

ПРАВИЛА

КЛАССИФИКАЦИИ И ПОСТРОЙКИ СУДОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ НАЛИВОМ

ЧАСТЬ VI СИСТЕМЫ И ТРУБОПРОВОДЫ

НД № 2-020101-176



Санкт-Петербург

ПРАВИЛА КЛАССИФИКАЦИИ И ПОСТРОЙКИ СУДОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ НАЛИВОМ (ЧАСТЬ VI)

Настоящая версия части VI «Системы и трубопроводы» Правил классификации и постройки судов для перевозки сжиженных газов наливом Российского морского регистра судоходства (РС, Регистр) утверждена в соответствии с действующим положением и вступает в силу 1 января 2024 года.

Настоящая версия составлена на основании версии от 1 января 2023 года и Бюллетеня изменений № 23-245105 с учетом изменений и дополнений, подготовленных непосредственно к моменту опубликования (см. Перечень изменений).

ПЕРЕЧЕНЬ ИЗМЕНЕНИЙ¹

Для данной версии нет изменений для включения в Перечень.

¹ За исключением изменений и дополнений, вводимых Бюллетенями, а также опечаток.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая часть Правил классификации и постройки судов для перевозки сжиженных газов наливом¹ дополняет часть VIII «Системы и трубопроводы» Правил классификации и постройки морских судов² и устанавливает требования к специальным системам и трубопроводам судов для перевозки сжиженных газов наливом³.

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 уравнивательные танки, теплообменные аппараты и коллекторы-накопители, должны также отвечать требованиям к автономным танкам типа C, приведенные в части IV «Хранение груза». Термин «сосуды под давлением», используемый в части IV «Хранение груза», распространяется как на автономные танки типа C, так и на технологические сосуды под давлением.

¹ В дальнейшем — Правила LG.

² В дальнейшем — Правила классификации.

³ В дальнейшем — газозовы LG.

2 ТРУБОПРОВОДЫ

2.1 Материалы.

2.1.1 Трубопроводы и арматура для сред с рабочей температурой от 0 до -165°C должны изготавливаться из материалов, указанных в табл. 2.1-4 части IX «Материалы и сварка». Выбор и испытания материалов, используемых в системах трубопроводов, должны отвечать требованиям разд. 2 части IX «Материалы и сварка» с учетом минимальной расчетной температуры. Вместе с тем может быть допущено определенное ослабление требований к качеству материала для открытых трубопроводов газоотвода, при условии, что температура груза на клапане сброса давления при его установочном значении не ниже -55°C 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°C 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°C .

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.

2.1.5 При выборе материала для внешних труб или каналов систем газообразного топлива с принудительной вентиляцией, обеспечивающей по меньшей мере 30 воздухообменов в час, необходимо учитывать влияние как давления, так и возможной низкой температуры в случае выхода из строя системы высокого давления.

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 зависимости от перевозимого груза, 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. Могут быть использованы большие или меньшие значения (см. 13.2 части IV «Хранение груза»); или

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. Могут быть использованы большие или меньшие значения (см. 13.2 части IV «Хранение груза») при допущении о том, что при эксплуатационных значениях давления и температуры в системе будет иметь место начальная фаза насыщенных паров; или

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

установочное давление подрыва предохранительного перепускного клапана соответствующего насоса или компрессора; или

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

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 либо 10-кратного установочного давления предохранительного клапана.

Части систем для перекачки жидкостей, которые могут быть подвержены скачкам давления, должны быть рассчитаны на действие такого давления.

2.2.1.2 Расчетное давление для внешних труб или каналов систем газообразного топлива не должно быть менее максимального рабочего давления внутренней трубы для передачи газа. В качестве альтернативы для систем трубопроводов газообразного топлива с рабочим давлением, превышающим 1 МПа, расчетное давление внешнего канала должно составлять не менее максимального роста давления, возникающего в окружающем кольцеобразном пространстве, с учетом мгновенного пикового давления в месте любого разрушения и устройств вентиляции.

Под термином «канал» в [2.2.1.2](#) и [12.2.4](#) понимаются кожухи оборудования (например, клапанные коробки), а также конструктивные каналы трубопроводов, предназначенные для локализации любого выхода газа из внутренней трубы или оборудования. Термин «конструктивный канал» означает наружный воздуховод, являющийся частью конструкции судна, такой как конструкция корпуса, надстройки или рубки, иных нежели помещения блоков клапанов.

