ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71144— 2023

СОСУДЫ КРИОГЕННЫЕ ТРАНСПОРТИРУЕМЫЕ

Общие технические условия

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2023

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Рабочей группой специалистов Акционерного общества криогенного машиностроения (АО «Криогенмаш») и Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский институт стандартизации» (ФГБУ «Институт стандартизации»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 114 «Кислородное и криогенное оборудование»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 8 декабря 2023 г. № 1542-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2023

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения и сокращения 4
4 Технические требования 7
4.1 Основные показатели и характеристики 7
4.2 Требования к материалам, покупным изделиям 7
4.3 Комплектность 9
4.4 Маркировка 10
4.5 Консервация и упаковка 11
5 Требования к проектированию 12
5.1 Общие требования 12
5.2 Расчетные нагрузки 14
5.3 Предохранительные устройства 17
5.4 Требования к средствам измерений 19
5.5 Требования к изоляции 20
6 Требования к изготовлению 20
7 Требования безопасности и охраны окружающей среды 24
8 Правила приемки 25
9 Методы контроля и испытаний 26
10 Транспортирование и хранение 27
11 Эксплуатационные требования 28
11.1 Общие положения 28
11.2 Требования к квалификации обслуживающего персонала и обучению 28
11.3 Общие указания мер безопасности 28
11.4 Ввод в эксплуатацию 29
11.5 Требования к площадкам слива/налива 30
11.6 Транспортирование 31
11.7 Заправка и опорожнение цистерны 31
11.8 Вывод из эксплуатации 35
11.9 Техническое обслуживание и ремонт 36
11.10 Инспекционный контроль 37
11.11 Дополнительные требования к цистернам с взрывопожароопасной рабочей средой 37
12 Гарантии изготовителя 39
Приложение А (справочное) Идентификационный номер на сжиженные нетоксичные газы 40
Приложение Б (рекомендуемое) Марки присадочного материала и допускаемая замена 41
Приложение В (рекомендуемое) Марки флюсов и допускаемая замена 42
Приложение Г (рекомендуемое) Марки сварочной проволоки и допускаемая замена, марки защитного газа 43
Приложение Д (рекомендуемое) Допускаемая замена сварочных материалов 44
Библиография 45

Введение

Настоящий стандарт разработан в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации в сфере технического регулирования, области обеспечения промышленной безопасности, охраны труда, пожарной безопасности и других нормативных документов.

Необходимость разработки настоящего стандарта вызвана отсутствием современных, документально оформленных стандартов на проектирование, изготовление и эксплуатацию транспортируемых криогенных сосудов для накопления, длительного хранения и выдачи потребителям жидких криогенных продуктов.

В настоящем стандарте реализованы нормы технических регламентов Таможенного союза [1] и [2].

В настоящем стандарте учтены положения стандартов Международной организации по стандартизации [3]—[5].

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СОСУДЫ КРИОГЕННЫЕ ТРАНСПОРТИРУЕМЫЕ

Общие технические условия

Cryogenic transportable vessels. General technical conditions

Дата введения — 2024—02—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на транспортируемые криогенные сосуды с вакуумной изоляцией (далее — цистерны), объемом более 0,45 м^3 (450 л), работающие под избыточным давлением, которые на постоянной основе (несъемные цистерны) или на непостоянной основе (съемные и транспортабельные цистерны) устанавливаются на транспортных средствах применительно к одному или нескольким видам транспорта, и устанавливает требования к конструкции, расчетным нагрузкам, изготовлению, контролю и испытаниям, а также эксплуатации.

Настоящий стандарт не распространяется на двухоболочечные цистерны, в которых хранение продукта осуществляется во внутреннем сосуде, а кожух способен удерживать жидкую фазу продукта с обеспечением при этом контролируемого сброса паров в случае разгерметизации внутреннего сосуда.

Настоящий стандарт применим к цистернам, предназначенным для нетоксичных жидких криогенных продуктов, указанных в таблице А.1 приложения А.

Настоящий стандарт не распространяется на требования к самим транспортным средствам, касающиеся ходового механизма, тормозов, освещения и т. д., которые охватываются соответствующими стандартами/правилами.

Настоящий стандарт не устанавливает специальные требования к цистернам многократного использования с жидким водородом или сжиженным природным газом (СПГ), которые в основном являются топливными баками в транспортных средствах.

Настоящий стандарт не устанавливает специальные требования к цистернам и сосудам многократного использования, входящим в состав контейнеров-цистерн для временного хранения и транспортирования криогенных продуктов различными видами транспорта.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 2.314 Единая система конструкторской документации. Указания на чертежах о маркировании и клеймении изделий

ГОСТ 9.014 Единая система защиты от коррозии и старения. Временная противокоррозионная защита изделий. Общие требования

ГОСТ 9.401 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов

ГОСТ 12.0.003 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация

ГОСТ 12.1.004 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.1.010 Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. Общие требования

ГОСТ 12.1.030 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление

Издание официальное

ГОСТ 12.2.003 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.0 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.2.052 Система стандартов безопасности труда. Оборудование, работающее с газообразным кислородом. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.2.085 Арматура трубопроводная. Клапаны предохранительные. Выбор и расчет пропускной способности

ГОСТ 12.3.005 Система стандартов безопасности труда. Работы окрасочные. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.3.009 Система стандартов безопасности труда. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.4.026 Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний

ГОСТ 12.4.124 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования

ГОСТ 15.309—98 Система разработки и постановки продукции на производство. Испытания и приемка выпускаемой продукции. Основные положения

ГОСТ 26.008 Шрифты для надписей, наносимых методом гравирования. Исполнительные размеры

ГОСТ 380 Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки

ГОСТ 1050 Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия

ГОСТ 2246 Проволока стальная сварочная. Технические условия

ГОСТ 4784 Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки

ГОСТ 5264 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 5520 Прокат толстолистовой из нелегированной и легированной стали для котлов и сосудов, работающих под давлением. Технические условия

ГОСТ 5632 Нержавеющие стали и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки

ГОСТ 5949 Металлопродукция из сталей нержавеющих и сплавов на железоникелевой основе коррозионно-стойких, жаростойких и жаропрочных. Технические условия

ГОСТ 6032 (ISO 3651-1:1998, ISO 3651-2:1998) Стали и сплавы коррозионно-стойкие. Методы испытаний на стойкость против межкристаллитной коррозии

ГОСТ 6533 Днища эллиптические отбортованные стальные для сосудов, аппаратов и котлов. Основные размеры

ГОСТ 7871 Проволока сварочная из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия

ГОСТ 8713 Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 9238 Габариты железнодорожного подвижного состава и приближения строений

ГОСТ 9433 Смазка ЦИАТИМ-221. Технические условия

ГОСТ 9467 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы

ГОСТ 9940 Трубы бесшовные горячедеформированные из коррозионно-стойких высоколегированных сталей. Технические условия

ГОСТ 9941 Трубы бесшовные холоднодеформированные из коррозионно-стойких высоколегированных сталей. Технические условия

ГОСТ 10052 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами. Типы

ГОСТ 10157 Аргон газообразный и жидкий. Технические условия

ГОСТ 10292 Стеклотекстолит конструкционный. Технические условия

ГОСТ 12172 Клеи фенолополивинилацетальные. Технические условия

ГОСТ 12652 Стеклотекстолит электротехнический листовой. Технические условия

ГОСТ 12971 Таблички прямоугольные для машин и приборов. Размеры

ГОСТ 14192 Маркировка грузов

ГОСТ 14613 Фибра. Технические условия

ГОСТ 14771 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 14806 Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов в инертных газах. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 15150 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 16037 Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 18475 Трубы холоднодеформированные из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия

ГОСТ 19281 (ИСО 4950-2—81, ИСО 4950-3—81, ИСО 4951—79, ИСО 4995—78, ИСО 4996—78, ИСО 5952—83) Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия

ГОСТ 19755 Прокладки уплотнительные металлические конические для закрытых затворов соединений. Технические условия

ГОСТ 20437 Материал прессовочный АГ-4. Технические условия

ГОСТ 21130 Изделия электротехнические. Зажимы заземляющие и знаки заземления. Конструкция и размеры

ГОСТ 21488 Прутки прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия

ГОСТ 23170 Упаковка для изделий машиностроения. Общие требования

ГОСТ 24297 Верификация закупленной продукции. Организация проведения и методы контроля

ГОСТ 24643 Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Числовые значения

ГОСТ 25054 Поковки из коррозионно-стойких сталей и сплавов. Общие технические условия

ГОСТ 25221 Сосуды и аппараты. Днища и крышки сферические неотбортованные. Нормы и методы расчета на прочность

ГОСТ 26158 Сосуды и аппараты из цветных металлов. Нормы и методы расчета на прочность. Общие требования

ГОСТ 26202 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность обечаек и днищ от воздействия опорных нагрузок

ГОСТ 26421 Днища эллипсоидные отбортованные алюминиевые. Размеры

ГОСТ 31294 Клапаны предохранительные прямого действия. Общие технические условия

ГОСТ 31610.0 (IEC 60079-0:2011) Взрывоопасные среды. Часть 0. Оборудование. Общие требования

ГОСТ 33987 Транспортные средства колесные. Масса и размеры. Технические требования и методы определения

ГОСТ 34233.1 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Общие требования

ГОСТ 34233.2 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет цилиндрических и конических обечаек, выпуклых и плоских днищ и крышек

ГОСТ 34233.3 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Укрепление отверстий в обечайках и днищах при внутреннем и наружном давлениях. Расчет на прочность обечаек и днищ при внешних статических нагрузках на штуцер

ГОСТ 34233.4 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность и герметичность фланцевых соединений

ГОСТ 34233.5 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет обечаек и днищ от действия опорных нагрузок

ГОСТ 34233.6 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность при малоцикловых нагрузках

ГОСТ 34233.11 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Метод расчета на прочность обечаек и днищ с учетом смещения кромок сварных соединений, угловатости и некруглости обечаек

ГОСТ 34283 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность при ветровых, сейсмических и других внешних нагрузках

ГОСТ 34347—2017 Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия

ГОСТ Р 2.610 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов

ГОСТ Р 27.102 Надежность в технике. Надежность объекта. Термины и определения

ГОСТ Р 55892 Объекты малотоннажного производства и потребления сжиженного природного газа. Общие технические требования

ГОСТ Р 58915 Прокат толстолистовой из криогенных сталей. Технические условия

ГОСТ Р 58984 Оценка соответствия. Порядок проведения инспекционного контроля в процедурах сертификации

ГОСТ Р 59374.2 (ИСО 4126-2:2018) Устройства предохранительные для защиты от избыточного давления. Часть 2. Устройства предохранительные с разрывной мембраной

ГОСТ Р 59374.3 (ИСО 4126-2:2018) Устройства предохранительные для защиты от избыточного давления. Часть 3. Предохранительные клапаны и разрывные мембраны в сочетании

ГОСТ Р ИСО 14174 Материалы сварочные. Флюсы для дуговой и электрошлаковой сварки. Классификация

СП 162.1330610.2014 Требования безопасности при производстве, хранении, транспортировании и использовании жидкого водорода

СП 326.1311500.2017 Объекты малотоннажного производства и потребления сжиженного природного газа. Требования пожарной безопасности

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил) в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку. Сведения о действии сводов правил целесообразно проверить в Федеральном фонде стандартов.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями.

3.1.1 **ввод в эксплуатацию:** Операция, обеспечивающая подготовку цистерны к использованию, которая ранее не использовалась или бывшая в употреблении, возвращаемая для дальнейшей эксплуатации.

3.1.2 **внутренний сосуд:** Сосуд под давлением, предназначенный для хранения и транспортирования жидкой криогенной среды.

3.1.3 **время бездренажного хранения [выдержки закрытой системы]:** Время повышения давления в цистерне от начального состояния заполнения (уровень, состояние продукта и т. д.) до начала открытия предохранительного устройства защиты внутреннего сосуда.

Примечание — При отражении значения времени бездренажного хранения указывают начальные параметры состояния продукта, уровня заполнения и внешние условия эксплуатации, для которых определено это время.

3.1.4 **геометрический объем [вместимость] внутреннего сосуда:** Объем внутреннего сосуда, в который не включены штуцеры, трубы и т. д., определяемый по заданным на чертежах номинальным размерам при расчетной температуре и атмосферном давлении.

3.1.5 **документация:** Комплект эксплуатационной документации на оборудование, поставляемый владельцу изготовителем, включающий:

- все документы, подтверждающие соответствие применимым стандартам и качество изготовления (например, сертификаты на материалы, протоколы испытаний под давлением, отчет по обезжириванию, паспорта на предохранительные устройства и др.);
- руководство по эксплуатации (для пользователя), содержащее краткое описание цистерны (включая основные технические данные и т. д.); перечень жидких криогенных сред, допущенных к экс-

плуатации на данном изделии, и их массу нетто, на которую рассчитана цистерна, инструкции по эксплуатации в стандартных рабочих условиях и др.;

- расчет на прочность;
- расчет предохранительных устройств (предохранительных клапанов);
- эксплуатационную документацию на составные элементы (паспорта, сертификаты, руководства по эксплуатации, свидетельства о первичной поверке средств измерений, методики поверки средств измерений и т. д.).

3.1.6 **заправка (заполнение):** Операция, включающая проверку цистерны перед заправкой, ее заправку сжиженным газом, а также проверку после проведения заправки.

3.1.7 **изготовитель цистерны:** Предприятие, осуществляющее конечную сборку, включая приемочные испытания цистерны.

3.1.8 **инспекционный контроль:** Систематическая оценка соответствия, осуществляемая органом по сертификации в целях установления соответствия сертифицированной продукции требованиям, подтвержденным при сертификации этой продукции.

Примечание — В документах, составляющих право Евразийского экономического союза, эквивалентно термину «инспекционный контроль» применяют термин «периодическая оценка сертифицированной продукции».

3.1.9 **кожух:** Внешний сосуд, внутри которого находится внутренний сосуд, позволяющий образовать вакуумную полость.

3.1.10 **криогенные среды:** Охлажденный и сжиженный газ.

Примечания

1 Охлажденный и сжиженный газ при определенных параметрах в диапазоне температур от 0 К до 120 К (от минус 273,15 °С до минус 153,15 °С), в нормальных условиях находящийся в окружающей среде в газообразном состоянии.

2 Сжиженные нетоксичные газы и их смеси приведены в таблице А.1 приложения А.

3 Положения стандарта применимы к цистернам для охлажденного жидкого этилена при температуре жидкости 170 К (минус 103,15 °С) при атмосферном давлении.

3.1.11 **масса тары:** Масса пустой цистерны.

3.1.12 **масса нетто:** Максимально допустимая масса жидких криогенных продуктов, которую допускается транспортировать данной цистерной.

Примечание — Максимально допустимая масса равна массе криогенной жидкости в равновесном состоянии при давлении полного открытия предохранительного устройства защиты внутреннего сосуда, при заданном рабочем объеме внутреннего сосуда вместе с массой газа при тех же условиях в остальном объеме внутреннего сосуда.

3.1.13 **местоположение на открытой территории:** Расположение снаружи любого здания или сооружения, когда данное место размещения не огорожено более чем двумя стенами или одной стеной при наличии крыши.

3.1.14 **нагрузки, связанные с транспортированием цистерны:** Нагрузки, испытываемые цистерной в ходе всех стандартных транспортировочных операций, включающих заполнение, опорожнение, транспортирование и подъем, если он допускается инструкцией по эксплуатации на данный вид оборудования.

3.1.15 **назначенное лицо:** Лицо, полномочия которого санкционированы действующими правилами.

3.1.16 **несъемная цистерна:** Транспортируемый сосуд, который на постоянной основе крепится к транспортному средству или к устройствам с ходовой частью.

3.1.17 **нормальный рабочий режим:** Предусмотренная эксплуатация цистерны при давлении, не превышающем рабочего давления, в том числе с учетом нагрузок, связанных с транспортированием цистерны.

3.1.18 **оборудование для сервисного обслуживания:** Оборудование для откачки вакуумной полости и другое вспомогательное оборудование, которое требуется при проведении сервисного обслуживания цистерны.

3.1.19 **оператор:** Любое предприятие, осуществляющее операции по заправке, хранению, транспортированию и выдаче криогенного продукта.

3.1.20 **опорожнение (слив):** Операция, посредством которой продукт выдается/отбирается из цистерны, подключенной к системе хранения и выдаче криогенного продукта.

3.1.21 **подземное местоположение:** Участок или помещение, основание или пол которого с любой стороны значительно ниже прилегающих наземных поверхностей.

3.1.22 **предохранительное вакуумное устройство:** Устройство, удерживаемое атмосферным давлением, позволяющее осуществить сброс избыточного внутреннего давления из вакуумного кожуха.

3.1.23 **предприятие:** Любое лицо или компания, несущая юридическую ответственность за исполнение принятых обязательств.

3.1.24 **рабочий объем внутреннего сосуда:** Объем внутреннего сосуда, занимаемый жидким продуктом, с учетом максимально допустимого уровня заполнения, при нормальном проведении технологического процесса.

3.1.25 **избыточное давление:** Давление, превышающее окружающее давление, которое принимают за опорное.

3.1.26 **рабочее давление P_p:** Наибольшее (максимальное) избыточное давление, возникающее при нормальном протекании рабочего процесса, без учета гидростатического давления рабочей среды и допустимого кратковременного повышения давления во время действия предохранительного клапана.

3.1.27 **расчетное давление *P*:** Избыточное давление, на которое проводят расчет прочности оборудования.

3.1.28 **собственник (владелец):** Предприятие, собственностью которого является цистерна.

3.1.29 **съемная цистерна**: Транспортируемый сосуд, который не на постоянной основе крепится к транспортному средству.

Примечание — При этом монтаж транспортируемого сосуда может проводиться только в том случае, когда он будет пустой. Заправка и слив может осуществляться без снятия с шасси.

3.1.30 **теплоизоляционная полость:** Вакуумированное пространство между внутренним сосудом и кожухом.

