_3CH_3	550 (−88°C)	2G	—	—	В	П	310	
Этил хлористый Ethyle Cloride	CH_3CH_2Cl	921 (0°C)	2G/2PG	—	—	В+Т	П	340	Разд. 7
Этилен Ethylene	C_2H_4	560 (−104°C)	2G	—	—	В	П	310	
Окись этилена Ethylene Oxide	CH_2CH_2O	882 (10°C)	1G	Да	Инерт.	В+Т	З	365	2.1, 2.2, 2.3, 2.5, 3.2, 4.2, разд. 6, разд. 7, разд. 8, разд. 12
Смеси окиси этилена и окиси пропилена с содержанием окиси этилена не более 30% по весу* Ethylene Oxide/Propylene Oxide mixture with Ethylene Oxide content of not more than 30% by weight			2G/2PG	—	Инерт.	В+Т	З	365	2.2, 4.1, 5.1, 8.1, разд. 18, разд. 22, разд. 23
Изопрен* Isoprene	$CH_2CHC(CH_3)CH_2$	680 (34°C)	2G/2PG	—	—	В	П	310	2.2, разд. 10, разд. 19, разд. 22
Изопропиламин* Isopropylamine	$(CH_3)_2CHNH_2$	710 (34°C)	2G/2PG	—	—	В+Т	З	320	2.1, 2.2, 3.4, разд. 7, разд. 20, разд. 21, разд. 22, разд. 23
Метан Methane (СПГ) (LNG)	CH_4	420 (-164°C)	2G	—	—	В	З	620	
Смеси метилацетилена и пропадиена Methylacetylene/Propadiene mixture			2G/2PG	—	—	В	П	310	Разд. 13
Метил бромистый Methyl Bromide	CH_3Br	1730 (0°C)	1G	Да	—	В+Т	З	345	Разд. 2, 3.3, разд. 4, 5.1, разд. 6, разд. 11
Метил хлористый Methyl Chloride	CH_3Cl	920	2G/2PG	—	—	В+Т	З	340	3.3, разд. 7

Наименование вещества	Химическая формула	Плотность, кг/м^3, при температуре, указанной в скобках	Тип газовоза LG	Требуется вкладная емкость типа С	Система регулирования парового пространства внутри грузовых емкостей	Система обнаружения паров груза	Тип контрольно-измерительных устройств	Номер по таблице РПМП	Специальные требования
Моноэтиламин* (Этиламин) Monoethylamine (Ethylamine)	$C_2H_5NH_2$	706 (0°C)	2G/2PG	—	—	B+T	3	320	2.1, 2.2, 2.3, 3.1, 4.1, разд. 7, разд. 20, разд. 21, разд. 22, разд. 23
Азот Nitrogen	N_2	808 (-196°C)	3G	—	—	O	3	620	Разд. 14
Пентаны (все изомеры)* Pentanes (all isomers)	$CH_3(CH_2)_3CH_3$	626 (0°C)	2G/2PG	—	—	B	П	310	2.3, 8.1, разд. 22
Пентен (все изомеры)* Pentene (all isomers)			2G/2PG	—	—	B	П	310	2.3, 8.1, разд. 22
Пропан Propane	$CH_3CH_2CH_3$	590 (-42,3°C)	2G/2PG	—	—	B	П	310	
Пропилен Propylene	CH_3CHCH_2	860	2G/2PG	—	—	B	П	310	
Окись пропилена* Propylene Oxide	CH_3CHOCH_2	830	2G/2PG	—	Инерт.	B+T	3	365	2.2, 4.1, 5.1, разд. 7, 8.1, разд. 18, разд. 20, разд. 22, разд. 23
Холодильные агенты (Охлаждающие газы) нетоксичные и невоспламеняющиеся: Refrigerant gases:			3G	—	—	—	П	350	
Дихлордифторметан Dichlodifluoromethane	CCl_2F_2	1490 (-30°C)							
Дихлормонофторметан Dichloromonofluoromethane	$CHFCl_2$	1480 (8,9°C)							
Дихлортетрафторэтан Dichlorotetrafluoroethane	$C_2F_4Cl_2$	1510 (3,8°C)							
Монохлордифторметан Monochlorodifluoromethane	$CHClF_2$	1420 (−42°C)							
Монохлортетрафторэтан Monochlorotetrafluoroethane	C_2HF_4Cl								
Монохлортрифторметан Monochlorotrifluoromethane	CF_3Cl	1520 (−81,4°C)							
Двуокись серы Sulphur Dioxide	SO_2	1460 (-10°C)	1G	Да	Сушка	T	3	635	Разд. 2, разд. 4, 5.1, разд. 6, разд. 7, разд. 9, разд. 11
Винил хлористый* Vinyl Chloride	CH_2CHCl	970 (-13,9°C)	2G/2PG	—	—	B+T	3	340	2.1, 2.2, 3.2, 4.1, разд. 7, 8.1, разд. 10, разд. 17, разд. 19, разд. 21, разд. 22
Эфир винилэтиловый Vinyl Ethyl Ether	$CH_2CHOC_2H_5$	755	2G/2PG	—	Инерт.	B+T	3	330	2.1, 2.2, 3.2, 4.1, разд. 7, 8.1, разд. 10, разд. 17, разд. 19, разд. 21, разд. 22
Винилиден хлористый* Vinylidene Chloride	$C_2H_2Cl_2$	1250	2G/2PG	—	Инерт.	B+T	П	340	2.1, 2.2, 3.5, разд. 7, разд. 10, разд. 19, разд. 21, разд. 22
Эфир диметиловый Dimethyl Ether	C_2H_6O	1,716	2G/2PG	—	—	B+T	C	—	
Смешанные грузы С4 Mixed Cargoes C4			2G/2PG	—	—	B+T	З. К	—	2.1, 3.2, 5.2, 5.3, 8.1, разд. 26
Двуокись углерода (высокой очистки) Carbon dioxide (high purity)	CO_2	771	3G	—	—	O	3	—	Разд. 27
Двуокись углерода (низкой очистки) Carbon dioxide (low purity)	CO_2	771	3G	—	—	O	3	—	Разд. 28

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОДЕКС ПОСТРОЙКИ И ОБОРУДОВАНИЯ СУДОВ, ПЕРЕВОЗЯЩИХ СЖИЖЕННЫЕ ГАЗЫ НАЛИВОМ

См. главу 18 Международного кодекса постройки и оборудования судов, перевозящих сжиженные газы наливом.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

См. дополнение 4 Международного кодекса постройки и оборудования судов, перевозящих сжиженные газы наливом.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

СТАНДАРТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОЛОГИЙ ПРЕДЕЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПРИ РАСЧЕТЕ СИСТЕМ УДЕРЖАНИЯ ГРУЗА НОВОЙ КОНФИГУРАЦИИ

См. дополнение 5 Международного кодекса постройки и оборудования судов, перевозящих сжиженные газы наливом.

Российский морской регистр судоходства

Правила классификации и постройки судов для перевозки сжиженных газов наливом

ФАУ «Российский морской регистр судоходства»
191186, Санкт-Петербург, Дворцовая набережная, 8
www.rs-class.org/ru/

gost.e-ecolog.ru