2.2.1.2.1 Выражение «расчетное давление в наружной трубе или канале» в [2.2.1.2](#) может иметь одно из следующих значений:

.1 максимальное давление, которое может воздействовать на внешнюю трубу или кожух оборудования после разрыва внутренней трубы, как документально подтверждено соответствующими расчетами с учетом вентиляционных устройств; или

.2 для газовых топливных систем с рабочим давлением внутренней трубы более 1 МПа — максимальное давление, возникающее в кольцевом пространстве после разрыва внутренней трубы, которое должно быть рассчитано в соответствии с 9.5.7.2 части XVII «Дополнительные знаки символа класса и словесные характеристики, определяющие конструктивные или эксплуатационные особенности судна» Правил классификации;

.3 выражение «максимальное давление при разрушении газовой трубы» в [12.2.4](#) следует понимать, как максимальное давление, которому подвергается внешняя труба или канал после разрыва внутренней трубы, и для целей испытаний оно равно расчетному давлению, указанному в [2.2.1.2](#).

2.2.1.3 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.

2.2.1.4 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.

2.2.1.5 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 либо по согласованным с Регистром стандартам.

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 Анализ напряжений.

2.2.3.1 Если расчетная температура внутренней среды составляет $-110\text{ }^{\circ}\text{C}$ или ниже, Регистру должен быть представлен полный анализ напряжений в трубопроводах, принимающий в расчет все напряжения, возникающие вследствие веса труб, включая усилия под действием ускорений, если они являются значительными, внутреннее давление, термическое сжатие и нагрузки, обусловленные прогибом и перегибом корпуса судна, для каждого из ответвлений системы трубопроводов.

Анализ должен быть выполнен в соответствии с требованиями признанных стандартов, и включать в себя как минимум следующее:

- .1 описание методики расчета;
- .2 исходные данные (используемое программное обеспечение (ПО), применяемые нормативные документы, перечень систем трубопроводов и оборудования, перечень вспомогательных документов);
- .3 проектные данные (единицы измерения параметров, система координат, данные по ускорениям согласно 28.2 части IV «Хранение груза», данные по материалам трубопроводов, данные по смещению опор под действием нагрузок, обусловленных деформированием корпуса судна, расчетные параметры трубопроводов);
- .4 определение расчетных нагрузок (постоянные, эксплуатационные, обусловленные внешним воздействием и аварийные), их описание и комбинации;
- .5 определение допускаемых напряжений для трубопроводов;
- .6 определение суммарных напряжений в трубопроводах и их сравнение с допускаемыми напряжениями;
- .7 заключение с подтверждением выполнения критериев прочности;
- .8 рекомендации, при наличии.

Методика расчета и критерии прочности должны быть согласованы с Регистром.

2.2.3.2 Если расчетная температура внутренней среды выше $-110\text{ }^{\circ}\text{C}$, Регистр может потребовать анализ напряжений в отношении таких аспектов, как конструкция или жесткость системы трубопроводов и выбор материалов. В любом случае должны учитываться термические напряжения, даже если результаты расчетов не предоставляются. Анализ может быть выполнен в соответствии с методикой, согласованной с Регистром.

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 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже подкладные кольца после сварки должны быть удалены. Объем неразрушающего контроля должен быть не менее указанного в 3.3.3 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 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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 $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$.

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.

Расчет и установка сильфонных компенсаторов должны осуществляться в соответствии с признанными стандартами, а компенсаторы должны быть оборудованы средствами предотвращения повреждений вследствие их чрезмерного расширения или сжатия.

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, исключаящие 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 газозовозов», 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 развиваться 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 м³, 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 Международным кодексом постройки и оборудования судов, перевозящих сжиженные газы наливом¹, 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.

Настоящие требования применимы только в том случае, если такая система отбора проб установлена на судне. Соединения, используемые для контроля атмосферы в грузовых емкостях во время инертизации или подачи газа, не считаются соединениями для отбора проб груза.

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.

¹ В дальнейшем — Кодекс.

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 съёмными, 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.

Средства, указывающие на то, что фильтр засорился и требует технического обслуживания, должны быть предусмотрены как для фиксированных встроенных фильтров, так и для переносных фильтровальных установок, если предусмотрен специальный корпус фильтра. В тех случаях, когда используются переносные фильтры без специального корпуса для установки на приемных фланцах манифольда с возможностью их визуально осматривать после каждой загрузки и разгрузки, никаких дополнительных устройств для индикации засорения или устройства дренажа не требуется.

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 $-110\text{ }^{\circ}\text{C}$, 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 концевой 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 Грузовые стендеры.

3.14.1 Грузовой стендер должен быть спроектирован, изготовлен и установлен на судне таким образом, чтобы обеспечивалась его надежная и безопасная работа при всех условиях эксплуатации.

Расположение и количество грузовых стендеров на судне определяются проектантом исходя из условий безопасной эксплуатации и особенностей режима грузовых операций. Должны быть одновременно обеспечены передача сжиженного газа и возврат его паров, если не предусмотрено сжигание или повторное сжижение испарившегося газа. Допускается применение грузовых стендеров комбинированного типа.