3.1.31 **транспортируемый криогенный сосуд:** Термически изолированный сосуд, предназначенный для транспортирования одной или нескольких жидких криогенных сред, состоящий из внутреннего сосуда, внешнего сосуда (кожуха), арматурного шкафа с КИП, трубопроводов обвязки и несущих элементов.

Примечание — Транспортируемый криогенный сосуд представляет собой изделие, которое полностью готово к эксплуатации.

3.1.32 **транспортабельная цистерна:** Транспортируемый сосуд, который главным образом предназначается для установки на транспортном средстве или судне.

Примечание — Операции по подъему транспортабельной цистерны могут проводиться даже тогда, когда она будет наполнена, а ее заправка может осуществляться без снятия с шасси.

3.1.33 **трубопроводная система:** Все трубы, патрубки и связанные с ними детали (при необходимости, в изоляции), которые могут контактировать с жидкими или газообразными криогенными средами, включая клапаны, фитинги, предохранительные устройства от внезапного повышения давления, а также их опоры.

3.1.34 **упрочненный давлением сосуд:** Сосуд, изготовленный из стали аустенитного класса, который подвергался упрочняющей обработке пластическим деформированием избыточным внутренним давлением.

3.1.35 **устройство с разрушающейся мембраной:** Невосстанавливающееся предохранительное устройство, разрушаемое разницей давлений.

Примечание — Устройство с разрушающейся мембраной представляет собой сборочный узел, состоящий из разрушающейся мембраны и держателя.

3.2 В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ЗИП — запасные части и принадлежности;
КИП — контрольно-измерительные приборы;
НД — нормативный документ;
ОТК — отдел технического контроля;
РЭ — руководство по эксплуатации;
СИ — средство измерений;
СПГ — сжиженный природный газ;
ТИП — теплоизоляционная полость.

4 Технические требования

4.1 Основные показатели и характеристики

4.1.1 Конструкция цистерн должна соответствовать требованиям ГОСТ 34347, [1], [2], и [6], утвержденной и действующей технической документации и требованиям настоящего стандарта.

4.1.2 В зависимости от расчетного давления, температуры стенки и характера рабочей среды кожух и внутренний сосуд цистерн следует классифицировать по группам сосуда. Группа сосуда определяется разработчиком, но она должна быть не ниже, чем указано в таблице 1 ГОСТ 34347—2017.

4.1.3 Назначение категории сосудов и трубопроводов — в соответствии с [2].

4.1.4 Цистерны должны быть герметичными и прочными.

4.1.5 Габаритные размеры и масса цистерн должны быть определены в конструкторской документации.

4.1.6 Подсоединение цистерн при сливе/наливе должно быть разъемным. Тип и размеры должны быть указаны в конструкторской документации.

4.1.7 Наружные поверхности оборудования (кожух цистерны, арматурный шкаф, трубопроводы, металлоконструкция и др.) должны быть защищены от внешней коррозии.

4.1.8 Наружные поверхности цистерн должны быть окрашены или на них должно быть нанесено защитное покрытие, обеспечивающее защиту поверхностей цистерны.

Окраске или защитному покрытию не подвергают, если не оговорено особо:

- сосуды для криопродуктов из нержавеющей стали;
- поверхности сосудов (кожухов) со стороны вакуума;
- поверхности сосудов со стороны продукта;
- противолежащие поверхности фланцевых соединений;
- внутренние поверхности деталей, имеющих замкнутый профиль;
- поверхности, подвергаемые консервации.

Требования к лакокрасочным покрытиям в зависимости от климатического исполнения цистерн определяют согласно ГОСТ 9.401.

4.1.9 За состоянием цистерн, работающих в условиях, вызывающих коррозию, должен быть установлен специальный надзор путем периодического осмотра и определения при ремонтах величины износа. Результаты проверки состояния цистерн следует записывать в специальный журнал или карту ремонта.

4.1.10 Для цистерн должны выполняться требования электробезопасности ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 12.1.030, [7].

Значение электрического сопротивления между заземляющим болтом и каждой доступной прикосновению металлической нетоковедущей частью цистерны, которая может оказаться под напряжением, не должно превышать 0,1 Ом согласно ГОСТ 12.2.007.0.

Значение электрического сопротивления заземляющего устройства, предназначенного для защиты от статического электричества, должно быть не выше 100 Ом согласно ГОСТ 12.4.124.

Необходимо избегать любых металлических контактов, способных вызывать электрохимическую коррозию.

4.1.11 Должны быть заданы прогнозируемые показатели надежности цистерн (см. таблицу 1) в соответствии с ГОСТ Р 27.102.

Таблица 1 — Показатели надежности цистерн

Наименование показателя	Единица измерения
Наработка до отказа	ч
Ресурс до капитального ремонта	ч
Расчетный срок службы для цистерн	лет

4.2 Требования к материалам, покупным изделиям

4.2.1 Материалы по химическому составу и механическим свойствам должны удовлетворять требованиям соответствующих национальных стандартов, технических условий и настоящего стандарта.

4.2.2 Требования к основным материалам, их пределы применения, назначение, условия применения, виды испытаний должны удовлетворять требованиям раздела 4 ГОСТ 34347—2017.

4.2.3 Все материалы и покупные изделия, применяемые при изготовлении деталей и сборочных единиц цистерны (например, трубы, прокат, поковки, сварочные материалы и др.) должны иметь сертификаты, подтверждающие их качество, и подвергаться входному контролю в соответствии с ГОСТ 24297.

4.2.4 При наличии стальных сборочных единиц и деталей в цистернах из алюминиевых сплавов необходимо предусматривать мероприятия, не допускающие контактной коррозии и учитывающие абсолютную минимальную температуру окружающего воздуха для данного района, а также температуру в цистерне.

4.2.5 На поверхностях материалов и покупных изделий не допускаются трещины, коррозия, загрязнения, вмятины, риски, заусенцы, наплывы, расслоения, плены, раковины и т. п.

4.2.6 Поковки из конструкционной углеродистой, низколегированной, легированной и коррозионно-стойкой сталей, а также из алюминиевых сплавов должны соответствовать требованиям конструкторской документации.

4.2.7 Детали, изготовленные из текстолита (при наличии) и стеклотекстолита, не должны иметь следующих дефектов:

- расслоения материала, прожогов, трещин, посторонних включений;
- вздутия, недопрессовки, коробления;
- надрезов и задиров более 0,3 мм;
- трещин в перемычках между отверстием и краем листа.

4.2.8 На уплотнительных прокладках не допускаются риски, пересекающие их от внутреннего до наружного контура.

4.2.9 Гальванические и химические покрытия должны удовлетворять требованиям конструкторской документации.

4.2.10 Сварочные материалы должны иметь характеристики не менее требуемых в сравнении с характеристиками основного металла по пределу текучести, временному сопротивлению и ударной вязкости в соответствии с требованиями действующих нормативных документов по сварке.

4.2.11 При изготовлении цистерн рекомендуется применять следующие конструкционные металлы:

а) для внутреннего сосуда:
- аустенитные стали (12Х18Н10Т, 03Х18Н11 по ГОСТ 5632; 304, 304L и 321 по [8] и др.);
- легированные специальные стали (0Н9 по ГОСТ Р 58915 и др.);
- алюминиевые сплавы (АМц, АМцС, АМг5, АМг2 и АМг6 по ГОСТ 4784 и др.);

б) для кожуха:
- легированные специальные стали (0Н9 по ГОСТ Р 58915 и др.);
- углеродистые и низколегированные стали (Ст3сп по ГОСТ 380, 20 по ГОСТ 1050, 20К по ГОСТ 5520, 09Г2С по ГОСТ 5520 и ГОСТ 19281 и др.);
- алюминиевые сплавы (АМц, АМцС, АМг5, АМг2 и АМг6 по ГОСТ 4784 и др.);

в) для изоляционных экранов:
- алюминий;
- медь.

Примечание — Для алюминиевого сплава АМц отношение содержания железа к кремнию должно быть больше единицы.

4.2.12 Технологические трубопроводы (внутренние и наружные трубы) для жидких криогенных продуктов рекомендуется изготавливать из аустенитных сталей (12Х18Н10Т по ГОСТ 9941 и ГОСТ 9940, ТР304, ТР304L, ТР321 по [9] и др.) или алюминиевых сплавов (АМц и АМцС по ГОСТ 18475, АМг5 по [10] и др.).

4.2.13 Материалами для деталей и сборочных единиц трубопроводов, таких как мембраны, тепловые мосты, пробки и т. д., могут служить сталь 12Х18Н10Т, алюминиевые сплавы АМг6, АМц, медь М2, М3 и др. аналогичные.

4.2.14 Арматура для жидких криогенных продуктов может быть изготовлена из бронзы БрБ2, БрАЖМц10-3-1,5, алюминиевых сплавов АМг6, АВ, АК6, АД1, латуни Л63, ЛЖМц 59-1-1, стали 10Х11Н23Т3МР, 12Х18Н10Т, 03Х20Н16АГ6 и др. аналогичных.

4.2.15 Рекомендуемые материалы для прокладок:

а) для газообразных криогенных продуктов:
- неметаллические Ф-4 по [11], Ф-4К20 по [12], фибра ФПК по ГОСТ 14613, паронит 56 по [13];
- металлы АД1, медь;

б) для жидких криогенных продуктов:

- неметаллические Ф-4 по [11], фибра, АМН-23, АГ-4В по ГОСТ 20437, Ф-4К20 по [12];
- металлические конические, выполненные по ГОСТ 19755.

4.2.16 В качестве смазок для арматуры жидких и газообразных криогенных продуктов рекомендуется применять графит, ЦИАТИМ-221 по ГОСТ 9433, Криогель по [14].

4.2.17 Кроме металлических материалов, при изготовлении цистерн для жидких криогенных продуктов могут применяться неметаллические материалы:

- стеклопластики на основе эпоксидных, фенольных, полиэфирных, кремнийорганических смол и их модификаций (СТЭФ по ГОСТ 12652; СКТФ-5КТ по [15] или NP 500CP MIL-1-24768/2 Type GEE; КАСТ-В по ГОСТ 10292; 27-63 «С» по [16]; АГ-4С по ГОСТ 20437 и др.) для деталей тепловых мостов, дисков опор внутреннего сосуда и других деталей;
- материалы на основе фторопласта Ф-4 по [17] для узлов трения, запорных узлов в качестве прокладочных материалов;
- клей на основе эпоксидных, полиуретановых, фенолформальдегидных смол и их модификаций (эпоксидный клей ЭПРБ по [18], БФ-2 и БФ-4 по ГОСТ 12172) для приклеивания датчиков, арматуры управления, склеивания металлических и неметаллических конструкционных деталей, элементов изоляции и т. д.

4.2.18 Детали внутреннего сосуда и криогенных трубопроводов цистерны, для которых требуется механическая обработка резанием, рекомендуется изготавливать из круглого проката из стали 12Х18Н10Т по ГОСТ 5949 или поковок вакуумно-дугового (ВД) или вакуумно-индукционного (ВИ) переплава из стали 12Х18Н10Т по ГОСТ 25054.

4.2.19 Для изготовления деталей цистерн из алюминиевых сплавов, для которых требуется механическая обработка резанием, рекомендуется применять прутки из алюминиевых сплавов АМц, АМцС и АМг5 по ГОСТ 21488 или поковки АМг6 по [19], [20].

4.2.20 Диски опор внутреннего сосуда рекомендуется изготавливать из стеклотекстолита СКТФ-5КТ по [15] или NP 500CP MIL-1-24768/2 Type GEE или других неметаллических материалов, обеспечивающих требуемые параметры по прочностным и тепловым характеристикам.

4.2.21 Все опорные и фиксирующие элементы должны быть совместимы с условиями вакуума и работой в среде кислорода при температурах внутреннего сосуда ниже 90 К (минус 183,15 °С).

4.2.22 Материалы изоляции и адсорбента при температурах внутреннего сосуда ниже 90 К (минус 183,15 °С) должны быть пригодны для использования в среде кислорода.

4.2.23 Результатом входного контроля покупных изделий, включая арматуру и КИП, должна быть отметка в формулярах (паспортах).

4.3 Комплектность

4.3.1 В комплект поставки цистерны должны входить:

- цистерна;
- принадлежности и монтажные части;
- упаковочный лист;
- упаковка;
- ЗИП;
- паспорт сосуда, работающего под давлением, по форме, установленной в конструкторской документации в соответствии с ГОСТ 34347; в случае изготовления сосуда или его частей из импортных материалов в паспорт сосуда заносят данные по соответствующим сертификатам на применяемые материалы. Указание российских аналогов не требуется;
- формуляры (паспорта) покупных комплектующих;
- паспорта арматуры;
- документы подтверждения соответствия цистерны (сертификаты или декларации) требованиям [1] и [2];
- свидетельство о консервации;
- комплект документации на составные части, включая:
- формуляры (паспорта) на комплектующие изделия (с отметкой о проведении первичной поверки в Российской Федерации для СИ, либо ссылку на методику поверки СИ в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений);
- РЭ на комплектующие изделия;

- эксплуатационная документация, свидетельства о поверке (калибровке), методики поверки (калибровки) на СИ, входящие в комплект поставки цистерны, либо сведения на СИ из Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений;

- сертификаты/декларации соответствия ТР ТС (в соответствии с областью применения нормативных документов)

- и другая документация.

4.3.2 К паспорту сосуда, работающего под давлением, должны быть приложены:

- чертежи сосуда с указанием основных размеров;

- расчет на прочность;

- расчет предохранительных устройств защиты сосуда под давлением;

- РЭ в соответствии с ГОСТ Р 2.610.

При необходимости могут дополнительно приложены другие документы (например, сводный лист заводских изменений, комплектовочная ведомость, спецификация с указанием основных размеров сборочных единиц и т. п.).

4.4 Маркировка

4.4.1 Сосуды должны иметь фирменную табличку предприятия-изготовителя, соответствующую требованиям [2], ГОСТ 34347, ГОСТ 12971, конструкторской документации.

Фирменную табличку сосудов с вакуумной изоляцией допускается устанавливать на кожухе цистерны.

4.4.2 Табличку следует размещать на видном месте, доступном для обзора и прочтения.

Табличку крепят на приварном подкладном листе, приварной скобе, приварных планках или приварном кронштейне.

4.4.3 На табличке должны быть нанесены:

- наименование или товарный знак предприятия-изготовителя;

- обозначение чертежа;

- наименование материала:

- заводской номер;

- число, месяц, год изготовления;

- рабочее, расчетное, пробное давление (с учетом вакуума в ТИП), МПа;

- расчетная температура стенки, °С;

- минимально допустимая температура стенки под расчетным давлением, °С;

- вместимость, $м^3$;

- масса порожней цистерны, кг;

- материал;

- клеймо ОТК;

- единый знак обращения продукции на рынке государств — членов Таможенного союза (Евразийское соответствие ЕАС).

Маркировку на табличку наносят в соответствии с требованиями конструкторской документации.

4.4.4 На наружной поверхности стенки внутреннего сосуда ударным способом (гравировкой или несмываемой краской при толщине стенки 4 мм стальных цистерн и менее 6 мм цистерн из алюминиевых сплавов) должна быть нанесена маркировка:

- наименование и/или товарный знак предприятия;

- порядковый номер по системе нумерации предприятия;

- год изготовления;

- клеймо технического контроля.

4.4.5 Шрифт маркировки — по ГОСТ 26.008 для гравирования и ударного способа. Текст должен быть четким, читаемым и обеспечивать эти условия в течение всего срока службы сосуда.

4.4.6 Все детали цистерны, находящиеся под давлением или вакуумом, должны иметь маркировку и клеймение в соответствии с конструкторской документацией.

4.4.7 Маркировку и клеймо наносят непосредственно на изделие или на прикрепляемые к изделию накладные элементы (например, металлические таблички, этикетки, бирки, товарные знаки и т. д.).

4.4.8 При выборе места нанесения маркировки и клейма необходимо учитывать, чтобы надписи не закрывались в процессе сборки и были сохранены при выполнении дальнейших операций. На сопрягаемых поверхностях и поверхностях, выполненных с высокой степенью точности и шероховатости, маркировка и клейма не допускаются.

4.4.9 Маркирование и клеймение деталей, подвергаемых антикоррозионным покрытиям, ударным способом или гравированием, следует проводить до нанесения покрытия. После нанесения покрытия следует наносить только клейма, не нарушающие целостности покрытия. На листах и плитах, принятых к изготовлению обечаек и днищ сосудов, в углу на расстоянии около 300 мм от кромок на стороне, не соприкасающейся с рабочей средой, должны быть нанесены следующие данные:

- обозначение чертежа;
- марка материала;
- номер плавки;
- номер сертификата;
- клеймо ОТК.

4.4.10 Если лист или плиту разрезают на части, то маркировку наносят на каждую часть.

4.4.11 На детали, где необходима специальная маркировка штуцеров для обеспечения монтажа, наладки и эксплуатации изделия, маркировочные данные наносят в соответствии с требованиями конструкторской документации.

4.4.12 Форму клейм и их учет устанавливает изготовитель.

4.4.13 Транспортную маркировку цистерны выполняют с двух сторон, допускается маркировка с одной стороны согласно конструкторской документации.

4.4.14 Заводские номера цистерны присваивает ОТК изготовителя.

4.4.15 На корпусе цистерны необходимо указывать места крепления стропов и положение центра масс («Ц.М.»).

4.4.16 На каждое транспортное место должна быть нанесена маркировка в соответствии с ГОСТ 14192.

4.4.17 В эксплуатационной документации на цистерну должна быть приведена следующая информация:

а) принципиальная пневмогидравлическая схема;

б) этикетки и знаки, предупреждающие об опасностях, в соответствии с правилами транспортирования;

в) предупреждающие фразы о рисках и угрозах в связи с продуктом, содержащимся в цистерне;

г) имя владельца;

д) имя оператора;

е) время бездренажного хранения (время выдержки закрытой системы);

ж) максимально допустимая масса жидкого продукта (масса нетто);

и) масса порожней цистерны (масса тары);

к) идентификация без сокращений транспортируемого криогенного продукта в соответствии с правилами в отношении транспортирования веществ, а также его масса нетто в соответствии с документацией. Как альтернативный вариант эта информация может быть включена в транспортный документ.