3.14.2 Материалы, применяемые для изготовления трубопроводов и арматуры грузового стендера, должны удовлетворять требованиям 2.1 части IX «Материалы и сварка».

При выборе материала для конструкций грузового стендера должны быть учтены расчетные нагрузки согласно [3.14.3](#), а также расчетная температура внутренней среды и расчетное давление в системе трубопроводов грузового стендера.

3.14.3 Анализ напряжений и перемещений в элементах грузового стендера.

Анализ напряжений и перемещений, возникающих в элементах грузовых стендеров, должен включать в себя, но не ограничиваться указанным ниже:

- .1** определение расчетных нагрузок для различных случаев загрузки;
- .2** определение допускаемых напряжений и перемещений;
- .3** определение действующих напряжений и перемещений и их сравнение с допускаемыми значениями.

При выполнении расчетов должны учитываться нагрузки от собственного веса, включая вес трубопровода с арматурой и вес перекачиваемого сжиженного газа, давления и скорости перекачки сжиженного газа, обледенения, давления ветра. Для трубопроводов следует учитывать требования [2.2.3](#).

Расчеты должны выполняться по методике, согласованной с Регистром.

3.14.4 Компоненты трубопровода грузового стендера, такие как грузовой вертлюг, быстроразъемное соединение, устройство аварийного разъединения и т.д., должны иметь Свидетельство о типовом одобрении.

3.14.5 Электрооборудование, необходимое для работы грузового стендера, должно отвечать требованиям части VII «Электрическое оборудование».

3.14.6 Испытания.

Грузовые стендеры в собранном виде перед установкой на судно должны быть испытаны и освидетельствованы в соответствии с программой испытаний, одобренной Регистром. Программа испытаний должна включать, как минимум, демонстрацию и проверку работы грузового вертлюга, быстроразъемного соединения, системы аварийного разъединения, системы контроля положений, системы автоматики, системы сигнализации и защиты.

Трубопроводы с арматурой должны быть испытаны давлением равным 1,5 расчетного давления в системе трубопроводов грузового стендера и выдерживать указанное давление как минимум 30 мин без каких-либо остаточных деформаций.

Герметичность шарнирно-подвижных соединений должна быть проверена проворачиванием подвижных соединений под давлением при рабочей температуре.

План освидетельствований и испытаний грузового стендера подлежит одобрению Регистром.

Испытания на судне проводятся в присутствии инспектора РС в соответствии с [12.2](#) по представленной верфью программе газовых испытаний.

3.14.7 Маркировка.

При положительных результатах испытаний и освидетельствования на грузовой стендер должна быть нанесена четкая, прочная и долговечная маркировка, содержащая следующую информацию о грузовом стендере:

- .1** изготовитель;
- .2** тип, назначение (внутренняя среда);
- .3** серийный (отличительный) номер;
- .4** год изготовления;
- .5** вместимость, л;
- .6** диаметр (DN) и материал трубопровода;
- .7** расчетная температура груза, °C;
- .8** расчетное давление в системе трубопроводов, МПа;
- .9** испытательное давление, МПа;
- .10** дата испытаний.

3.15 Грузовые шланги.

3.15.1 Грузовой шланг должен соответствовать требованиям 5.11.7 Кодекса МКГ, применимым требованиям разд. 6 части VIII «Системы и трубопроводы» Правил классификации и иметь Свидетельство о типовом одобрении.

3.16 Насосы и компрессоры.

3.16.1 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.

3.16.2 Для перекачки паров сжиженных газов могут использоваться одно- и двухступенчатые компрессоры.

3.16.3 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.

3.16.4 Для грузовых насосов и компрессоров, давление нагнетания которых может превысить расчетное давление в системе, должны быть предусмотрены предохранительные клапаны.

3.16.5 При перекачке груза посредством вытеснения сжатыми газами должна быть исключена возможность подрыва предохранительных клапанов.

3.16.6 Грузовые насосы и компрессоры должны быть снабжены устройствами для автоматического отключения их в случае:

закрытия аварийных запорных клапанов на напорных трубопроводах, требуемых в [3.17.1](#), с помощью системы аварийной остановки, требуемой в [3.17.4](#);

достижения установленного уровня груза в грузовой емкости;

падения давления в грузовой емкости до минимально допустимого значения.

3.17 Трубопроводы и арматура.

3.17.1 Каждая грузовая система и грузовая емкость должны быть оборудованы аварийными запорными клапанами.

3.17.1.1 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 [3.17.3](#) и [3.17.4](#).

3.17.1.2 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 [3.17.5](#), могут быть использованы вместо аварийного отсечного клапана.

Один клапан может заменить два отдельных клапана при условии, что он соответствует требованиям [3.17.4](#) и имеет местное ручное управление, обеспечивающее полное закрытие трубопровода.