Примечания

1 Сведения согласно перечислениям а)—ж) могут быть указаны на цистерне, заводской табличке или транспортном документе, в зависимости от требований, связанных с конкретным способом транспортирования, или от требований конкретного оператора.

2 Сведения согласно перечислениям г)—и) могут требоваться проектными стандартами, и нет необходимости в их повторении.

4.4.18 Остальные требования по маркировке должны соответствовать ГОСТ 34347.

4.5 Консервация и упаковка

4.5.1 Требования к консервации и упаковке цистерн должны соответствовать требованиям по ГОСТ 34347.

4.5.2 Внутренние сосуды цистерн перед отправкой потребителю должны быть законсервированы азотом или сухим чистым воздухом.

4.5.3 Категория упаковки должна быть указана в конструкторской документации и соответствовать требованиям ГОСТ 23170.

4.5.4 Перед упаковкой и отправкой цистерна, отдельные сборочные единицы и детали, ЗИП и специальный инструмент (при наличии) должны подвергаться консервации методами и составами, не требующими разборки оборудования при монтаже, и расконсервации по технологии изготовителя. Поверхности подлежат консервации материалами в соответствии с ГОСТ 9.014.

Примечание — Использование других консервационных материалов, не совместимых с кислородом, не допускается.

4.5.5 Все патрубки, штуцера и присоединительные фланцы цистерн должны быть закрыты пробками или заглушками для защиты от повреждений уплотнительных поверхностей и загрязнений.

Ответственные разъемы цистерн должны быть опломбированы.

4.5.6 Отдельно отправляемые детали и сборочные единицы, ЗИП должны быть упакованы в ящики или собраны в пакеты (стопы). Вид упаковки выбирает изготовитель.

4.5.7 Документация, прилагаемая к цистерне, должна быть упакована в соответствии с ГОСТ 34347. Местонахождение документации должно быть обозначено надписью «Документация находится здесь».

4.5.8 Документация должна быть завернута в водонепроницаемую бумагу или бумагу с полиэтиленовым покрытием и вложена в пакет, изготовленный из полиэтиленовой пленки толщиной не менее 150 мкм. Швы пакета сваривают (заклеивают). Для дополнительной защиты от механических повреждений пакет должен быть обернут водонепроницаемой бумагой или полиэтиленовой пленкой. Края бумаги и пленки должны быть склеены синтетическим клеем.

4.5.9 Каждая цистерна должна иметь свой упаковочный лист, который вкладывают в пакет из водонепроницаемой бумаги или пакет с полиэтиленовым покрытием. Пакет дополнительно завертывают в водонепроницаемую бумагу и размещают в специальном кармане. Карман крепят около маркировки груза.

5 Требования к проектированию

5.1 Общие требования

5.1.1 Конструкторскую документацию на конкретную цистерну разрабатывают на основании договора, заключенного с заказчиком.

5.1.2 Требования к проектированию цистерн должны соответствовать ГОСТ 34347 и настоящему стандарту. При проектировании цистерн для СПГ и жидкого водорода необходимо дополнительно руководствоваться требованиями ГОСТ Р 55892, СП 326.1311500 и СП 162.1330610.

5.1.3 Цистерны должны быть герметичными и иметь минимальное число разъемных соединений. Соединения, как правило, должны выполняться сварными.

5.1.4 Конструкция цистерн и их обвязка должна предусматривать компенсацию температурных деформаций трубопроводов и оборудования.

5.1.5 Днища цистерн должны соответствовать требованиям ГОСТ 34347, ГОСТ 6533, ГОСТ 26421 и настоящему стандарту.

5.1.6 Конструктивно цистерна должна представлять собой горизонтальный двустенный сосуд, состоящий из внутреннего сосуда, кожуха и теплоизоляции в межстенном пространстве. Для улучшения качества теплоизоляции ТИП дополнительно должна быть отвакуумирована до остаточного давления, обеспечивающего минимальные теплопритоки к внутреннему сосуду от воздействия окружающей среды. Поддержание эксплуатационного вакуума в ТИП должно обеспечиваться с помощью криоадсорбционного насоса и, при необходимости, поглотителя водорода. Во внутреннем сосуде непосредственно должен храниться жидкий криогенный продукт.

5.1.7 Для поддержания рабочего давления и выполнения технологических операций цистерна должна быть укомплектована трубопроводами обвязки с запорной, регулирующей, предохранительной арматурой и КИП.

5.1.8 Арматурный шкаф цистерны должен предусматривать возможность его вентиляции.

5.1.9 Металлорукава для заправки — слива продукта несъемной цистерны должны размещаться в пеналах, закрепленных с двух сторон на кожухе цистерны.

5.1.10 При степени заполнения менее 80 % вместимости внутренний сосуд цистерны должен быть разделен уравнительными перегородками, обеспечивающими стабильность и ограничивающими динамические нагрузки. Площадь поперечного сечения такой уравнительной перегородки должна составлять не менее 70 % площади поперечного сечения внутреннего сосуда цистерны. Количество и расположение устройств должно обеспечивать разделение сосуда на отсеки вместимостью не более 7,5 $м^3$ (7500 л) каждый. Уравнительные перегородки и их крепление к корпусу внутреннего сосуда должны выдерживать равномерно распределенную по площади пластины нагрузку от массы жидкого криопродукта между пластинами (или между пластиной и днищем внутреннего сосуда) при торможении с ускорением 2g.

5.1.11 Трубопроводная арматура, фитинги и приспособления, смонтированные в верхней части сосуда, должны быть защищены таким способом, чтобы повреждение, вызванное опрокидыванием, не могло бы повлиять на эксплуатационную надежность. Эффективная защита должна быть обеспечена различными конструктивными элементами, такими как защитные козырьки, укрепляющие кольца и т. п.

5.1.12 На несъемной цистерне огнетушители следует устанавливать следующим образом: один на шасси (в кабине в непосредственной близости от водителя и в легкодоступном для него месте), второй — на цистерне (в торцевой передней части или на левом ее борту, высота крепления — не более 1,8 м). Огнетушители, размещенные вне кабины, необходимо защищать от воздействия атмосферных осадков, грязи. Конструкция кронштейна должна обеспечивать надежное крепление огнетушителей и быстрое снятие их в случае необходимости.

5.1.13 Номинальные вместимости и основные размеры сосудов цистерн следует выбирать с учетом грузоподъемности базового транспортного средства, прицепа или полуприцепа и экономного раскроя материала.

5.1.14 Степень наполнения цистерн должна оставаться ниже уровня, при котором, в случае повышения температуры содержимого до такой величины, когда давление пара становится равным давлению начала открытия предохранительного клапана, объем жидкости достигает максимально допустимого коэффициента заполнения от геометрического объема внутреннего сосуда при такой температуре. Максимально допустимый коэффициент заполнения внутреннего сосуда цистерны регламентируется требованиями [6] для каждого перевозимого продукта.

5.1.15 Климатическое исполнение цистерны в конструкторской документации определяют согласно ГОСТ 15150.

5.1.16 Цистерна должна быть спроектирована на расчетные давление для внутреннего сосуда и кожуха соответственно с учетом наличия вакуума в ТИП.

5.1.17 Цистерны должны безопасным образом выдерживать механические и термические нагрузки, а также химические воздействия во время испытания под давлением и эксплуатации в нормальных условиях.

5.1.18 Расчеты на прочность несущих элементов цистерны, работающих под избыточным давлением, следует выполнять в соответствии с ГОСТ 34233.1 — ГОСТ 34233.5, ГОСТ 34233.11, ГОСТ 25221, ГОСТ 26158, ГОСТ 26202.

5.1.19 Цистерны должны быть рассчитаны на циклическую прочность в соответствии с ГОСТ 34233.6 или [21] для максимального числа ожидаемых циклов всех значимых нагрузок в течение срока службы сосуда.

5.1.20 Расчет цистерн при ветровых, сейсмических и других внешних нагрузках следует проводить в соответствии с ГОСТ 34283.

5.1.21 Опоры цистерн должны быть рассчитаны на внешние нагрузки.

5.1.22 Расчет строповых устройств должен быть основан на не менее чем удвоенном максимальном весе цистерны. Для подъема в морских условиях строповые устройства должны быть рассчитаны на трехкратный вес цистерны.

5.1.23 Расчетную температуру материала определяет изготовитель на основании информации, представленной заказчиком. Расчетную температуру следует учитывать при конструировании всех элементов цистерны, работающих под давлением.

5.1.24 Прибавка на коррозию должна быть указана для всех поверхностей, соприкасающихся с технологической средой. Изготовитель определяет факторы, влияющие на коррозию материалов цистерны, и указывает в эксплуатационной документации условия, обеспечивающие безопасную эксплуатацию цистерны.

5.1.25 Для снижения металлоемкости внутренних сосудов из аустенитных сталей может быть применена технология деформационного упрочнения.

5.1.26 Цистерны должны быть оснащены устройствами для отбора проб жидкого продукта на анализ.

5.1.27 Цистерны для перевозки взрывопожароопасных продуктов должны иметь возможность продувки инертным газом трубопроводов газосброса и заправочных рукавов. Также должна быть предусмотрена возможность проведения операций замены среды на инертную во внутреннем сосуде цистерны и технологических трубопроводах обвязки.

5.1.28 Цистерны должны быть оснащены штуцером(ами) с вакуумной арматурой для откачки, контроля и длительного поддержания вакуума в ТИП.

5.1.29 Цистерна на линиях наполнения и опорожнения, а также на линиях сброса газа в стационарную систему или стороннего наддува цистерны должна быть оснащена быстродействующими предохранительными устройствами, которые автоматически закрываются и исключают или ограничивают истечение продукта из цистерны при возникновении аварийных ситуаций. В качестве аварийных ситуаций должны рассматриваться случаи непредусмотренного перемещения цистерны, разрыва заправочных рукавов, повреждение технологических линий, пожар и т. д.

5.1.30 В качестве предохранительных устройств могут быть применены скоростные клапаны или быстродействующие отсечные клапаны. Данные защитные устройства должны быть размещены на технологических линиях максимально близко к внутреннему сосуду.

5.1.31 При применении клапанов с пневмоприводом, они должны быть нормально-закрытыми. Управление пневмоклапанами должно осуществляться по месту, а также дистанционно вручную или автоматически. Для аварийного закрытия клапанов с пневмоприводом могут использоваться тросиковые приводы или кнопки аварийного закрытия. Тросиковые приводы и аварийные кнопки должны быть размещены по обе стороны от цистерны на максимальном отдалении от арматурного шкафа в зоне свободного доступа оператора. Аварийные кнопки или тросиковые приводы могут быть продублированы в арматурном шкафу по месту проведения основных технологических операций.

5.1.32 Цистерны должны оснащаться как минимум двумя последовательно расположенными друг за другом запорными устройствами на линиях наполнения и опорожнения, а также на линиях сброса газа в стационарную систему или стороннего наддува цистерны. Функцию первого запорного элемента должен выполнять запорный клапан, расположенный на минимальном расстоянии от кожуха цистерны и защищенный от механических повреждений. Функцию второго запорного элемента может выполнять глухая фланцевая заглушка или любой другой элемент, устанавливающийся на выходные патрубки цистерны и обеспечивающий герметичность не хуже запорного клапана.

5.1.33 Для пожаровзрывоопасных продуктов дополнительно к вышеуказанному требованию должно быть предусмотрено третье предохранительное запорное устройство. При этом первым предохранительным устройством от внутреннего сосуда должно быть установлено быстродействующее предохранительное устройство.

5.1.34 Все линии сброса газа, включающие устройства защиты от избыточного давления и вентили для сброса неконденсирующихся газов, должны подсоединяться к сбросной трубе, обеспечивающей безопасный газосброс.

5.1.35 Требования к предохранительным устройствам защиты от повышения давления приведены в 5.3.

5.1.36 Цистерна должна поставляться заказчику (потребителю) в максимальной готовности и должна быть готова к работе как самостоятельное изделие при заправке, хранении, транспортировании и выдаче жидких криогенных продуктов.

5.2 Расчетные нагрузки

5.2.1 Общие положения

5.2.1.1 Используемые статические силы должны быть получены в соответствии с требованиями 5.2.1.2 и 5.2.1.3.

5.2.1.2 Внутренний сосуд, его крепления и опоры должны быть рассчитаны на статические силы, полученные путем умножения коэффициентов нагрузки, применимых для способов транспортирования, приведенных в таблице 2, на максимальный вес внутреннего сосуда вместе с его содержимым и прикрепленными элементами. Каждый случай нагрузки должен рассматриваться отдельно, но все силы в каждом случае нагрузки должны рассматриваться как действующие одновременно. Полученные статические усилия эквивалентны динамическим нагрузкам, испытываемым при нормальной эксплуатации транспортного сосуда. Коэффициенты нагрузки для оценки усталостной долговечности приведены в таблице 3.

5.2.1.3 Наружный кожух, его крепления и опоры должны быть рассчитаны на статические усилия, полученные путем умножения коэффициентов нагрузки, применимых для способов транспортирования, указанных в таблице 2, на максимальный вес, наложенный на наружный кожух. Максимальный вес, наложенный на наружный кожух, должен включать вес наружного кожуха со всеми его вложениями, включая внутренний сосуд с прикрепленными элементами, заполненный до его максимально допустимой вместимости, и вес всех элементов, прикрепленных к наружному кожуху или опирающихся на него, таких как трубопроводы, элементы управления, шкафы и т. д. Каждый случай нагрузки должен

рассматриваться отдельно, но все силы в каждом случае нагрузки должны считаться действующими одновременно. Полученные статические силы эквивалентны динамическим нагрузкам, испытываемым при нормальной эксплуатации транспортного сосуда. Коэффициенты нагрузки для оценки усталостной долговечности приведены в таблице 3.

5.2.1.4 В конструкции должно учитываться влияние циклических нагрузок на внутренний сосуд, кожух и оборудование в нормальных условиях эксплуатации, представленных в таблице 3, включая циклы давления.

При оценке усталости любого изделия, рассчитанного чтобы выдерживать более чем один случай нагрузки, максимальные нагрузки в каждом направлении от всех применимых случаев нагрузки могут рассматриваться как действующие одновременно при определении магнитуды (величины) переменных напряжений. Коэффициент накопленного усталостного повреждения в любой точке конструкции не должен превышать 0,5 для внутреннего сосуда и 1,0 для кожуха.

Примечание — Анализ усталости конструкции выполнять не требуется, если имеются документально подтвержденные положительные результаты эксплуатации аналогичных конструкций при тех же условиях в течение времени не меньше ее назначенного срока службы.

Таблица 2 — Расчетные коэффициенты нагрузки при указанных способах транспортирования

Способ транспортирования	Случай нагружения	Коэффициенты нагрузки				
		Вперед	Назад	Вверх	Вниз	Вбок
Дорога и вода	1	2,0	—	—	1,0	—
	2	—	2,0	—	1,0	—
	3	—	—	1,0	—	—
	4	—	—	—	2,0	—
	5[1)]	—	—	—	1,0	1,0
	5А[1)]	—	—	—	1,0	2,0
Железнодорожный транспорт с амортизирующими устройствами[2)]	1	2,0	—	—	1,0	—
	2	—	2,0	—	1,0	—
	3	—	—	2,0	—	—
	4	—	—	—	2,0	—
	5	—	—	—	1,0	2,0
Железнодорожный транспорт без амортизирующих устройств[2)]	1	4,0	—	—	—	—
	2	—	4,0	—	—	—
	3	—	—	2,0	—	—
	4	—	—	—	2,0	—
	5[1)]	—	—	—	1,0	2,0
	5А[1)]	—	—	—	1,0	4,0

[1)] Если направление движения неизвестно, следует рассмотреть вариант нагрузки 5А вместо варианта нагрузки 5.

[2)] Амортизирующие устройства должны быть испытаны, чтобы показать их способность ограничивать усилия, передаваемые от сцепного устройства к цистерне, которые при столкновении (ударе) со скоростью 16 км/ч меньше удвоенного веса цистерны, заполненной до ее номинальной вместимости.

Примечание — Для смешанных способов транспортирования применяется более высокий соответствующий расчетный коэффициент.

Таблица 3 — Коэффициенты нагрузки при нормальной работе для анализа усталости при указанных способах транспортирования

Способ транспортирования	Случай нагружения	Коэффициенты нагрузки					
		Вперед	Назад	Вверх	Вниз		Вбок
		цикл	цикл	цикл	цикл	пост	цикл
Дорога и вода	1	0,7	—	—	—	1,0	—
	2	—	0,7	—	—	1,0	—
	3	—	—	1,0	—	—	—
	4	—	—	—	1,0	1,0	—
	5	—	—	—	—	1,0	0,7
Железнодорожный транспорт с амортизирующими устройствами[2)]	1	2,0	—	—	—	1,0	—
	2	—	2,0	—	—	1,0	—
	3	—	—	1,0	—	—	—
	4	—	—	—	1,0	1,0	—
	5[1)]	—	—	—	—	1,0	1,0
	5A[1)]	—	—	—	—	1,0	2,0
Железнодорожный транспорт без амортизирующих устройств[2)]	1	4,0	—	—	—	1,0	—
	2	—	4,0	—	—	1,0	—
	3	—	—	1,0	—	—	—
	4	—	—	—	1,0	1,0	—
	5[1)]	—	—	—	—	1,0	1,0
	5A[1)]	—	—	—	—	1,0	4,0

[1)] Если направление движения неизвестно, следует рассмотреть вариант нагрузки 5А вместо варианта нагрузки 5.

[2)] Амортизирующие устройства должны быть испытаны, чтобы показать их способность ограничивать усилия, передаваемые от сцепного устройства к цистерне, которые при столкновении (ударе) со скоростью 16 км/ч меньше удвоенного веса цистерны, заполненной до ее номинальной вместимости.