3.17.2 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.

3.17.3 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.

3.17.4 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. Рекомендуются, 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.

3.17.4.1 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, м³; LR — максимальная норма погрузки, согласованная между судном и береговыми средствами погрузки, м³/ч) и должно быть таким, чтобы избежать гидравлических ударов.

3.17.4.2 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.

3.17.5 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.

3.17.6 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.

3.17.7 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. [3.17.10](#)).

3.17.8 По согласованию с Регистром для производства грузовых операций с носом и кормой грузовые трубопроводы могут быть проложены в корму или в нос за пределами грузовой зоны в соответствии с [3.17.9](#) и [3.17.10](#), однако они не должны использоваться для перекачки токсичных грузов.

Места подсоединения грузовых шлангов должны быть расположены следующим образом.

3.17.8.1 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.

3.17.8.2 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.

3.17.8.3 Электрооборудование, размещенное в пределах 3-х метровой зоны от места расположения узла подсоединения вышеперечисленных устройств к берегу, должно отвечать требованиям части VII «Электрическое оборудование».

3.17.8.4 Противопожарные устройства, предназначенные для использования в районе размещения носовых или кормовых погрузочно-разгрузочных зон, должны отвечать требованиям 3.3 части V «Противопожарная защита».

3.17.8.5 Между постом управления грузовыми операциями и местом подсоединения грузовых шлангов к берегу следует предусмотреть средства связи.

3.17.9 Грузовые трубопроводы для погрузки с носа и кормы должны быть установлены стационарно и отвечать следующим требованиям.

3.17.9.1 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.

3.17.9.2 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.

3.17.9.3 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.

3.17.10 Для удаления остатков груза после пользования трубопроводами, указанными в [3.17.8](#), 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.

3.17.11 Если в грузовой емкости остается часть груза, не откачиваемая грузовыми насосами, должны быть предусмотрены специальные устройства, обеспечивающие удаление остатков груза.

3.18 Система защиты от повышения давления.

3.18.1 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, межбашерные 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](#).

3.18.2 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.

3.18.3 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 [3.21.3](#);

.2 пропускная способность предохранительных устройств межбарьерных пространств вкладных грузовых емкостей типа В может быть определена согласно [3.21.3](#), 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 [3.21.3](#).

3.18.4 Предохранительные клапаны должны быть отрегулированы на давление подрыва, не превышающее давление, на которое рассчитана грузовая емкость.

3.18.5 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.

3.18.6 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](#).

Процедура изменения установочного давления подрыва предохранительных клапанов должна быть включена в руководство по эксплуатации грузовой системы (см. 4.1.27 части I «Классификация»).

3.18.7 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.

3.18.8 Каждый предохранительный клапан, установленный на грузовой емкости, должен быть соединен с газоотводной системой.

3.18.9 При одновременной перевозке грузов, которые могут вступать в опасную реакцию друг с другом, должна быть установлена независимая система предохранительных клапанов для каждого груза.

3.18.10 Предохранительные клапаны и трубопроводы должны устанавливаться таким образом, чтобы жидкость не могла скапливаться в предохранительных клапанах или вблизи них.

3.18.11 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 (May 2017), документ доступен на сайте МАКО www.iacs.org.uk.

3.19 Дополнительная система понижения давления для регулирования уровня жидкости.

3.19.1 Каждая грузовая емкость, если требуется в [3.22.4.2](#), 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 [3.22.4.2](#);

.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 предохранительный клапан (клапаны), указанные в [3.19.1.1](#). 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.

3.19.2 Общая пропускная способность дополнительной системы понижения давления при давлении, указанном в [3.19.1.1](#), должна быть не менее

$$Q = FG'A^{0,82}, \quad (3.19.2-1)$$

где Q — минимальная требуемая пропускная способность выпуска воздуха, м³/с, при стандартных условиях 0 °С и 0,1013 МПа;

G' — газовый коэффициент, определяемый по формуле

$$G' = \frac{12,4}{(L + \rho_R m)D} \sqrt{ZT'/M}, \quad (3.19.2-2)$$

где ρ_R — относительная плотность жидкой фазы груза в условиях понижения давления ($\rho_R = 1$ 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. 3.19.2](#). Для грузов, не указанных в [табл. 3.19.2](#), 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. [3.21.1.2](#).

Таблица 3.19.2

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

П р и м е ч а н и е . Значения m приведены для давлений не выше 0,206 МПа.

3.19.3 Если в соответствии с [3.19.1.1](#) требуется изменить регулировку предохранительных клапанов, она должна соответствовать требованиям [3.18.6](#).

3.19.4 В качестве предохранительных клапанов (см. [3.19.1.1](#)) могут использоваться клапаны, указанные в [3.18](#), при условии, что давление регулировки и способность понижения давления соответствуют требованиям [3.19](#).

3.19.5 Выпускаемый газ от предохранительных клапанов должен отводиться в газоотводную систему (см. также [3.18.8](#), [5.2](#) и [5.3](#)).

3.20 Система защиты от вакуума.

3.20.1 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.

3.20.2 Грузовые емкости, для которых требуется согласно [3.20.1](#) 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.

3.20.3 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.

3.20.4 Система защиты от вакуума должна быть испытана в действии при предписанном давлении.

3.21 Размеры предохранительных клапанов.

3.21.1 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:

$$Q = FGA^{0,82}, \quad (3.21.1.2-1)$$

где Q — минимальная требуемая пропускная способность выпуска воздуха, м³/с, при стандартных условиях (0 °C 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:

$$G = \frac{12,4}{LD} \sqrt{ZT/M}, \quad (3.21.1.2-2)$$

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. 3.21.1.2](#) 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, м², для различных типов емкостей, как показано на [рис. 3.21.1.2](#).

Требуемая массовая пропускная способность предохранительного устройства по воздуху определяется по следующей формуле:

$$M_{air} = Q\rho_{air}, \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad (3.21.1.2-3)$$

где ρ_{air} — плотность воздуха при 273,15K и 0,1013 МПа принимается равной 1,293 кг/м³.

Таблица 3.21.1.2

<i>K</i>	<i>D</i>	<i>K</i>	<i>D</i>	<i>K</i>	<i>D</i>
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	—	—

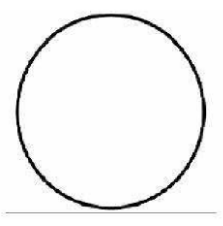
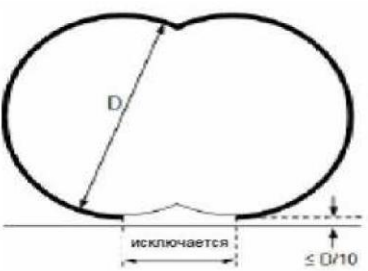
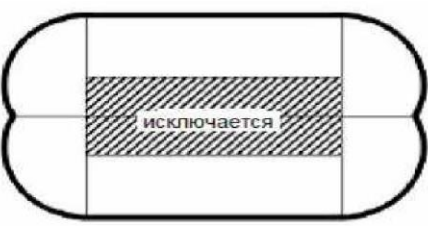
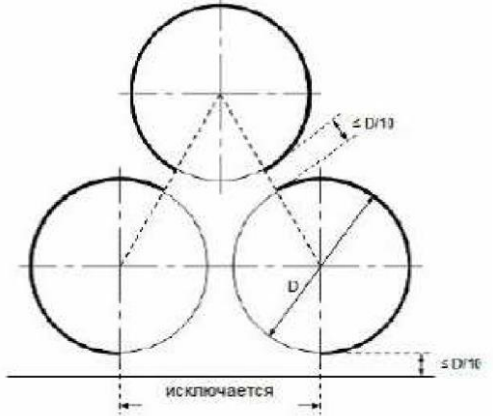
 Сферические или цилиндрические грузовые емкости со сферическими, полусферическими или эллиптическими выпуклыми днищами. Площадь A принимается равной полной площади наружной поверхности грузовой емкости.	 Призматические грузовые емкости. Для призматических грузовых емкостей расстояние между плоским дном 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 емкостей, 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. 3.21.1.2
Площади расчетной поверхности

3.21.2 При определении пропускной способности, указанной в [3.21.1](#), следует учитывать противодействие 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 противодействие 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 [3.21.1.2](#).

3.21.3 Общая пропускная способность устройств понижения давления для межбарьерных пространств вкладных грузовых емкостей типа А, определяется по формуле

$$Q_{sa} = 3,4A_c \frac{\rho}{\rho_v} \sqrt{h}, \quad (3.21.3)$$

- где Q_{sa} — минимальная требуемая пропускная способность выпуска воздуха, м³/с, при стандартных условиях (0 °С и 0,1013 МПа);
 A_c — расчетная площадь трещин, м²;
 $A_c = \frac{\pi}{4} \delta L$;
 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. 3.21.3](#);
 h — максимальная высота жидкости выше днища емкости плюс 100·MARVS, м;
 ρ — плотность продукта в жидкой фазе, кг/м³, при заданном давлении срабатывания предохранительных устройств межбарьерного пространства;
 ρ_v — плотность паров продукта, кг/м³, при заданном давлении срабатывания предохранительных устройств межбарьерного пространства и температуре 0 °С;
 MARVS — максимально допустимое давление срабатывания предохранительного клапана грузовой емкости, МПа.