5.2.2 Нагрузки внутреннего сосуда

5.2.2.1 Рабочие условия

При расчете внутреннего сосуда следующие нагрузки должны считаться действующими совместно, где применимо:

а) расчетное давление P;

б) давление P_L, создаваемое массой жидкого содержимого, когда сосуд заполнен до максимального уровня и подвергается каждой нагрузке, определенной в 5.2.1;

в) нагрузки, действующие на внутренний сосуд от массы внутреннего сосуда и масс прикрепленных к нему элементов при воздействии каждой из нагрузок, определенных в 5.2.1;

г) нагрузки от трубопроводов из-за различного теплового перемещения внутреннего сосуда, трубопроводов и кожуха, в которых должны рассматриваться следующие случаи:

- охлаждение (сосуд теплый/трубопровод холодный);
- наполнение и опорожнение (сосуд холодный/трубопровод холодный);
- транспортировка и хранение (сосуд холодный/трубопровод теплый);

д) реакции опор внутреннего сосуда;

е) наружное давление, равное давлению срабатывания предохранительного устройства для защиты кожуха от избыточного внутреннего давления.

5.2.2.2 Условия испытания

Следующие нагрузки действуют на внутренний сосуд совместно в условиях гидравлического испытания:

а) пробное давление;

б) гидростатическое давление;

в) нагрузки от веса сосуда и прикрепленных к нему элементов;

г) реакции опор внутреннего сосуда.

Пробное давление при наличии вакуума в ТИП $P_{пр}$, МПа, вычисляют по формуле

$$P_{пр} = 1{,}3P - 0{,}1, \quad (1)$$

где P — расчетное давление.

Пробное давление $P_{пр}$, МПа, в атмосферных условиях вычисляют по формуле

$$P_{пр} = 1{,}3P. \quad (2)$$

Минимальное пробное давление сосуда $P_{пр}$ должно составлять 0,29 МПа.

Гидростатическое давление жидкости $P_г$, МПа, на стенку сосуда вычисляют по формуле

$$P_г = \rho \cdot g \cdot h \cdot 10^{-6}, \quad (3)$$

где ρ — плотность жидкости, используемой при испытании, кг/м^3;

g — ускорение свободного падения, м/с^2;

h — высота столба жидкости в рассматриваемой точке сосуда при его полном заполнении, м.

При выполнении пневматических испытаний гидростатическое давление равно нулю.

5.2.3 Нагрузки кожуха

Следующие нагрузки должны считаться действующими совместно там, где это уместно:

а) наружное давление 0,1 МПа;

б) внутреннее давление, равное давлению срабатывания P_{rd} устройства для сброса давления в кожухе.

Примечание — Давление срабатывания P_{rd} устройства для сброса давления в кожухе — это давление начала открытия предохранительного клапана или разрывное давление предохранительной мембраны, в зависимости от того, что применяется в качестве устройства для сброса давления;

в) нагрузка от внутреннего сосуда с его содержимым в точках опоры в кожухе при воздействии сил, указанных в 5.2.1, 5.2.2 и таблицах 2 и 3;

г) нагрузка от трубопроводов, как определено в 5.2.2.1 г);

д) нагрузка, возникающая в точках опоры внутреннего сосуда в кожухе, когда внутренний сосуд охлаждается от температуры окружающей среды до рабочей температуры и во время эксплуатации;

е) реакции в точках крепления кожуха при воздействии усилий, указанных в 5.2.1.3 и таблицах 2 и 3.

5.2.4 Нагрузки трубопроводов

Трубопроводы, включая клапаны, фитинги и опоры, должны выдерживать следующие нагрузки:

а) пробное давление;

б) давление во время работы — не менее давления начала открытия устройства сброса давления в системе;

в) тепловые нагрузки, определенные в 5.2.2.1 г);

г) динамические нагрузки;

д) заданное (установленное) давление в тепловых предохранительных устройствах (устройствах для сброса температуры/тепла), где это применимо;

е) нагрузки, возникающие при сбросе давления.

За исключением перечисления а), считается, что нагрузки действуют совместно, где это уместно.

5.3 Предохранительные устройства

5.3.1 Общие требования

5.3.1.1 Тип предохранительных устройств защиты от избыточного давления следует выбирать с учетом условий эксплуатации цистерны, в том числе от динамических нагрузок при транспортировании. Нормальные условия эксплуатации, в том числе транспортирование, не должны приводить к

несанкционированному срабатыванию предохранительных устройств при давлении, не превышающем давление начала открытия.

5.3.1.2 Предохранительные устройства защиты от избыточного давления должны быть стойкими по отношению к коррозии в нормальных условиях эксплуатации. Материалы конструкции должны быть пригодными для ожидаемого в процессе эксплуатации диапазона температур окружающей среды.

5.3.1.3 Предохранительные устройства защиты от избыточного давления должны быть пригодны для работы в среде допущенного к транспортированию в цистерне продукта. Если продуктом, допущенным к транспортированию в цистерне, является кислород, предохранительные устройства должны иметь отметку о допустимости применения в кислородной среде.

5.3.1.4 При объединении сбросов предохранительных устройств в общие коллекторы и сбросные трубопроводы площадь проходного сечения коллектирующего трубопровода должна быть не менее утроенной суммы площадей проходного сечения объединяемых отводящих трубопроводов. При этом диаметры коллекторов и сбросных трубопроводов должны быть подобраны таким образом, чтобы срабатывание одного предохранительного устройства не влияло на работу остальных.

5.3.1.5 Предохранительные устройства для защиты от избыточного давления должны соответствовать ГОСТ 12.2.085, ГОСТ Р 59374.2, ГОСТ Р 59374.3, ГОСТ 31294 и [2].

5.3.1.6 В случае хранения, транспортирования и выдачи жидких гелия и водорода необходимо учитывать возможность присутствия конденсата воздуха на неизолированных охлажденных частях линии аварийного сброса давления из предохранительных клапанов.

5.3.2 Предохранительные устройства защиты внутреннего сосуда

5.3.2.1 Основные требования к выбору и установке предохранительных устройств защиты внутреннего сосуда цистерны приведены в ГОСТ 12.2.085.

5.3.2.2 Определение аварийных сценариев, на которые должны быть рассчитаны предохранительные устройства защиты внутреннего сосуда, находится в зоне ответственности разработчика.

5.3.2.3 Предохранительные устройства защиты внутреннего сосуда цистерны должны быть рассчитаны, как минимум, на следующие расчетные случаи:

- нормальная эксплуатация при заданном коэффициенте испаряемости данной цистерны;
- потеря вакуума в ТИП при сохранении изоляционного слоя;
- неисправность регулирующего клапана контура наддува (при наличии в составе цистерны бортового испарителя наддува);
- неисправность регулирующего клапана на линии стороннего наддува или полная пропускная способность линии стороннего наддува (если такая операция допускается руководством по эксплуатации на цистерну).

5.3.2.4 Для цистерны, пригодной для перевозки взрывопожароопасных продуктов, предохранительные устройства защиты внутреннего сосуда должны быть рассчитаны на случай пожара. В этом случае принимается, что кожух цистерны нагрет до 873,15 К (600 °С).

5.3.2.5 При расчете аварийного режима работы бортового контура наддува должна быть учтена максимальная производительность испарителя наддува с учетом условий эксплуатации цистерны и характеристик примененного испарителя.

5.3.2.6 Определение требуемой пропускной способности предохранительных устройств защиты внутреннего сосуда может быть выполнено в соответствии с [5].

5.3.2.7 Внутренний сосуд должен быть оборудован хотя бы двумя независимыми предохранительными устройствами для сброса давления. Такие устройства должны иметь давление начала открытия не выше расчетного давления внутреннего сосуда цистерны. При этом давление полного открытия этих устройств должно превышать расчетное давление внутреннего сосуда не более чем на 10 %, в противном случае давление полного открытия предохранительных устройств должно быть учтено в расчете на прочность внутреннего сосуда.

5.3.2.8 При недостаточной пропускной способности одного предохранительного устройства могут быть установлены в параллель несколько предохранительных устройств. При этом их суммарная пропускная способность должна быть не менее требуемой пропускной способности для данной цистерны.

5.3.3 Предохранительные устройства защиты технологического оборудования

5.3.3.1 Определение аварийных сценариев, на которые должны быть рассчитаны предохранительные устройства защиты технологического оборудования, а также назначение давления начала открытия предохранительных устройств находится в зоне ответственности разработчика.

5.3.3.2 Любой участок трубопровода, содержащий продукт при криогенной температуре и который может быть изолирован, должен быть защищен с помощью клапана для сброса давления или другого предохранительного устройства.

5.3.3.3 Давление начала открытия предохранительного клапана защиты технологического оборудования должно быть не ниже давления, равного сумме расчетного давления внутреннего сосуда, давления столба жидкого продукта во внутреннем сосуде или трубопроводах обвязки и других возможных давлений, обусловленных конструкцией цистерны. Данный подход к назначению давления начала открытия позволит исключить открытие предохранительных устройств при нормальном ведении технологических операций.

5.3.3.4 Допускается организация сброса с предохранительных устройств защиты технологического оборудования в газовую подушку внутреннего сосуда цистерны. При этом предохранительные устройства защиты внутреннего сосуда должны быть также рассчитаны на данный расчетный случай. Также стоит учитывать, что расчетное давление технологического оборудования будет складываться из расчетного давления внутреннего сосуда цистерны и давления начала открытия предохранительного устройства защиты данного оборудования.

5.3.5 Предохранительные устройства защиты кожуха

5.3.5.1 Кожух цистерны должен быть оборудован устройством защиты от избыточного давления. Это устройство следует устанавливать таким образом, чтобы оно было открытым при давлении не более 0,05 МПа, которое предотвращает разрушение внутреннего сосуда или кожуха.

5.3.5.2 Устройство защиты кожуха должно быть предохранительным устройством с пластиной/заглушкой или разрывной мембраной.

5.3.5.3 Площадь выходного отверстия предохранительного устройства должна составлять не менее 340 $мм^2/м^3$ вместимости внутреннего сосуда, и в любом случае не должна превышать 5000 $мм^2$.

5.3.5.4 Предохранительное устройство должно быть способным выдерживать полный вакуум и все нагрузки, связанные с эксплуатацией в нормальным режиме, включая собственное ускорение массы во время транспортирования, вибрации и т. д.

5.3.5.5 В предохранительном устройстве должно уделяться внимание предотвращению его засорения изоляционными материалами во время движения газа при сбросе давления и эксплуатации.

5.3.5.6 Предохранительное устройство с пластиной или заглушкой должно быть спроектировано и установлено таким образом, чтобы во время срабатывания устройства не возникало опасности для персонала.

5.3.5.7 Предохранительные устройства с пластиной или заглушкой должны проверяться в рамках программы инспекционного контроля, чтобы можно было гарантировать их соответствие чертежам или спецификации. Для предохранительных устройств с пластиной или заглушкой не требуется проводить других испытаний, отличных от испытания опытного образца в целях верификации давления срабатывания.

5.3.5.8 Требования к проектированию, изготовлению, контролю, испытаниям, сертификации, маркировке и упаковке предохранительных устройств с разрывной мембраной устанавливаются ГОСТ Р 59374.2.

5.4 Требования к средствам измерений

5.4.1 Цистерна должна быть оснащена СИ, достаточными для ведения безопасного технологического процесса. Как минимум, цистерна должна быть оснащена средствами для контроля уровня жидкого продукта и давления во внутреннем сосуде.

5.4.2 На переднем торце несъемных и транспортабельных цистерн в зоне видимости водителя транспортного средства должен быть установлен дублирующий показывающий прибор контроля давления во внутреннем сосуде.

5.4.3 Контроль за текущими показателями параметров, определяющих взрывоопасность технологических процессов на цистернах для перевозки взрывопожароопасных продуктов, осуществляется не менее чем от двух независимых СИ с раздельными точками отбора.

5.4.4 Для взрывопожароопасных веществ основной и дублирующие приборы контроля давления во внутреннем сосуде должны иметь независимые точки отбора из внутреннего сосуда, для прочих веществ допускается проводить контроль из одной точки отбора.

5.4.5 В качестве дублирования прибора контроля уровня допускается использовать линии перелива для визуального контроля уровня заполнения цистерны, если это допустимо с учетом свойств пе-

ревозимого вещества. При подобной организации визуального контроля уровня конструкцией цистерны должна быть обеспечена безопасность проведения этих работ оператором.

5.5 Требования к изоляции

5.5.1 Теплоизоляционная защита цистерн, предназначенная для работы с жидкими криогенными продуктами, должна быть экранно-вакуумной или волокнисто-вакуумной.

5.5.2 Материалы, применяемые в этой изоляции, должны обладать термостойкостью и устойчивостью структуры при резких колебаниях температуры, не взаимодействовать с металлическими поверхностями оборудования.

5.5.3 Для цистерн с повышенными требованиями по пожарной безопасности изоляция должна выдерживать кратковременное термическое воздействие от кожуха с температурой стенки 873 K (600,15 °C).

5.5.4 В качестве материалов для экранно-вакуумной тепловой изоляции рекомендуется применять алюминиевую фольгу, стеклоткани, стеклохолсты, металлизированную в вакууме полиэтилентерефталатную пленку.

5.5.5 Оборудование цистерны, на поверхности которого возможна конденсация воздуха, должно иметь тепловую изоляцию, предотвращающую выпадение конденсата, или защитные кожухи/лотки, предотвращающие попадание конденсата на расположенные рядом металлоконструкции, оборудование, а также места обслуживания.

6 Требования к изготовлению

6.1 При изготовлении цистерн следует выполнять требования конструкторской и технологической документации, ГОСТ 34347 и настоящего стандарта.

6.2 Для обеспечения необходимых зазоров, размеров при сборке конструкций под сварку разрешается проводить подгонку (обработку, подгибку, развальцовку) изделий в холодном состоянии или с подогревом при сохранении качества изделия.

6.3 При сборке стыка свариваемых элементов изделий необходимо предусмотреть возможность свободной усадки металла шва в процессе сварки. Сборку стыка с натягом выполнять не допускается.

6.4 Сборку свариваемых элементов толщиной металла более 4 мм допускается выполнять с помощью прихваток или привариваемых к изделию временных технологических креплений из материала, аналогичного материалу изделия, при условии отсутствия запрещающих требований в конструкторской документации. Расстояние от края сварного шва крепления до края сварного шва изделия должно быть не менее толщины стенки изделия, но не менее 20 мм. Прихватки следует производить способами сварки и с применением сварочных материалов в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному сварному соединению.

6.5 Подготовленные под сварку кромки свариваемых элементов цистерны, а также прилегающие к ним участки по внутренней и наружной поверхностям шириной не менее 20 мм должны быть зачищены до металлического блеска и обезжирены.

6.6 Детали и сборочные единицы должны соответствовать требованиям ГОСТ 34347. Резка листов, труб и других полуфабрикатов, а также вырезка отверстий могут быть произведены любым способом (механическим, газоплазменным, электродуговым, плазменным). Конкретный способ и технологию резки устанавливает технологическая документация в зависимости от класса сталей (характеристик материала). Применяемая технология термической резки материалов, чувствительных к местному нагреву и охлаждению, должна исключать образование трещин на кромках и ухудшение свойств металла в зоне термического влияния. В необходимых случаях, предусмотренных технологической документацией, следует предусматривать предварительный подогрев и последующую механическую обработку кромок для удаления слоя металла с ухудшенными в процессе резки свойствами.

6.7 Гибку труб допускается производить любым освоенным предприятием-изготовителем способом, обеспечивающим получение качества гиба, соответствующего требованиям технологической и конструкторской документации.

6.8 Отклонение наружного диаметра внутреннего сосуда и кожуха цистерны не должно превышать ±1 % от номинального диаметра, если в конструкторской документации не оговорены другие требования.

6.9 Оси патрубков цистерны должны быть перпендикулярны или параллельны к опорным поверхностям. Допуск перпендикулярности и параллельности должен быть в пределах пятнадцатой степени точности согласно ГОСТ 24643, если в конструкторской документации не предъявляются более жесткие требования.

6.10 Относительная овальность в любом сечении внутреннего сосуда цистерны не должна превышать 1 %.

Относительная овальность в любом сечении кожуха цистерны не должна превышать 0,5 %.

6.11 В местах приварки шпангоутов и в зоне кольцевых швов на обечайках кожуха и внутреннего сосуда допускаются местные отклонения от прямолинейности образующей обечайки за счет утяжки швов не более 5 мм.

6.12 В местах приварки ребер на днищах и обечайках допускаются выпуклости и вогнутости не более 4 мм.

6.13 В местах приварки штуцеров в обечайку допускается утяжка сварных швов 0,5 % от диаметра, но не более 10 мм.

6.14 При сборке кожуха и внутреннего сосуда продольные швы смежных обечаек и днищ должны быть смещены по отношению друг к другу не менее, чем на 100 мм между осями швов.

6.15 Требования к сварке и сварным соединениям, к качеству сварных соединений и их контролю должны соответствовать разделам 5 и 7 ГОСТ 34347—2017.

6.16 Требования к сварным соединениям из сталей, а также сплавов на железоникелевой и никелевой основах, выполняемых ручной дуговой сваркой, устанавливает ГОСТ 5264.

6.17 Требования к сварным соединениям из сталей, а также сплавов на железоникелевой и никелевой основах, выполняемых ручной дуговой сваркой в защитном газе, устанавливает ГОСТ 14771.

6.18 Требования к сварным соединениям из сталей, а также сплавов на железоникелевой и никелевой основах, выполняемых сваркой под флюсом, устанавливает ГОСТ 8713.

6.19 Требования к сварным соединениям стальных трубопроводов устанавливает ГОСТ 16037.

6.20 Требования к сварным соединениям из алюминия и алюминиевых сплавов, выполняемых дуговой сваркой в инертных газах, устанавливает ГОСТ 14806.

6.21 Оригинальные сварные соединения следует выполнять по рабочим чертежам и техническим условиям.