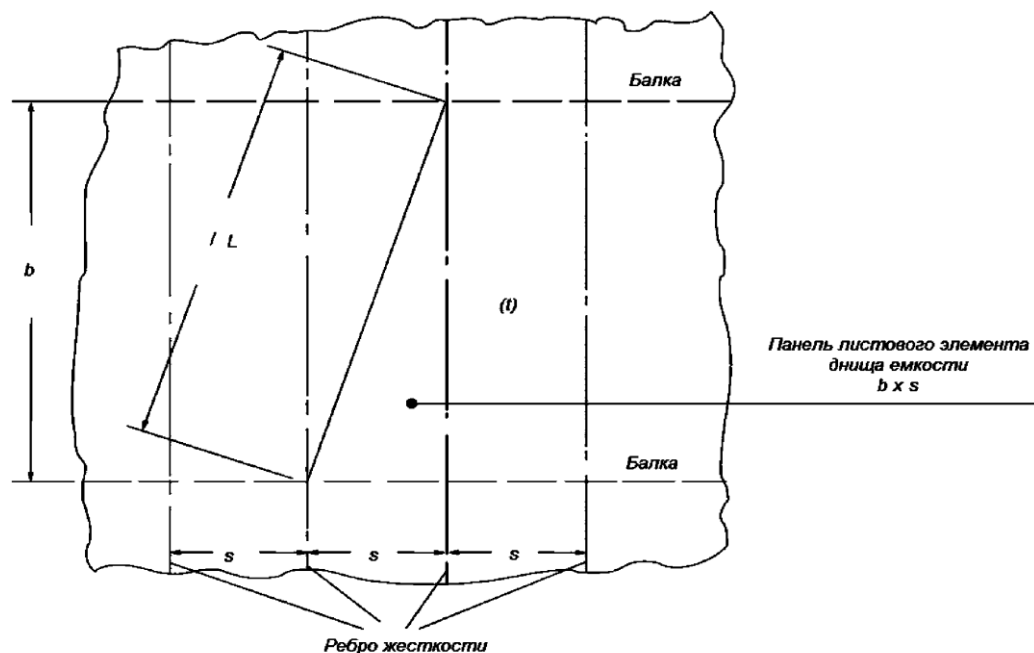


Рис. 3.21.3

3.22 Пределы заполнения грузовых емкостей.

3.22.1 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 [3.18.1](#);

.3 обеспечить эксплуатационный запас, исключающий переполнение с учетом объема жидкости, поступающей в грузовые емкости после завершения погрузки с учетом [3.17.4.1](#) и после срабатывания клапанов аварийного отключения.

Базовым значением для предела заполнения (FL) грузовых емкостей является 98 % при расчетной температуре, указанной в [3.22.4](#). Исключения из вышеперечисленного возможны при условии выполнения требований [3.22.2](#).

3.22.2 Может быть допущен предел заполнения, превышающий 98 %, в условиях крена и дифферента, указанных в [3.18.10](#), а также с учетом рекомендации МАКО № 149 (May 2017), документ доступен на сайте МАКО www.iacs.org.uk, 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 [3.19.2](#);

.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 [3.22.2.1 — 3.22.2.5](#) предел заполнения грузовой емкости при расчетной температуре, превышающий 99,5 %, не допускается.

3.22.3 Максимальный предел заполнения (LL), до которого грузовая емкость может быть заполнена определяется по формуле

$$LL = FL \frac{\rho_R}{\rho_L}, \quad (3.22.3)$$

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 [3.22.4](#);

ρ_R — относительная плотность груза при расчетной температуре; и

ρ_L — относительная плотность груза при температуре и давлении погрузки.

3.22.4 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 [3.18](#), должна быть установлена дополнительная система предохранительных клапанов в соответствии с требованиями [3.19](#).

3.22.5 По согласованию с Регистром допускается заполнение грузовых емкостей типа C в соответствии с формулой, приведенной в [3.22.3](#), 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**.

3.22.6 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 [3.19](#). Перечень должен быть одобрен Регистром и постоянно храниться на судне.

3.23 Система аварийного отключения (ESD) операций с грузом.

3.23.1 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. [3.23.6](#)).

3.23.2 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.

3.23.3 Система ESD должна приводиться в действие ручным способом и автоматически, как указано в перечне способов приведения системы в действие в [табл. 3.23.7.3](#). 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.

3.23.4 Судовые системы ESD должны иметь в своем составе линию связи «судно — берег» в соответствии с признанным стандартом.

3.23.5 На посту управления грузовыми операциями и на ходовом мостике должны быть предусмотрены функциональные блок-схемы системы ESD и связанных с ней систем.

3.23.6 Требования к клапанам системы ESD.

3.23.6.1 Термин «клапан ESD» означает любой клапан, работающий в системе ESD.

3.23.6.2 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.