6.22 Сварочные работы должны проводиться организацией, имеющей аттестованные технологию сварки, персонал, оборудование и сварочные материалы.

6.23 Производство сварочных работ на всех стадиях изготовления цистерны должно соответствовать требованиям технологической документации изготовителя, Федеральным нормам и правилам [22].

6.24 Форма и обработка кромок под сварку, зазоры между свариваемыми стыками должны соответствовать требованиям конструкторской документации и нормативно-технической документации на сварку.

6.25 Прихватки следует выполнять с применением присадочных материалов, указанных в таблицах Б.1 приложения Б и Г.1 приложения Г.

Прихватки не должны иметь дефектов: трещин, прожогов, газовых пор и других.

6.26 Все ответственные сварные соединения из нержавеющей стали, контактирующие с жидким или газообразным продуктом, недоступные для сварки с обратной стороны (односторонние сварные швы), следует выполнять с поддувом аргона или на подкладном (остающемся) кольце.

6.27 При выполнении стыковых односторонних многопроходных швов ручной сваркой на сосудах цистерны необходимо проводить послойный контроль качества выполнения корня шва на отсутствие дефектов.

6.28 При выполнении стыковых двухсторонних швов ручной сваркой перед выполнением сварки с обратной стороны должен быть удален корень шва с контролем отсутствия дефектов и полноты выборки.

6.29 Минимальная ударная вязкость, Дж/см^2 (кгс · м/см^2), для сварных швов аустенитных сталей при температуре менее 173 К (минус 100,15 °С) должна составлять KCV = 20 (2); KCU = 30 (3).

6.30 Механические свойства сварных соединений цистерн из алюминиевых сплавов должны соответствовать таблице 4. Количество и тип образцов, на которых проводят испытания, должны соответствовать требованиям ГОСТ 34347.

6.31 Сварочные и наплавочные материалы цистерн должны соответствовать ГОСТ 34347 и настоящему стандарту.

6.32 Марки присадочного материала, применяемые при автоматической сварке под флюсом (АФ), ручной электродуговой (РДС), полуавтоматической плавящимся электродом (ИП) и ручной аргонодуговой (АДС) сварке сталей Ст.3, 09Г2С, 20, 20К, 08Х18Н10Т, 03Х18Н11, 12Х18Н10Т, 304, 304L и 321 должны соответствовать таблице Б.1 приложения Б.

Таблица 4 — Механические свойства сварных соединений из алюминиевых сплавов

Марка свариваемого материала	Угол загиба не менее, град	Ударная вязкость KCU, Дж/см^2 (кгс·м/см^2), не менее, при температуре испытаний, К (°С)		Предел прочности
		ниже 273 (0,15)	от 273 (0,15) до 423 (150,15)	
АМц, АМцС	150 при *s* до 16 мм; 120 при *s* свыше 16 мм	Не регламентируется		Больше или равно нижнему значению предела прочности основного металла в отожженном состоянии
АМг5	70 при *s* до 8 мм; 40 при *s* свыше 8 мм до 16 мм; 25 при *s* свыше 16 мм	38 (3,8)	39 (3,9)	
АМг6	45	28 (2,8)	32 (3,2)	
Примечание — *s* — толщина свариваемых металлов.				

6.33 Марки флюсов для АФ в зависимости от марки свариваемых сталей приведены в таблице В.1 приложения В.

6.34 Марки сварочной проволоки, применяемые при автоматической плазменной сварке (АИП), ручной дуговой сварке неплавящимся электродом в аргоне с присадкой и без присадки (РИНп), ручной дуговой сварке неплавящимся электродом в гелии с присадкой и без присадки (РГНп) сталей АМцС, АМг2, АМг5 и АМг6 приведены в таблице Г.1 приложения Г.

6.35 Марки защитных газов для АФ в зависимости от марки свариваемых алюминиевых сплавов указаны в таблице Г.2 приложения Г.

6.36 Допустимая замена сварочных материалов для свариваемых сталей и алюминиевых сплавов представлена в таблице Д.1 приложения Д.

6.37 Сварные швы должны подлежать клеймению, позволяющему установить сварщика, выполнявшего швы. Клеймо наносят в соответствии с ГОСТ 34347. Если сварное соединение выполняют несколько сварщиков, то на нем должны быть поставлены клейма всех сварщиков, участвующих в его выполнении.

Способ нанесения клейма в зависимости от толщины металла, его марки необходимо производить согласно ГОСТ 2.314.

6.38 Сварку соединений цистерн следует выполнять в соответствии с требованиями, указанными в конструкторской документации.

6.39 Все сварные соединения, работающие под давлением, следует выполнять с полным проплавлением и полным проваром.

6.40 Контроль сварных соединений необходимо проводить в соответствии с ГОСТ 34347 по операционным технологическим картам неразрушающего и разрушающего контроля, которые разрабатывают в соответствии с технологическими инструкциями изготовителя.

6.41 Виды неразрушающего контроля сварных соединений указывают в конструкторской документации. Методы и объемы неразрушающего контроля качества сварных соединений должны обеспечивать выявление дефектов, характерных для применяемого способа сварки. В сварных швах должны отсутствовать наружные и внутренние дефекты, превышающие нормы, указанные в ГОСТ 34347.

6.42 Контроль сварных соединений методами разрушающего контроля следует проводить на образцах-имитаторах и/или контрольных сварных соединениях, указываемых в конструкторской документации.

6.43 Необходимость проведения термической обработки деталей цистерны, сварных соединений, а также режимы и технологии термической обработки должен устанавливать изготовитель и указывать в конструкторской документации.

6.44 При наличии требований в конструкторской документации к проведению термической обработки сварных соединений неразрушающий контроль качества сварных соединений проводят до и после термической обработки.

6.45 Требования к термической обработке стальных цистерн должны соответствовать ГОСТ 34347 и настоящему стандарту.

6.46 Для аустенитной стали термическая обработка днищ после холодной штамповки не требуется, если:

- относительное удлинение металла не менее 40 % [для изделий с толщиной стенки не более 15 мм при расчетных температурах от комнатной до 77 К (минус 196,15 °С)];
- относительное удлинение металла не менее 45 % [для изделий с толщиной стенки более 15 мм при расчетных температурах от комнатной до 77 К (минус 196,15 °С)];
- относительное удлинение металла не менее 50 % [при расчетных температурах ниже 77 К (минус 196,15 °С)].

6.47 Цистерны из алюминиевых сплавов и их элементы, изготовленные с применением сварки, штамповки и вальцовки, подлежат термической обработке (отжигу) в следующих случаях:

- при толщине стенки обечайки, цилиндрической части днища, фланца или патрубка в месте их сварного соединения более 36 мм;
- в случае воздействия на аппарат рабочей среды, вызывающей межкристаллитную коррозию или коррозионное растрескивание;
- если днища, независимо от их толщины, изготовлены холодной штамповкой и фланжированием или горячей штамповкой с температурой окончания процесса менее 593 К (320,15 °С).

Режимы термической обработки должны соответствовать таблице 5.

Таблица 5 — Режимы термической обработки

Марка материала	Режим термообработки		
	Температура, К (°С)	Время выдержки, ч	Способ охлаждения
АМц, АМцС	653—693 (380,15—420,15)	1	На воздухе
АМг2	633—693 (360,15—420,15)	1—3	На воздухе
АМг5, АМг6	583—608 (310,15—335,15)	1—3	На воздухе

Термическую обработку следует проводить после выполнения сварочных работ и устранения дефектов. Элементы цистерн, изготовленные штамповкой и фланжированием, могут подвергаться термообработке до сборки.

6.48 Поверхности цистерн не должны иметь следов коррозии, влаги, масла и др. загрязнений, видимых при визуальном контроле.

6.49 Цистерны должны быть тщательно очищены и просушены, вентили и крышки должны быть плотно закрыты, на штуцера установлены заглушки.

6.50 Внутренние поверхности оборудования цистерн, соприкасающегося с рабочим продуктом, должны обеспечивать сохранность эксплуатационных качеств и чистоту перевозимого жидкого продукта. Поверхности вакуумных полостей должны быть тщательно очищены и обезжирены.

6.51 Содержание жировых загрязнений на поверхностях цистерн, контактирующих с жидким или газообразным кислородом, не должно превышать значений, указанных в таблице 6. Для остальных разрешенных к перевозке криогенных продуктов содержание жировых загрязнений на поверхностях деталей и сборочных единиц, а также на поверхностях кожуха, сосуда внутреннего и трубопроводов, обращенных к вакууму, не должно превышать 500 мг/м^2, если нет других указаний в конструкторской документации.

6.52 Детали и сборочные единицы цистерн, обезжиривание которых невозможно после сборки, должны быть обезжирены до сборки.

Таблица 6 — Содержание жировых загрязнений

Среда	Температура стенки оборудования, K (°C)	Содержание жировых загрязнений, мг/м^2, не более, при давлении, МПа				
		до 0,59	от 0,59 до 1,57 включ.	от 1,57 до 3,92 включ.	от 3.92 до 6,27 включ.	от 6,27
Газообразный кислород	≤ 333 (60,15 °C)	500	200	100		50
	>333 (60,15 °C)	250	100	50		25
Жидкий кислород и его пары	—	500		200	100	50

6.53 При хранении таких деталей и сборочных единиц и в процессе сборки и испытаний должны быть приняты меры, предотвращающие загрязнение обезжиренных поверхностей.

6.54 Внутренний сосуд цистерн обезжиривают с двух сторон в деталях до сборки внутреннего сосуда в соответствии с требованиями документации.

6.55 При изготовлении из низкоуглеродистой стали наружная и внутренняя поверхности кожуха цистерн до сборки в составе цистерны должны подвергаться дробеструйной обработке для очистки от окалины и коррозии. Допускается производить дробеструйную обработку в деталях и сборочных единицах с защитой (при необходимости длительного процесса сборки) окрашиваемых в дальнейшем поверхностей грунтовочной краской в соответствии с требованиями рабочих чертежей.

6.56 Нанесение тепловой изоляции на внутренний сосуд цистерн должно соответствовать техническим требованиям чертежа.

6.57 Поверхности, на которые наносят изоляцию, должны быть до нанесения изоляции обезжирены и просушены.

6.58 В изоляции отверстия под трубы, оси опор и штуцера допускается вырезать в чехлах по месту.

6.59 Давление и темп повышения давления в ТИП цистерны определяются в соответствии с конструкторской и технологической документацией.

6.60 Испытаниям на холодный удар должна подвергаться первая цистерна после перерыва в изготовлении более двух лет (24 месяцев) в объеме, указанном в конструкторской документации.

7 Требования безопасности и охраны окружающей среды

7.1 При проектировании, изготовлении и эксплуатации цистерн следует руководствоваться требованиями согласно ГОСТ 12.0.003, ГОСТ 12.1.030, ГОСТ 12.2.003, [1], [2], [7], [22]—[25]. Общие требования по взрывобезопасности должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.010. Общие требования по пожарной безопасности должны соответствовать ГОСТ 12.1.004, [26], [27].

7.2 Требования безопасной эксплуатации и охраны окружающей среды для цистерн, работающих под давлением, должны быть приведены в РЭ и охватывать все технологические режимы работы цистерн.

В РЭ должны быть описаны следующие разделы с требованиями по обеспечению безопасности при эксплуатации цистерны:

- общие указания безопасности;
- виды возможных опасных воздействий при эксплуатации цистерны;
- правила допуска обслуживающего персонала;
- меры безопасности при работе с продуктом, допущенным к использованию в данной цистерне, включая меры безопасности при работе с криогенными продуктами (если применимо), меры безопасности с пожаровзрывоопасными продуктами (если применимо). Особое внимание стоит уделять мерам безопасности при работе с кислородом (если применимо);
- меры безопасности с электрооборудованием (если применимо);
- меры противопожарной безопасности.

7.3 Принципиальная пневмогидравлическая схема цистерны должна предусматривать наличие предохранительных устройств для защиты оборудования при повышении в нем давления выше допустимого значения. Требования к предохранительным устройствам приведены в 5.3.

7.4 Цистерны должны быть заземлены в соответствии с 4.1.11.

7.5 При проведении окрасочных работ следует выполнять требования согласно ГОСТ 12.3.005.

7.6 На цистерны в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.026 должны быть нанесены знаки безопасности.

7.7 При транспортировании, монтаже цистерн погрузочно-разгрузочные работы следует выполнять в соответствии с требованиями эксплуатационной документации и ГОСТ 12.3.009.

7.8 Цистерны не должны быть источником вредных выбросов и оказывать отрицательное воздействие на окружающую среду.

7.9 Цистерны кислорода, водорода и СПГ должны быть оборудованы безопасным дренажным устройством, разбавляющим концентрацию сбрасываемого газа. Отвод газа должен осуществляться в безопасное место.

Примечание — Для СПГ и водорода допустимо дополнительно применять пламегасители.

7.10 Запрещается вести регулирование потоков при помощи запорной арматуры.

8 Правила приемки

8.1 Правила приемки цистерн должны соответствовать требованиям ГОСТ 15.309.

8.2 Для проверки соответствия цистерн требованиям настоящего стандарта и конструкторской документации следует проводить следующие испытания:

- приемо-сдаточные;
- периодические;
- при оценке соответствия.

8.3 Объем контроля при испытаниях и контролируемые параметры указаны в таблице 7.

Таблица 7— Объем контроля при испытаниях и контролируемые параметры

Контролируемый параметр	Методы контроля	Приемо-сдаточные испытания[1)]	Периодические испытания[1)]	Испытания при оценке соответствия[2)]
Документация	По 9.3	+	+	+
Габаритные размеры	По 9.7	+	+	+
Вместимость	По 9.9	–	+	+
Рабочее давление	По 9.10	+	+	+
Масса хранимого продукта	По 9.12	–	+	–
Масса порожнего изделия	По 9.11	–	+	–
Герметичность кожуха	По 9.6	+	+	+
Прочность и герметичность внутреннего сосуда цистерны	По 9.5	+	+	+
Потери продукта от испарения	По 9.32	+	+	+
Электробезопасность	По 9.13	+	+	–
Маркировка изделия	По 9.4	+	+	+
Комплектность поставки	По 9.16	+	+	+
Упаковка и консервация	По 9.33	+	+	+

[1)] Объем приемо-сдаточных и периодических испытаний может быть расширен изготовителем в соответствии с требованиями конструкторской документации на конкретную цистерну.

[2)] Объем испытаний при оценке соответствия может быть расширен по требованию изготовителя, заказчика или органа по оценке соответствия.

Примечание — Знак «+» означает, что данный вид контроля или испытания обязателен к исполнению; знак «–» означает, что контроль и испытания не проводят.

8.4 Приемо-сдаточным испытаниям должна подвергаться каждая цистерна.

Объем и требования приемо-сдаточных испытаний определяются ГОСТ 34347 и конструкторской документацией. Цистерна считается выдержавшей испытания, если полностью выполняются требования конструкторской документации. Обнаруженные при испытаниях дефекты должны быть устранены, после чего цистерна повторно подвергается испытаниям. Если обнаружены недопустимые и неустранимые дефекты, цистерна подлежит браковке.

8.5 Результаты приемо-сдаточных испытаний оформляют протоколом испытаний в соответствии с требованиями ГОСТ 15.309 и отражают в паспорте в разделе «Свидетельство о приемке».

8.6 Периодические испытания проводят для подтверждения качества выпускаемой продукции и возможности продолжения ее выпуска. Периодическим испытаниям должна подвергаться одна цистерна один раз в пять лет.

8.7 Результаты периодических испытаний должны быть оформлены актом и протоколом в соответствии с приложением В ГОСТ 15.309—98.

8.8 Периодическим испытаниям подвергается цистерна, прошедшая приемо-сдаточные испытания, полностью укомплектованная согласно паспорту/формуляру и принятая ОТК завода-изготовителя.

8.9 Испытания по оценке соответствия проводят с целью установления соответствия техническим регламентам [1] и [2] и/или международным нормативно-техническим документам. Испытаниям по оценке соответствия подвергается одна цистерна один раз в пять лет, и испытания могут быть совмещены с периодическими.

8.10 Результаты испытаний по оценке соответствия оформляют в соответствии с требованиями органа по оценке соответствия.

8.11 Испытаниям на холодный удар должна подвергаться первая цистерна после перерыва в изготовлении более двух лет. Объем и методика испытаний — в соответствии с конструкторской и технологической документацией.

9 Методы контроля и испытаний

9.1 Испытания цистерн необходимо проводить на испытательном оборудовании, аттестованном в установленном порядке, укомплектованном средствами защиты, СИ, вспомогательной оснасткой и эксплуатационной документацией.

9.2 Испытания цистерн должен проводить обученный и аттестованный персонал по утвержденной технологии в соответствии с программами и методиками (технологическим процессом) на испытания.

9.3 Контроль соответствия конструкторской документации изготовителя требованиям ГОСТ 34347 и настоящего стандарта проводят визуально.

9.4 Соответствие обозначения цистерны контролируют по маркировке на фирменной табличке и по сопроводительной документации (паспорту/формуляру).

9.5 Испытания на прочность и герметичность цистерн проводят с помощью гидравлического испытания водой в соответствии с требованиями ГОСТ 34347 и конструкторской документации. По решению изготовителя гидравлическое испытание цистерн допускается заменить пневматическим испытанием при условии контроля этого испытания методом акустической эмиссии.

9.6 Кожух цистерны испытывают на герметичность в соответствии с требованиями конструкторской документации.

9.7 Контроль габаритных и присоединительных размеров проводят с помощью СИ геометрических величин.

9.8 Подлежат обязательному контролю габаритные размеры, характеризующие вписываемость цистерны в железнодорожные габариты согласно ГОСТ 9238, предельно допустимые габариты транспортных средств согласно ГОСТ 33987, типоразмеры и допустимые габариты ИСО контейнеров — согласно [28].

Примечание — Съемные цистерны могут быть негабаритными по согласованию с заказчиком.

9.9 Вместимость цистерны контролируют измерением габаритных размеров.

9.10 Рабочее давление контролируют при проведении испытаний цистерны пробным расчетным и рабочим давлением в соответствии с требованиями конструкторской документации.

9.11 Массу порожней цистерны определяют взвешиванием и расчетным методом в соответствии с конструкторской документацией.

9.12 Массу хранимого в цистерне продукта определяют расчетом как произведение вместимости цистерны на плотность криогенного продукта с учетом коэффициента заполнения объема. Плотность криопродукта принимается для равновесного состояния при давлении 760 мм рт.ст.

9.13 Контроль соответствия требованиям электробезопасности проводят визуально на наличие заземляющих устройств и соответствие их конструкции и знаков заземления требованиям ГОСТ 21130.

9.14 Проверку качества покрытия и окраски проводят путем визуального осмотра.

9.15 Контроль качества материалов и покупных изделий проводят путем проверки сертификатов поставщиков.

9.16 Контроль комплектности поставки проводят по формуляру на цистерну или по контракту.

9.17 Контроль сборки цистерны проводят визуально.

9.18 Геометрические размеры и форму поверхностей необходимо измерять с помощью средств, обеспечивающих погрешность не более 30 % установленного допуска на изготовление.

Габаритные размеры цистерн необходимо определять путем суммирования размеров входящих в них сборочных единиц и деталей.

9.19 Непрямолинейность образующей обечаек внутреннего сосуда и кожуха контролируют измерением расстояний от образующей до струны, устанавливаемой параллельно образующей. Измерения проводят в горизонтальной плоскости для исключения влияния провисания струны.

Непрямолинейность вычисляют как наибольшую разность измерений.

Измерения проводят вне зоны 100 мм от сварных швов.

9.20 Непрямолинейность образующей обечайки внутреннего сосуда и кожуха в местах приварки шпангоутов контролируют измерением зазора между линейкой длиной 200 мм, уложенной серединой над швом приварки шпангоута, и образующей.

9.21 Овальность внутреннего сосуда и кожуха контролируют измерением наибольшего и наименьшего фактического диаметра в одном сечении для каждой обечайки. Овальность вычисляют по результатам измерений диаметров в соответствии с ГОСТ 34347.

9.22 Контроль качества изготовления внутреннего сосуда цистерны проводят с помощью замеров на соответствие требованиям конструкторской документации или других методов измерения, установленных изготовителем.

9.23 Контроль проведения сварочных работ проводят визуально.

9.24 Контроль клеймения сварных швов проводят визуально в соответствии с требованиями конструкторской документации.

9.25 Проверку качества сварных соединений проводят в соответствии с требованиями конструкторской документации и ГОСТ 34347.

9.26 Проверку термообработки деталей и сварных соединений проводят в соответствии с требованиями конструкторской документации.

9.27 Качество монтируемой тепловой изоляции следует проверять послойным визуальным контролем массива изоляции.

9.28 Контроль очистки и качества обезжиривания поверхностей кожуха, сосуда внутреннего и трубопроводов производят визуально на отсутствие ржавчины, окалины и других загрязнений.

9.29 Чистоту поверхностей цистерн, контактирующих с кислородом, контролируют в соответствии с ГОСТ 12.2.052.

9.30 Измерение остаточного давления в ТИП цистерны и другие вакуумные работы проводят либо специалисты завода-изготовителя, либо сторонняя организация, имеющая квалифицированных специалистов-вакуумщиков и соответствующее оборудование, и в присутствии представителя завода-изготовителя.

9.31 После испытаний цистерны на прочность и герметичность должно быть выполнено обезгаживание ТИП в соответствии с конструкторской и технологической документацией.

9.32 Потери от испарения при хранении цистерны и массовую производительность определяют в соответствии с технической документацией изготовителя.

9.33 Консервацию контролируют измерением давления в цистерне и визуальным контролем с помощью арматуры, СИ и ЗИП.

10 Транспортирование и хранение

10.1 Цистерны транспортируют автомобильным, железнодорожным или морским транспортом в соответствии с правилами, установленными для данного вида транспорта, и требованиями эксплуатационной документации на данную цистерну.

10.2 Условия хранения и транспортирования цистерн в части воздействия климатических факторов определяют в соответствии с ГОСТ 15150, условия транспортирования в части воздействия механических факторов — в соответствии с ГОСТ 23170 и эксплуатационной документацией.

10.3 Срок хранения в условиях транспортирования должен быть не более 3 мес.

10.4 Срок хранения цистерн без переконсервации должен быть не более трех лет. Переконсервацию цистерн проводят в соответствии с эксплуатационной документацией.

10.5 Транспортирование и хранение цистерн выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 34347, [29]—[33] и эксплуатационной документацией.

11 Эксплуатационные требования

11.1 Общие положения

11.1.1 Перед вводом цистерны в эксплуатацию необходимо подтвердить ее пригодность для эксплуатации, а также проверить комплектность документации.

К эксплуатации допускается технически исправная цистерна, укомплектованная в соответствии с ее технической документацией.

11.1.2 Запрещается эксплуатация оборудования с неисправными и не поверенными в установленные сроки СИ.

11.1.3 Запрещается эксплуатация оборудования с неисправными предохранительными клапанами или клапанами, у которых просрочен срок проверки срабатывания.

11.2 Требования к квалификации обслуживающего персонала и обучению

11.2.1 К работам с цистерной и связанным с ней оборудованием, которые включают ввод в эксплуатацию, заправку, транспортирование, эксплуатацию или техническое обслуживание, допускают только тех лиц, которые были специально обучены, аттестованы и имеют соответствующие удостоверения согласно действующим правилам и нормам законодательства Российской Федерации.

11.2.2 Любое лицо из обслуживающего персонала должно уметь оказывать первую помощь пострадавшему от обморожения и ожогов и применять средства пожаротушения.

11.2.3 Программа обучения должна включать:

- стандартные процедуры по эксплуатации;
- идентификацию продукта и опасностей;
- рабочие пределы для безопасной эксплуатации;
- порядок действий в аварийной ситуации;
- физические и химические свойства содержащихся в цистерне веществ и их действие на человека;
- средства индивидуальной защиты (например, специальная обувь, защитные очки, перчатки)

11.3 Общие указания мер безопасности

11.3.1 Перед началом проведения любой операции оператор должен осмотреть все оборудование и убедиться в отсутствии признаков повреждений или дефектов, способных повлиять на безопасность эксплуатации цистерны.

11.3.2 На цистерне должны быть опознавательные этикетки и заводские таблички в соответствии с требованиями по маркировке согласно 4.4.

11.3.3 Должно уделяться особое внимание свойствам продукта, а также требованиям к использованию необходимых средств индивидуальной защиты.

11.3.4 Любые работы с цистерной выполняют в строгом соответствии с эксплуатационной документацией и инструкциями по технике безопасности.

11.3.5 Все работающие с продуктом должны быть обеспечены спецодеждой, спецобувью и средствами индивидуальной защиты.

11.3.6 При работе на оборудовании допускается использовать только штатный и чистый, без следов масла и грязи, инструмент.

11.3.7 Оборудование, находящееся под давлением, следует отсоединять только после того, как из него будет сброшено давление.

11.3.8 Перед проведением каких-либо работ по устранению утечек в арматуре или соединениях, необходимо сбрасывать давление из примыкающих к аварийному участку полостей оборудования.

11.3.9 Не допускается применение открытого огня или прямого сильного нагрева оборудования с целью повышения в нем давления или отогрева.

11.3.10 Все поверхности, которые могут контактировать с жидким или газообразным продуктом, должны быть чистыми.

11.3.11 Арматуру, уплотнительные поверхности и уплотняющие материалы, заправочные рукава перед использованием следует проверять на отсутствие видимых повреждений, чистоту, а также отсутствие обмерзаний и обледенений.

11.3.12 Оборудование цистерны и заправочные рукава не должны подвергаться модификации без получения соответствующих разрешений от производителя.

11.3.13 Рекомендуется, чтобы соединительные элементы присоединялись к цистерне и/или заправочным рукавам таким образом, чтобы было исключено их несанкционированное отсоединение.

11.3.14 Арматуру с ручным приводом следует открывать и закрывать плавно.

11.3.15 При проведении любых технологических операций, а также при обучении персонала должно уделяться внимание следующим требованиям техники безопасности:

а) при испарении небольшие количества криогенного сжиженного газа будут создавать большие объемы испаряемого газа. Жидкий криогенный продукт, находящийся в замкнутом объеме, испаряется под действием внешнего теплопритока, что приводит к постоянному росту давления в данном замкнутом объеме;

б) жидкий кислород при протечке и испарении может приводить к обогащению окружающей среды кислородом; протечки других криогенных жидкостей могут приводить к обеднению окружающей среды кислородом. Чтобы избежать таких ситуаций, нужно предпринимать необходимые меры, например вентиляцию;

в) из-за возможности охрупчивания материалов в холодной среде криогенные сжиженные газы используют только в специальных системах, элементы которых пригодны для криогенных температур;

г) при испарении криогенных жидких сред образующиеся газы могут быть тяжелее воздуха, и тогда они могут накапливаться на низко расположенных участках (например, в шахтах, канавах, приямках);

д) из-за чрезмерно низких температур контакт криогенных сжиженных газов с кожей вызывает обморожение. Обморожения могут также возникать при контактах с неизолированным оборудованием и трубопроводами;

е) скалывать лед с технологического оборудования запрещено;

ж) обогащение кислородом вследствие сжижения окружающего воздуха может происходить на холодных поверхностях оборудования, не имеющего изоляции, содержащего сжиженные газы с точкой кипения ниже, чем у кислорода;

и) особое внимание следует уделять определению подходящих безопасных расстояний во время хранения или заполнения/опорожнения цистерн.

11.4 Ввод в эксплуатацию

11.4.1 Эксплуатация и техническое обслуживание цистерн, а также требования техники безопасности при эксплуатации и техническом обслуживании должны соответствовать требованиям руководства по эксплуатации, входящего в комплект документации, прилагаемый к цистерне.

11.4.2 До пуска в работу и периодически в процессе эксплуатации цистерна должна проходить техническое освидетельствование в соответствии с [22].

11.4.3 При вводе в эксплуатацию на оборудовании следует провести технологические операции, описание и последовательность выполнения которых должны быть отражены в руководстве по эксплуатации на данную цистерну. В формуляр цистерны должны быть внесены сведения об окончании работ по монтажу и испытаниям и сделана запись о разрешении ввода цистерны в эксплуатацию. Перед пуском цистерны в эксплуатацию необходимо проверить в паспорте цистерны наличие отметки:

- о постановке на учет цистерны в местных органах технадзора в соответствии с нормами и правилами в области промышленной безопасности;
- о проведении первичного технического освидетельствования;
- о сроке следующего технического освидетельствования;
- о разрешении на ввод в эксплуатацию.

11.4.4 Цистерна и связанные с ней принадлежности должны быть осмотрены, чтобы убедиться в отсутствии повреждений.

11.4.5 В ходе осмотра должно быть проверено:

а) все требуемые проверки и испытания были выполнены;

б) цистерна и ее оборудование не имеют признаков повреждений и утечек;

в) маркировка находится на видном месте и содержит всю необходимую информацию об оборудовании и криогенном продукте;

г) клапаны проверены на работоспособность, находятся в правильном положении и пригодны для предусмотренной эксплуатации;

д) СИ находятся в исправном состоянии с неистекшим сроком поверки;

е) предохранительные устройства не имеют повреждений, имеют неистекший срок проверки срабатывания и опломбированы;

ж) целостность заземляющих устройств защиты оборудования от статического электричества;

и) цистерна и ее оборудование оснащены предохранительными устройствами для защиты от избыточного давления, давление начала открытия которых не превышает расчетного давления оборудования. Предохранительные устройства не должны иметь повреждений, должны иметь неистекший срок проверки срабатывания, должны быть опломбированы. Давление начала открытия, размер и размещение должны соответствовать документации. Устройства, требующие утверждения, должны быть правильно промаркированы, и должны иметься акты, подтверждающие соответствие.

11.4.6 Следует удостовериться в том, что цистерна и ее оборудование находятся в чистом, обезжиренном состоянии в соответствии с 6.55 и что они пригодны для эксплуатации с данным перевозимым продуктом.

11.4.7 Цистерна и оборудование должны быть продуты и осушены подходящим продувочным газом до тех пор, пока параметры чистоты и влажности сбрасываемого газа не будут соответствовать требованиям среды, предполагаемой к использованию.

11.4.8 Цистерна должна быть охлаждена в соответствии с инструкцией изготовителя. Должны быть приняты меры, позволяющие избежать неконтролируемого роста давления из-за быстрого испарения криогенной жидкости. При выборе газа для проведения захолаживания должен приниматься во внимание эффект возможной кристаллизации газа, находящегося в цистерне.

11.5 Требования к площадкам слива/налива

11.5.1 Требования, перечисленные в настоящем разделе, касаются мест установки цистерн, а также таких действий с цистернами, как заправка и опорожнение (слив):

а) цистерны размещают на подходящих площадках, например на открытом воздухе или на огороженном участке с хорошей вентиляцией, вдали от источников тепла (места проведения сварочных работ, открытый огонь и т. д.). При производстве огнеопасных работ следует принимать необходимые меры безопасности. Данные площадки необходимо содержать в надлежащей чистоте, проходы не должны быть загорожены и закрыты для обеспечения беспрепятственного перемещения обслуживающего персонала;

б) следует обеспечить необходимую вентиляцию. На местах, расположенных на уровне или над поверхностью земли, естественной циркуляции воздуха обычно бывает достаточно в том случае, если площадка достаточно большая и не стеснена оборудованием и строениями. В противном случае потребуется принудительная вентиляция воздуха или другие меры предосторожности;

в) цистерны не допускается размещать в закрытых помещениях или под землей. Если размещение в помещении неизбежно, все линии сброса давления, включая линии от предохранительных устройств, должны быть выведены за пределы помещения. Данные линии должны быть спроектированы таким образом, чтобы обеспечивалась корректная работа предохранительных устройств защиты цистерны и ее оборудования от повышения давления, а также исключалось скапливание воды и конденсата. В помещении также должна быть предусмотрена соответствующая вентиляция, а также средства контроля загазованности и предупреждения в случае превышения допустимых границ загазованности для исключения возможности удушения или образования взрывопожароопасных концентраций веществ;

г) покрытие площадки, предназначенной для размещения, должно быть выполнено из подходящего материала, должно быть горизонтальным и достаточно прочным, чтобы выдерживать массу нагруженного транспортного средства. Цистерна должна располагаться на достаточном расстоянии от путей, используемых людьми или транспортными средствами. Скопление воды вблизи цистерны не допускается;

д) для слива/налива криогенных жидкостей поверхность площадки должна быть выполнена из бетона, соединительные элементы должны располагаться над невоспламеняемой поверхностью типа бетона;

е) цистерна и ее элементы должны быть защищены от механических повреждений;

ж) на случай чрезвычайной ситуации следует предусмотреть необходимые средства аварийной эвакуации. Аварийные выходы должны всегда содержаться в рабочей готовности, и доступ к ним должен быть свободен;

и) желательно, чтобы все двери/ворота открывались наружу и имели ширину, достаточную для удобного входа и выхода персонала;

к) цистерна может быть оставлена на местах без присмотра только в том случае, если срабатывание защитных устройств цистерны не будет создавать опасности;

л) рабочую зону необходимо четко обозначать соответствующими предупредительными знаками. Они могут помещаться на цистерне;

м) необходимо исключить возможность операций со стороны людей, не получивших специального разрешения на выполнение таких операций, например, путем запирания секции управления клапанами.

11.5.2 Если предполагается использование цистерны в качестве стационарного сосуда, конструкция цистерны, а также площадки для ее размещения должны отвечать требованиям, предъявляемым к стационарным системам.

11.6 Транспортирование

11.6.1 Перед транспортированием цистерна должна быть проверена на отсутствие признаков повреждений или утечек.

11.6.2 Должно быть проверено:

а) исходное положение органов управления в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации;

б) показания СИ на предмет соответствия состояния продукта и оборудования требованиям руководства по эксплуатации;

в) СИ и предохранительные устройства должны иметь отметки (на оборудовании или в документации) об очередном предстоящем сроке поверки или сроке проверки срабатывания.

11.6.3 Не допускается транспортирование цистерны при обнаружении повреждений оборудования, утечек продукта (утечка по арматуре или соединениям, обмерзание кожуха и т. д.), неисправности СИ и т. д., а также с истекшими сроками поверки СИ или сроками проверки срабатывания предохранительных устройств.

11.6.4 Цистерна не должна подвергаться ударным воздействиям или падениям; это может привести к повреждению кожуха или подвесной системы внутреннего сосуда, вызвав потерю герметичности или потерю теплоизоляционных свойств. Если станет известно о том, что какая-либо цистерна была повреждена или испытала ударное воздействие, об этом следует сообщить соответствующему назначенному лицу перед тем, как продолжать использовать данную цистерну.

11.6.5 Транспортные средства, используемые для транспортирования цистерн, должны иметь хорошо вентилируемые места, предназначенные для перевозки грузов, отделенные от пассажирских мест.

11.6.6 Цистерны следует перевозить в правильном проектном положении и надежно фиксировать подходящими средствами.

11.6.7 Операции по перемещению (например, перегрузке) с цистернами необходимо проводить только с использованием тех средств, для которых спроектированы данные цистерны и их узлы.

11.6.8 Перевозка порожней и неочищенной цистерны будет достаточно безопасной, если были приняты соответствующие меры для обеспечения безопасности в соответствии с положениями применяемых правил (нормативных документов) по предотвращению возникновения неконтролируемых опасных ситуаций, таких как: рост давления, выброс опасных веществ и т. д.

11.7 Заправка и опорожнение цистерны

11.7.1 Общие требования

11.7.1.1 Технологические операции в процессе выполнения режимов заправки или опорожнения следует выполнять в полном соответствии с последовательностью действий, отраженных в инструкции по эксплуатации.

11.7.1.2 В процессе выполнения операции необходимо контролировать технологические параметры (давление, уровень, вес, температура и т. д.).