3.23.6.3 Для клапанов ESD с гидравлическим или пневматическим приводом должно быть выполнено следующее:

.1 звуковые и световые сигналы должны подаваться в случае потери давления в системе привода клапанов, что приводит к аварийному закрытию клапанов. Сигнализация должна быть предусмотрена в обычно посещаемых персоналом постах управления (например, пост управления грузовыми операциями (ПУГО) и/или ходовой мостик и т.д.);

.2 следующие условия должны быть выполнены для обеспечения функции аварийного закрытия клапана ESD:

.2.1 отказ гидравлической или пневматической системы привода клапанов не должен приводить к потере функции аварийного закрытия (т.е. аварийное закрытие клапана активируется пружиной или собственным весом); или

.2.2 гидравлическая или пневматическая система для аварийного закрытия клапанов ESD должна быть обеспечена запасом энергии и отделена от системы привода клапанов.

3.23.6.4 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.

3.23.6.5 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

$$3600U/LR, \text{ с,}$$

где U = незаполненный объем танка, при котором подается сигнал, м³;

LR = максимальная скорость погрузки, согласованная между судном и береговым средством, м³/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 стэндера, судовых и береговых систем трубопроводов, если применимо.

3.23.6.6 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.

3.23.6.7 Если клапаны грузовой системы являются также клапанами ESD, то должны применяться требования настоящей главы.

3.23.7 Органы управления системы ESD.

3.23.7.1 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.

3.23.7.2 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.

3.23.7.3 При срабатывании системы ESD работающее грузовое оборудование должно останавливаться в соответствии с указаниями [табл. 3.23.7.3](#) в зависимости от причины срабатывания.

Таблица 3.23.7.3

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 сжижения газа	Клапаны системы ESD	Сигнал на судно/береговая связь**
Аварийные кнопки (см. 3.23.7.1)	√	√	√	1	√	√	√	√
Обнаружение пожара на палубе или в компрессорной*** (см. 3.23.7.2)	√	√	√	√	√	√	√	√
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. 3.23.4)	√	√	√	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 3.23.6.7. 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. 3.23.7.4). Для этой цели должно быть предусмотрено электрическое или механическое блокирующее устройство, исключающее непреднамеренное срабатывание грузовых насосов и открывание клапанов системы ESD манифольдов.

Причина срабатывания системы ESD	Отключаемое оборудование						
	Насосы		Системы компрессоров				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 сжижения газа	Клапаны системы ESD
							Сигнал на судно/береговая связь**
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.							

3.23.7.4 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.

3.23.8 Дополнительные случаи отключения.

3.23.8.1 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.

3.23.8.2 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.

3.23.9 Испытания до начала грузовых операций

3.23.9.1 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.

3.23.10 Горячие работы на системах удержания груза или вблизи них.

3.23.10.1 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.

3.23.11 Дополнительные требования эксплуатационного характера.

3.23.11.1 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.

3.24 Система регазификации.

3.24.1 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.

3.24.2 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 пламепрекратителем.

3.24.3 Должны быть предусмотрены средства защиты испарителей от замерзания теплоносителя.

3.24.4 Система отключения регазификации (COP) 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. 3.24.4](#).

При активации COP 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. 3.24.4](#), будет потерян, то немедленно должна быть активирована COP для остановки работы системы регазификации. Но при дублировании датчиков автоматическое активирование COP может не предусматриваться, если один из датчиков продолжает работу.

Таблица 3.24.4

Минимальные требования по автоматизации процесса регазификации

Контролируемый параметр	Сигнализация	Отключение	Комментарии
Давление во всасывающем коллекторе	H/L	—	—
Уровень во всасывающем коллекторе	L	LL	COP
Температура греющей среды на входе в испаритель	L	LL	COP
Давление греющей среды на входе в испаритель	L	LL	COP
Температура греющей среды на выходе из испарителя	L	LL	COP
Давление СПГ на входе в испаритель	H/L	—	—
Температура газа на выходе из испарителя	L	LL	COP
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	COP
Температура газа отгрузки	L	LL	COP
Обнаружение протечек паров СПГ в системе подогрева	X	—	Газоанализатор для паровых и гликолевых систем, датчик давления для пропана
Срабатывание судовой системы аварийной остановки	—	X	COP
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

3.24.5 Система аварийного отключения (ESD).

3.24.5.1 Требования к системе аварийного отключения, описанные в [3.17.4](#) и [3.23](#), должны быть применены для системы регазификации. В дополнение к тому, что указано в [3.17.4](#) и [3.23](#), 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.

3.24.6 Система сброса давления.

3.24.6.1 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.

3.24.7 Предохранительные клапаны системы регазификации.

3.24.7.1 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.

3.24.7.2 Предохранительные клапаны сброса давления должны устанавливаться в тех секциях трубопроводов, в которых СПГ может остаться в замкнутом объеме.