11.7.1.3 Технологические параметры в процессе операции не должны выходить за границы предельных значений данных величин, отраженных в руководстве по эксплуатации.

11.7.1.4 Время бездренажного хранения следует рассчитывать и учитывать в зависимости от состояния заправляемого продукта и характеристик данной цистерны.

11.7.1.5 Перед заправкой цистерны оператор должен проверить состояние цистерны согласно рекомендациям в таблице 8.

11.7.1.6 Детальный перечень операций при заполнении применительно к отдельно взятой цистерне должен быть отражен в руководстве по эксплуатации.

11.7.1.7 Должен быть выполнен внешний осмотр цистерны и оборудования, чтобы убедиться в сохранности вакуума между внутренним сосудом и кожухом (проверка ледяной «шубы» на поверхности цистерны, того, что газ не выходит из вакуумного предохранительного устройства).

Таблица 8 — Критерии готовности цистерны к заправке

Наименование показателя	Критерии готовности цистерны к заправке
Табличка с паспортными данными цистерны	Имеется, удобочитаема и соответствует 4.4.3
Дата инспекционной проверки цистерны и оборудования	Укладывается в требуемый период
Этикетки для идентификации продукта	Имеются, удобочитаемы и подходят для транспортируемого продукта
Сосуд	Отсутствуют выраженные признаки повреждения, коррозии, загрязнения, а также следы масел или смазки. Нет чрезмерного обледенения. Нет потери вакуума
Все принадлежности (клапаны, предохранительные устройства, соединения и т. д.)	Отсутствуют выраженные признаки повреждения или коррозии. Нет следов пыли, масла или смазки. Нет чрезмерного обледенения
Предохранительные устройства	Находятся на проектном месте в исходном состоянии, закрыты, отсутствует обмерзание трубопровода за предохранительным устройством
Заправочные штуцера и перекачивающие рукава	Имеются необходимые соединительные приспособления для продукта с идентификационной этикеткой и защитным колпачком, если это необходимо. Проверка на отсутствие утечек и повреждений в рукавах
Манометр/датчик давления	Давление в сосуде выше минимально допустимого значения, а также не превышает максимально допустимое значение согласно РЭ
Дифференциальный манометр/датчик дифференциального давления	Уровень в сосуде выше минимально допустимого значения, а также не превышает максимально допустимое значение согласно РЭ

11.7.1.8 Если произошла потеря вакуума, владелец цистерны должен незамедлительно остановить текущие операции на оборудовании цистерны и приступить к выяснению причины. Если потеря вакуума связана с нарушением герметичности кожуха (наличие обмерзания кожуха) без срабатывания предохранительных вакуумных устройств и сброса газа из теплоизоляционной полости, следует прекратить операции и опорожнить цистерну. Если потеря вакуума связана с повреждением внутреннего трубопровода или внутреннего сосуда (сброс пара через открытые предохранительные вакуумные устройства), должны быть срочно приняты защитные меры по понижению давления в цистерне до атмосферного и освобождению цистерны от криогенной жидкости безопасным способом. Снижение давления будет самой действенной мерой для того, чтобы понизить уровень опасности.

11.7.2 Подготовительные операции перед началом заправки или опорожнения цистерны

11.7.2.1 Перед началом проведения операции заправки транспортное средство, на котором установлена цистерна, должно быть обездвижено.

11.7.2.2 Перед началом проведения операций заправки заправочный рукав должен быть надежно подстыкован, продут и охлажден.

11.7.2.3 В зависимости от типа цистерны, а также жидкого криогенного продукта она может заправляться до того уровня, который предусмотрен для данной цистерны согласно ее эксплуатационной документации. Переполнение цистерны не допускается.

11.7.2.4 В эксплуатационной документации должны быть представлены тарировочные таблицы, устанавливающие связь показаний СИ, установленных на цистерне, с параметрами объема и массы заливаемого продукта, и отражающие значения максимально допустимого уровня заполнения данной цистерны. Тарировочные таблицы могут быть продублированы на табличках, размещенных на цистерне в зоне видимости оператора для оперативного анализа процесса наполнения.

11.7.2.5 Ввиду того, что в процессе заполнения цистерны криогенными продуктами показания местных приборов контроля уровня, основанные на определении значения перепада давления в верхней и нижней точках внутреннего сосуда цистерны, не стабильны, контроль заполнения цистерны следует проводить по массе отгруженного продукта. Данный контроль может быть проведен с использованием весов или с использованием СИ массового расхода продукта при заправке. СИ массового расхода заполнения рекомендуется предусматривать в части стационарной системы налива.

11.7.2.6 Аварийные системы защиты цистерны от переполнения (аварийное прекращение операции заправки) должны быть предусмотрены в части стационарной системы налива. На площадке слива должна быть предусмотрена система оперативной связи с оператором цистерны.

11.7.2.7 Если на момент заправки цистерны в ней отсутствует остаточное давление, следует произвести продувку цистерны, чтобы удалить возможные загрязнения. Технология продувки цистерны, а также требования к применяемой для этого среде должны быть отражены в эксплуатационной документации на цистерну. При выборе среды для проведения продувок следует обращать внимание на свойства перевозимого продукта. Продувочная среда и технологические операции продувки не должны приводить к загрязнению перевозимого криогенного жидкого продукта.

11.7.2.8 Если цистерна теплая, то ее следует постепенно охлаждать, следуя рекомендациям изготовителя. Технологические операции по проведению захолаживания цистерны, а также возможные ограничения при проведении данных операций должны быть отражены в эксплуатационной документации на цистерну.

11.7.2.9 Чистоту остаточного продукта в цистерне следует анализировать и учитывать, когда это требуется эксплуатационной документацией. Если чистота остаточного продукта не укладывается в требуемые параметры, цистерну следует продувать до тех пор, пока его чистота не будет соответствовать требованиям эксплуатационной документации.

11.7.2.10 Для обеспечения безопасного наполнения цистерны в тех случаях, где это оговорено в эксплуатационной документации, давление в цистерне должно быть снижено за счет газосброса в атмосферу или в систему приема газа стационарной системы наполнения. Должны быть приняты меры, чтобы не было нежелательного обратного потока между заполняемой цистерной и питающим сосудом.

11.7.2.11 Во время заправки и при опорожнении цистерн следует принимать необходимые меры по предотвращению образования опасных концентраций газов и паров в окружающей среде.

11.7.3 Проверки после проведения операции заправки и перед транспортированием цистерны

11.7.3.1 В процессе наполнения, а также после завершения операций по наполнению масса, уровень содержимого цистерны и давление в цистерне должны быть проверены оператором. Превышение давления выше допустимого значения в соответствии с эксплуатационной документацией, а также заполнение цистерны свыше допустимой массы продукта не допускаются. В случае необходимости следует сбрасывать избыточное давление или подсливать жидкий продукт из цистерны, чтобы достичь значений, требуемых эксплуатационной документацией. Операции сброса избыточного давления, а также слива продукта должны быть отражены в эксплуатационной документации и должны обеспечивать безопасность эксплуатации.

11.7.3.2 Там, где это требуется эксплуатационной документацией, необходимо провести анализ качества содержимого продукта цистерны на предмет соответствия требованиям. Результаты анализа отразить в сопроводительной документации на перевозимый продукт. Для исключения снижения качества или ухудшения свойств продукта при транспортировании следует выполнять все требования эксплуатационной документации.

11.7.3.3 После выполнения операций заправки оператор цистерны должен проверить правильное положение всех клапанов (открыты или закрыты) согласно руководству по эксплуатации, проверить, не произошло ли обмерзание экстраординарных участков технологического оборудования цистерны, и что нет утечек в арматуре, соединениях или оборудовании цистерны.

11.7.3.4 Когда это требуется (например, для транспортабельных цистерн), на цистернах должно быть указано время бездренажного хранения.

11.7.3.5 Некоторые правила требуют, чтобы карманы для вилочных захватов погрузчика (при их наличии) транспортабельных цистерн были закрыты, когда цистерна наполнена.

11.7.4 Опорожнение цистерны

11.7.4.1 Оператор должен удостовериться в следующем: продукт и давление в цистерне совместимы со стационарной системой, присутствуют подходящие заправочные штуцера и номинальное давление трубопровода стационарной системы превышает давление, создаваемое оборудованием цистерны, например откачивающими насосами.

11.7.4.2 Перед подсоединением цистерны к системе слива оператор должен убедиться в отсутствии возможности нежелательного обратного потока от цистерны в систему слива, а также в том, что на линии слива отсутствуют участки, на которых криогенная жидкость могла бы быть заперта и должным образом не предусмотрена защита от повышения давления выше допустимого значения.

11.7.4.3 Перед началом проведения операции опорожнения транспортное средство, на котором установлена цистерна, должно быть обездвижено.

11.7.4.4 Перед началом проведения операций опорожнения заправочный рукав должен быть надежно подстыкован, продут и охлажден.

11.7.4.5 После проведения операции опорожнения оборудование цистерны должно быть переведено в исходное положение для транспортирования в соответствии с требованиями РЭ.

11.7.5 Перевод цистерны для транспортирования другого продукта

11.7.5.1 К транспортированию цистерной допускаются только те вещества, которые оговорены в РЭ производителем.

11.7.5.2 Перевод цистерны на транспортирование другого продукта допускается только в том случае, если в РЭ производителем оговорена такая возможность и отражены требования к операциям для осуществления этого безопасного перевода.

11.7.5.3 Операции по переводу цистерны для транспортирования другого продукта следует выполнять в строгом соответствии с РЭ. Результаты проведения данных операций должны быть отражены в эксплуатационной документации на данную цистерну.

11.7.5.4 Мероприятия по переводу цистерны для транспортирования другого продукта должны включать следующее:

а) проверку того, что цистерна, ее оборудование и принадлежности (арматура, КИП, насос, уплотнения, прокладки и т. д.) допускают их использование с новым продуктом. Этому аспекту должно уделяться особое внимание, если цистерна предназначается для окисляющих и взрывопожароопасных жидких криогенных продуктов;

б) сброс давления, опорожнение и вывод из эксплуатации необходимо выполнять в соответствии с настоящим стандартом и РЭ;

в) в случае, если цистерна могла быть загрязнена, или в случае перехода на транспортирование с более жесткими требованиями по чистоте оборудования согласно 7.7, она должна подвергаться очистке с использованием подходящей процедуры. Этому требованию должно уделяться особое внимание, если цистерна предназначена для окисляющих и взрывопожароопасных жидких криогенных сред;

г) маркировка на цистерне, заправочные штуцера и перекачивающие рукава (при необходимости) должны быть заменены в соответствии с требованиями к новому продукту.

11.7.5.5 Если цистерна переводится для транспортирования окисляющих жидких криогенных продуктов, должны соблюдаться следующие дополнительные требования:

а) цистерна, трубопроводы и связанное с ними оборудование должны продуваться инертным газом до тех пор, пока температура газа на выходе не приблизится к температуре окружающего воздуха. Температура входящего продувочного газа никогда не должна превышать максимальную рабочую температуру 323 K (50,15 °C);

б) необходимо удостовериться в том, что цистерна, трубопроводы и связанное с ними оборудование достаточно чистые для эксплуатации предполагаемого продукта;

в) до того, как цистерна будет наполнена окисляющим жидким криогенным продуктом, лицо, отвечающее за заправку, должно удостовериться в том, что операции по переходу на новый продукт были выполнены надлежащим образом и в эксплуатационную документацию внесены соответствующие отметки.

11.8 Вывод из эксплуатации

11.8.1 Операции по выводу из эксплуатации цистерны выполняют в строгом соответствии с РЭ. Результаты проведения данных операций должны быть отражены в эксплуатационной документации на данную цистерну. Если цистерну планируется использовать в дальнейшем, такие записи должны сохраняться у компании-владельца.

11.8.2 Мероприятия по выводу цистерны из эксплуатации должны включать следующее:

а) опустошение цистерны и понижение давления до величины, не превышающей 0,05 МПа;

б) отогрев оборудования до температур, близких к окружающей температуре, естественным способом или с использованием подходящего продувочного газа. Цистерна и оборудование должны продуваться инертным газом до тех пор, пока температура газа на выходе не приблизится к температуре окружающего воздуха. Температура входящего продувочного газа не должна превышать максимальную температуру 323 K (50,15 °C). В процессе отогрева следует постоянно контролировать давление в цистерне и при необходимости осуществлять сброс избыточного давления безопасным образом;

в) необходимо проводить замену среды в цистерне на инертную и далее на воздушную. Контроль содержания веществ в продувочном газе должен осуществляться по выходному потоку. Замена среды считается выполненной при снижении концентрации ниже предельно допустимой концентрации взрывопожароопасного вещества, а также при достижении концентрации удушающих веществ ниже допустимых границ. Точные значения допустимых границ концентрации газа с учетом свойств транспортируемого вещества должны быть отражены в руководстве по эксплуатации.

11.8.3 В том случае, если планируется возврат цистерны в эксплуатацию, в дополнение к вышеперечисленному необходимо выполнить следующие требования:

а) повторная продувка цистерны, а также связанных с ней принадлежностей с использованием инертного газа;

б) мероприятия по очистке и проверке поверхностей до уровня, соответствующего для использования с данным продуктом;

в) если цистерна будет транспортироваться или оставляться на хранение, то все перемещаемые соединительные элементы должны быть закрытыми;

г) во время хранения в цистерне должно оставаться небольшое избыточное давление сухого инертного газа и сосуд должен быть соответствующим образом промаркирован.

11.8.4 Если цистерна будет утилизироваться в соответствии с [34], то после проведения продувки инертным газом требуется нанесение соответствующей маркировки. На рисунке 1 показан образец маркировки отходов при утилизации.

Опознавательные этикетки продукта должны быть удалены, а заводские таблички сделаны непригодными для использования.

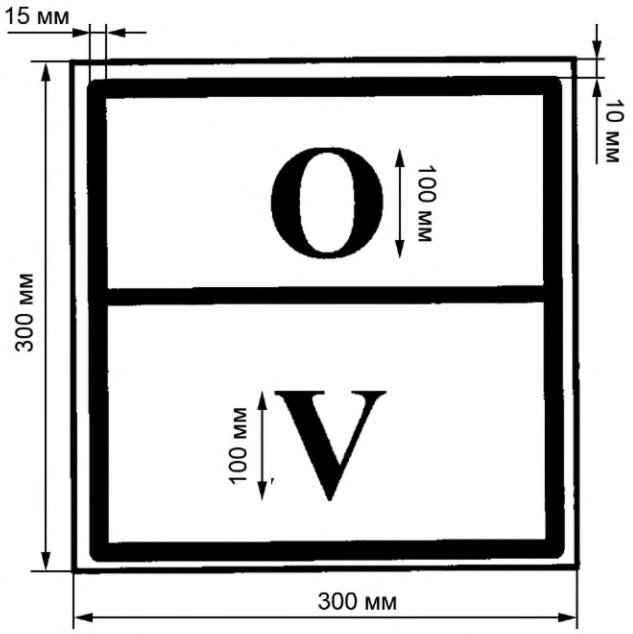

Рисунок 1 — Образец специального отличительного знака отходов V класса опасности

11.9 Техническое обслуживание и ремонт

11.9.1 Техническое обслуживание проводят для того, чтобы убедиться в том, что цистерна продолжает оставаться безопасной и исправной. Ответственность за техобслуживание и ремонт устанавливают в договорной документации между сторонами-участниками (например, владелец и оператор-заправщик). Проходя техобслуживание, цистерна должна соответствовать действующим техническим регламентам по безопасности.

Как правило, техобслуживание включает следующее:

а) проверку технического состояния цистерны, связанных с ней принадлежностей и опорных конструкций;

б) проверку работоспособности клапанов;

в) незначительные ремонтные работы;

г) очистку внешних поверхностей.

Цистерна не должна изыматься из эксплуатации для ремонта до тех пор, пока не будет сброшено давление.

Модификации, связанные с конструкцией, материалами и оборудованием или ремонтными работами, должны утверждаться назначенным лицом с внесением соответствующих корректировок в документацию. Любые утечки должны устраняться оперативно и безопасным образом. Желательно, чтобы запасные части имели оригинальное происхождение и были сертифицированными. Пригодность запасных частей должна подтверждаться назначенным лицом. Ремонтные работы необходимо согласовывать с требованиями применяемых стандартов в отношении изготовления и проведения испытаний.

Работы, приводящие к нагреванию материала (сварка, пайка, термическая обработка и нагрев и т. д.), проводят по тем же процедурам (монтаж установки, аттестация персонала, проведение испытаний, сертификация и т. д.), что и на стадии изготовления.

Если потребуется нарушить пломбировку с целью регулировки предохранительного клапана, последний не должен находиться в эксплуатации до тех пор, пока он не будет заново отрегулирован и опломбирован. Любая регулировка таких устройств должна проводиться изготовителем или другой компанией, определенной изготовителем для производства ремонтных работ, регулировки и испытаний устройств данного типа. Замена предохранительных устройств должна проводиться обученным персоналом.

Организация, делающая такую регулировку, должна прикреплять к клапану сброса давления этикетку с указанием установочных параметров, рабочего объема и даты.

Цистерны внутри должны быть чистыми, сухими, и в них не должно быть твердых частиц и загрязнений, а в цистернах, используемых для окисляющих сжиженных газов, не должно быть масла и смазки.

11.10 Инспекционный контроль

При инспекционном контроле следует выполнять следующие мероприятия:

а) проверка оборудования и предохранительных устройств:

- предохранительные клапаны должны быть заменены или их характеристики должны быть проверены в процессе эксплуатационного испытания (испытание под давлением срабатывания) либо на месте установки цистерны или в специально отведенном месте;

б) внутренний осмотр не требуется. Целостность цистерны следует проверять испытанием на утечку [(см. перечисление г)] и измерением вакуума, если это применимо. Измерение вакуума следует выполнять только тогда, когда эксплуатация цистерны показывает недостаток термических характеристик;

в) наружный осмотр. Проверяют отсутствием признаков повреждения или коррозии, способных привести к нарушению целостности. Необходимо проверить содержание и читаемость таблички с паспортными данными и другую маркировку;

г) испытание на герметичность по ГОСТ 34347. Данное испытание на утечку газа проводят с использованием инертного газа или рабочего носителя при давлении не менее 90 % от допустимого рабочего давления. Однако более низкие величины могут быть использованы по договоренности с компетентным лицом и в комбинации с проверкой вакуума, см. перечисление б);

д) все другое оборудование следует проверять на предмет исправного функционирования;

е) должна обеспечиваться прослеживаемость инспекционного контроля.