3.24.7.3 В случае перепуска СПГ из системы регазификации в грузовые танки, возможность сброса СПГ или газа высокого давления в грузовую емкость должна быть подтверждена расчетом.

3.24.8 Газоотводная система.

3.24.8.1 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.

3.24.8.2 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 аккумулялирование 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, отдельные 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 интенсивности 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 попаданию 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, используемые 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 давления 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 вкладки 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 применительно 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 на открытой палубе, которая в отсутствии данных вытяжных каналов имеет такую же или меньшую категорию опасности 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 Любой пост управления грузовыми операциями должен быть расположен на открытой палубе и может находиться в грузовой зоне. Пост управления грузовыми операциями может располагаться в районе жилых и служебных помещений или постов управления при соблюдении следующих условий:

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

.2 если вход отвечает требованиям 1.5.2 части II «Требования к общему расположению» и [8.3.1](#) настоящей части, из поста управления грузовыми операциями может иметься доступ в вышеуказанные помещения; и

.3 если вход не отвечает требованиям 1.5.2 части II «Требования к общему расположению», из поста управления грузовыми операциями не должно быть доступа в вышеуказанные помещения, воздухозаборники и отверстия должны отвечать требованиям 1.5.7 и 1.12 части II «Требования к общему расположению» и [8.3.1](#) настоящей части, а изоляция ограничивающих такие помещения конструкций должна быть выполнена на класс «А-60».

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;

.3 помещения блоков клапанов должны соответствовать следующим требованиям:

.3.1 быть газонепроницаемыми по отношению к другим закрытым помещениям;

.3.2 оборудоваться вентиляцией согласно [11.2.2](#);

.3.3 быть способными выдерживать максимальное избыточное давление, возникающее в случае разрушения газовой трубы, что должно подтверждаться соответствующими расчетами с учетом устройства вентиляции.

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 требованиями [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 общем клапанном блоке, устроенном таким образом, чтобы при возникновении одного из указанных условий поток к установке, использующей газообразное топливо, был перекрыт, а вентиляция открыта.

В помещении, где размещаются несколько потребителей, прекращение подачи топлива к одному из них не должно нарушать подачи газообразного топлива к другим.

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](#);

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. Картеры двигателей внутреннего сгорания, работающих на газообразном топливе, должны иметь устройства сигнализации, установленные на срабатывание до достижения концентрацией значения 100 % 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 пламепрекратителем.

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.

Должна быть предусмотрена удобная система сброса давления из впускных коллекторов воздуха, продувочных пространств и выхлопной системы, если они не рассчитаны на наихудшие случаи избыточного давления из-за утечек воспламеняемого газа или это оправдано концепцией безопасности двигателя. Подробная оценка потенциальной опасности избыточного давления во впускных коллекторах воздуха, продувочных пространствах и выхлопной системе должна быть проведена и отражена в концепции безопасности двигателя. Предохранительные клапаны от взрыва в картере в соответствии с требованиями правила 27.4 главы II-1 СОЛАС с поправками, внесенными резолюциями ИМО до MSC.436 (99), считаются пригодными для работы двигателя на газе. Для двигателей, не подпадающих под действие указанного правила, необходимо провести подробную оценку потенциальной опасности скопления топливного газа в картере.

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 топлива 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°C , 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°C , типовые испытания должны включать испытание на огнестойкость. К клапанам ESD с деталями из материалов с температурой плавления ниже 925°C не относятся клапаны, в которых такие материалы используются только в компонентах, поломка которых не может привести к нарушению герметичности корпуса клапана или плотности его запираания, например, резиновое покрытие рукояток.

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°C . Давление открытия каждого предохранительного клапана должно быть проверено при температуре $+25\pm 10^{\circ}\text{C}$.

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°C ;

.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 $+25\pm 10^{\circ}\text{C}$. Сведения об испытаниях должны храниться изготовителем;

.4 криогенные испытания клапанов (кроме предохранительных), предназначенных для работы при температуре ниже -55°C , 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:

±10 % для давления 0 — 0,15 МПа (0 — 1,5 кгс/см²);

±6 % для давления 0,15 — 0,3 МПа (1,5 — 3,0 кгс/см²);

±3 % для давления 0,3 МПа (3 кгс/см²) 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.

12.2.4 В системах трубопроводов для газообразного топлива с двойными стенками внешняя труба или канал должны быть также испытаны давлением для демонстрации того, что они могут выдержать ожидаемое максимальное давление при разрушении газовой трубы.

Российский морской регистр судоходства

**Правила классификации и постройки судов
для перевозки сжиженных газов наливом**

Часть VI

Системы и трубопроводы

ФАУ «Российский морской регистр судоходства»
191186, Санкт-Петербург, Дворцовая наб., 8

www.rs-class.org/ru/