Примечание — Порядок и периодичность проведения инспекционного контроля определяют с учетом положений ГОСТ Р 58984.

11.11 Дополнительные требования к цистернам с взрывопожароопасной рабочей средой

11.11.1 Общие требования безопасности

11.11.1.1 Следует принимать дополнительные меры предосторожности в связи с возможными утечками продукта, это может привести к возгоранию продукта и пожару. Такие продукты, как водород, требуют особого внимания, поскольку его пламени не будет видно.

11.11.1.2 Необходимо уделять внимание выбору одежды для персонала, чтобы обеспечить максимально возможную защиту от статических разрядов и огня. Должна быть надета электропроводящая обувь.

11.11.1.3 Штуцера соединительных устройств, используемых для заправки/опорожнения, должны быть заглушены в то время, когда они не используются.

11.11.1.4 Протечка пожароопасных жидких криогенных сред может привести к угрозе воспламенения или взрыва.

11.11.2 Электрооборудование

11.11.2.1 Все электротехническое оборудование должно соответствовать требованиям нормативной документации в соответствии с классификацией взрывоопасной зоны согласно ГОСТ 31610.0.

11.11.2.2 При эксплуатации оборудования со взрывопожароопасными продуктами обслуживающему персоналу должно запрещаться проносить в определенные проектом взрывоопасные зоны источники огня или электрические устройства, не входящие в утвержденный перечень. Должно уделяться внимание всем электрическим приборам, например мобильным телефонам, радиопередатчикам и т. д.

11.11.3 Система заземления

11.11.3.1 Для обеспечения надлежащего уровня заземления все элементы цистерны должны быть соединены таким образом, чтобы обеспечивалась неразрывность электрической цепи.

11.11.3.2 Основные элементы цистерны, такие как сама цистерна и дренажный стояк, напрямую присоединяют к контуру заземления, при этом не следует полагаться на трубопровод как на средство заземления.

11.11.3.3 Цистерна должна иметь заземление в соответствии с действующими нормативными документами.

11.11.3.4 При проведении операций между несколькими цистернами или между стационарными системами и цистернами должно быть надлежащим образом выполнено выравнивание потенциалов.

11.11.3.5 Выравнивание электрических потенциалов осуществляют в невоспламеняемой среде.

11.11.4 Ввод в эксплуатацию

11.11.4.1 При вводе в эксплуатацию дополнительно к ранее озвученным требованиям порожние цистерны или цистерну без давления необходимо продуть инертным газом, так как не исключено попадание воздуха внутрь оборудования цистерны. Продувку необходимо продолжать до тех пор, пока не будет достигнута достаточная концентрация выходящего из цистерны газа, исключающая образование взрывоопасной смеси при проведении операции заправки.

11.11.4.2 Продувочный газ должен быть теплым и сухим, чтобы вывести влагу из цистерны.

11.11.5 Требования к площадкам слива/налива

11.11.5.1 Цистерны не должны располагаться под землей или внутри помещений. В случае необходимости проведения регламентных работ на оборудовании цистерны в помещении она должна быть опорожнена, дегазирована, а также надлежащим образом должна быть проведена замена среды в оборудовании на инертную и далее на воздушную.

11.11.5.2 Цистерны, подсоединенные к системам опорожнения продукта, следует размещать снаружи. Однако их можно разместить внутри помещений в том случае, если будут выполнены следующие требования:

а) там, где применяется принудительная вентиляция, должно использоваться оборудование соответствующего класса взрывобезопасности;

б) все предохранительные устройства защиты от повышения давления и дренажные клапаны должны быть состыкованы с системой безопасного сброса, выведенной за границы помещения и имеющей безопасную точку сброса в атмосферу. Вблизи дренажных выходов должны использоваться огнестойкие материалы;

в) помещения следует оборудовать газовыми сигнализаторами, подающими сигнал об опасности при достижении отметки в 25 % от нижнего взрывоопасного предела;

г) для цистерн, находящихся внутри помещений, все помещение, в котором находится цистерна, рассматривают в качестве потенциально опасной зоны, подлежащей индивидуальной оценке.

11.11.6 Транспортирование

11.11.6.1 Дополнительно к требованиям 11.6 настоящего стандарта цистерны не должны транспортироваться до тех пор, пока штуцера соединительных устройств, используемых для заправки и опорожнения, не будут заглушены.

11.11.6.2 Цистерны не следует перевозить в лифтах или подъемниках.

11.11.7 Заправка и опорожнение цистерны

11.11.7.1 Перед началом заправки или опорожнения цистерны необходимо подключить провод заземления, проверить полноту и целостность системы заземления, а также провести продувку заправочного шланга(ов), чтобы в нем отсутствовали воздух (снижение концентрации до требуемого уровня) и возможные загрязнения.

11.11.7.2 Заправку/опорожнение проводят только на открытом воздухе.

11.11.8 Перевод цистерны для транспортирования другого продукта

Цистерны, предназначенные и используемые для взрывопожароопасных сжиженных газов, не должны заполняться окисляющим жидким криогенным продуктом. Допускается перевод цистерны с транспортирования взрывопожароопасных сжиженных газов на транспортирование инертных сжиженных газов только после надлежащей продувки, очистки и верификации технических параметров ответственным лицом.

11.11.9 Вывод из эксплуатации

Производят замену среды в цистерне на инертную и далее на воздушную. Цистерна должна продуваться инертным газом до тех пор, пока концентрация воспламеняемого газа в инертном газе не стабилизируется ниже 50 % от нижнего предела взрывоопасной концентрации. При дальнейшей замене среды с инертной на воздушную цистерна должна продуваться воздухом до тех пор, пока концентрация удушающих веществ не стабилизируется на уровне, пригодном для нормального дыхания человека. Контроль содержания веществ в продувочном газе должен осуществляться по выходному потоку.

11.11.10 Техническое обслуживание и ремонт

При необходимости проведения технического обслуживания и ремонта цистерна должна быть опустошена безопасным образом и выведена из эксплуатации надлежащим образом. При выводе из эксплуатации должны быть выполнены операции по замене среды в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

11.11.11 Система безопасности и действия при возникновении аварийных ситуаций

11.11.11.1 Должны быть разработаны и доведены до сведения персонала мероприятия, устанавливающие порядок действий в чрезвычайных ситуациях, включающих возгорание или другие опасные события, например возможные розливы. Рекомендуется, чтобы данные мероприятия разрабатывались при участии аварийных служб и с учетом места эксплуатации цистерны.

11.11.11.2 Данные мероприятия должны учитывать:

а) характеристики криогенных сжиженных газов;

б) используемые объемы;

г) рельеф местности;

д) конструкцию и оборудование цистерны.

11.11.11.3 Такие мероприятия должны включать:

а) перечень требуемого оборудования на случай аварии;

б) перечень ответственных лиц/организаций за руководство действиями в чрезвычайных ситуациях, а также процедуры контакта с ними как в течение рабочего времени, так и в остальное время;

в) незамедлительные действия, предпринимаемые собственными силами (аварийное отключение, звуковая сигнализация, эвакуация людей, подача сигналов о помощи и др.).

11.11.11.4 Данные мероприятия должны быть всегда под рукой, регулярно практиковаться в виде тренировок и периодически проверяться на соответствие современным требованиям.

Как минимум, на месте эксплуатации должен находиться один огнетушитель подходящего типа. Если в случае пожара будет использоваться вода в целях охлаждения оборудования, она не должна распыляться вблизи сбросных патрубков предохранительных устройств защиты от повышения давления из-за опасности забивания этих предохранительных устройств.

12 Гарантии изготовителя

12.1 Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие качества изготовления, контроля и испытания цистерн требованиям чертежей и настоящего стандарта.

12.2 Гарантийный срок эксплуатации должен быть не менее 18 месяцев со дня ввода в эксплуатацию, но не более 24 месяцев после отгрузки ее с предприятия-изготовителя, если нет других указаний в контракте (договоре), при условии соблюдения требований эксплуатации, а также условий транспортирования и хранения, установленных настоящим стандартом.

12.3 Условия применения гарантий изготовителя определяют в соответствии с [35] и заключенным договором на поставку продукции.

Приложение А
(справочное)

Идентификационный номер на сжиженные нетоксичные газы

Таблица А.1 — Шифр по классификации и идентификационный номер

Шифр по классификации ДОПОГ (ADR) [6]	Идентификационный номер, название и описание[1)]	
A	Удушающие газы	
	1913	Неон, охлажденная жидкость
	1951	Аргон, охлажденная жидкость
	1963	Гелий, охлажденная жидкость
	1970	Криптон, охлажденная жидкость
	1977	Азот, охлажденная жидкость
	2591	Ксенон, охлажденная жидкость
	3136	Трифторметан, охлажденная жидкость
O	Окисляющие газы	
	1003	Воздух, охлажденная жидкость
	1073	Кислород, охлажденная жидкость
	2201	Азота гемиоксид, охлажденная жидкость
F	Воспламеняемые газы	
	1038	Этилен, охлажденная жидкость
	1961	Этан, охлажденная жидкость
	1966	Водород, охлажденная жидкость
	1972	Метан, охлажденная жидкость или природный газ, охлажденная жидкость с высоким содержанием метана
	3138	Этилен в смеси с ацетиленом и пропиленом, охлажденная жидкость, содержащая минимум 71,5 % этилена с не более чем 22,5 % ацетилена и не более чем 6 % пропилена

[1)] Шифр по классификации, идентификационный номер, название и описание соответствуют кодам ADR ООН по [6].

Приложение Б
(рекомендуемое)

Марки присадочного материала и допускаемая замена

Таблица Б.1 — Марки присадочного материала и допускаемая замена в зависимости от марки свариваемых сталей и способа сварки

Марки свариваемых сталей	Способ сварки	Присадочный материал			Допускаемая замена присадочного материала		
		Марка электрода (тип)	Марка проволоки	Обозначение НД	Марка электрода (тип)	Марка проволоки	Обозначение НД
Ст.3; 20; 20К	РД	УОНИИ-13/45 (Э42А)	—	ГОСТ 9467	—	—	—
	ИНп	—	Св-10НМА	ГОСТ 2246		Св-08Г2С	
	ИП		Св-08Г2С-0 Св-08Г2С			—	
	АФ		Св-08А			Св-08ГА Св-08А	ГОСТ 2246
09Г2С	РД	УОНИИ-13/55 (Э50А)	—	ГОСТ 9467		—	—
	АФ	—	Св-10НМА	ГОСТ 2246		Св-08МХ Св-10НМА	ГОСТ 2246
	ИНп		Св-10НМА	ГОСТ 2246		Св-08Г2С	—
	ИП		Св-08Г2С-0			—	
12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т	РД	ОЗЛ-8 (Э-07Х20Н9)	—	ГОСТ 10052	ОЗЛ-7 (Э-08Х20Н9Г2Б)	—	ГОСТ 10052
	ИНп, ИП, АФ	—	Св-04Х19Н9	ГОСТ 2246	—	Св-01Х19Н9 Св-06Х19Н9Т	ГОСТ 2246
		—	Св-05Х20Н9ФБС (ЭИ 649)*		—	—	—
03Х18Н11 со сталью 304, 304L, 321; 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т со сталью 304, 304L, 321	РД	ОЗЛ-22 (Э-02Х21Н10Г2)	—	ГОСТ 10052	—	—	—
	ИНп, ИП, АФ	—	Св-01Х19Н9	ГОСТ 2246	—	Св-04Х19Н9 Св-06Х19Н9Т	ГОСТ 2246
Ст.3, 20, 20К, 09Г2С со сталью 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 304, 304L, 321	РД	ОЗЛ-6 (Э-10Х25Н13Г2)	—	ГОСТ 10052	—	—	—
	ИНп, ИП, АФ	—	Св-10Х16Н25АМ6	ГОСТ 2246	—	—	—

* При требовании стойкости к межкристаллитной коррозии (МКК) по методу АМУ или АМУФ, ГОСТ 6032.

Приложение В
(рекомендуемое)

Марки флюсов и допускаемая замена

Таблица В.1 — Марки флюсов и допускаемая замена для автоматической сварки (АФ) в зависимости от марки свариваемых сталей

Марка свариваемых сталей	Сварочный флюс		Допускаемая замена сварочного флюса	
	Марка	Обозначение НД	Марка	Обозначение НД
Ст.3, 20, 20К, 09Г2С и другие углеродистые стали	OK Flux 10.71	ГОСТ Р ИСО 14174, [36]	BÖHLER BB24	ГОСТ Р ИСО 14174
			UF-02	[38]
08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 304, 304 L, 321 и их сочетания	OK Flux 10.93	ГОСТ Р ИСО 14174, [37]	UF-S	[39]
	BÖHLER BB 202	ГОСТ Р ИСО 14174		

Приложение Г
(рекомендуемое)

Марки сварочной проволоки и допускаемая замена, марки защитного газа

Таблица Г.1 — Марки сварочной проволоки и допускаемая замена в зависимости от марки свариваемых алюминиевых сплавов

Марки свариваемых алюминиевых сплавов	Сварочная проволока		Допускаемая замена сварочной проволоки	
	Марка	Обозначение НД	Марка	Обозначение НД
АМцС, АМц	Св-АМц	ГОСТ 7871	—	ГОСТ 7871
АМг2, АМг5	Св-АМг6		Св-АМг5	
АМг6			—	
АМцС со сплавом АМг2	Св-АМг6		Св-АМг5	
АМцС со сплавом АМг5	Св-АМг6		—	
АМцС со сплавом АМг6	Св-АМг6		—	
АМг5 со сплавом АМг6	Св-АМг6		—	
АМг5 со сплавом АМг2				
АМг2 со сплавом АМг6				

Таблица Г.2 — Марки защитного газа

Марки свариваемых алюминиевых сплавов	Способ сварки	Защитный газ
Алюминиевые сплавы	АПС	Аргон газообразный по ГОСТ 10157 (высшего или 1-го сорта)
	РИНп	
	РГНп	Гелий газообразный (сжатый) по [40]

Приложение Д
(рекомендуемое)

Допускаемая замена сварочных материалов

Таблица Д.1 — Допускаемая замена сварочных материалов

Марка сварочного материала	Допускаемая замена			
	Hyundai	Alfa Global	ESAB	Boehler
08Г2С	SM-70	—	Св-08Г2С	EMK 6
10НМА	M-12K	—	OK Autrod 12.24	EMS 2 Mo
Св-08А	M-12K (L-12, M-12)	—	—	EMS 2
01Х19Н9	—	AG ER 308LSi	OK Autrod 308LSi	EAS 4M-IG (Si)
				EAS 4M-UP
	SMT-308LSi	—	—	EAS 4M-IG
04Х19Н9, 06Х19Н9Т	—	AG ER 308LSi	OK Autrod 308LSi	EAS 2-IG (Si)
				EAS 2-UP
	SMT-308LSi	—	—	EAS 2-IG
04Х19Н11М3	—	AG ER 316LSi	—	—
	SMT-316LSi	—	—	—
10Х16Н25АМ6	SMT-904L	—	—	—
АМг5М	SMT-5356H	AG ER-5356 (ALMg5)	—	—
АМг6М	SMT-5356H	—	—	—
АМц	SMT-1050H	—	—	—
АК5М	SMT-4043H	AG ER-4043 (ALSi5)	—	—
УОНИИ 13/45	S-6013.LF	—	OK 46.00	FOX EV 47
УОНИИ 13/55	S-7016.O	—	OK 48.00	FOX EV 50
ОЗЛ-6	S-309.16N	AG E309L-16	OK 67.62	FOX CN 23/12-A
ОЗЛ-8	S-308L.17N	AG E308L-16	OK 61.25	FOX AS 2-A

Библиография

[1] Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 010/2011 — О безопасности машин и оборудования

[2] Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 032/2013 — О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением

[3] ИСО 21013-1:2021 — Сосуды криогенные. Арматура для сброса давления в криогенных условиях. Часть 1. Клапаны сброса давления многократно закрываемые (Cryogenic vessels — Pressure-relief accessories for cryogenic service — Part 1: Reclosable pressure-relief valves)

[4] ИСО 21013-2:2007 — Сосуды криогенные. Арматура для сброса давления в криогенных условиях. Часть 2. Устройства сброса давления одноразового действия (Cryogenic vessels — Pressure-relief accessories for cryogenic service — Part 2: Nonreclosable pressure-relief devices)

[5] ИСО 21013-3:2016 — Сосуды криогенные. Арматура для сброса давления в криогенных условиях. Часть 3. Определение размеров и пропускной способности (Cryogenic vessels — Pressure-relief accessories for cryogenic service — Part 3: Sizing and capacity determination)

[6] Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ/ADR), 2018

[7] Правила устройства электроустановок ПУЭ (Приказ Минэнерго России от 8 июля 2002 г. № 204)

[8] A/SA-240M-17 ASME BPVC-2019 — Спецификация на пластину, лист и полосу из хромистой и хромоникелевой нержавеющей стали для сосудов давления и для общего применения

[9] A/SA-312M-15 ASME BPVC-2019 — Спецификация на бесшовные, сварные и высокой степени холодной деформации трубы из аустенитной нержавеющей стали

[10] ОСТ 1 92096-83 — Трубы бесшовные холоднодеформированные из алюминиевых сплавов. Технические условия

[11] ТУ 6-05-810-88 — Заготовки из фторопласта-4 и фторопласта-4А общего назначения

[12] ТУ 6-05-1413-76 — Заготовки из композиций Ф–4К20, Ф–4С15 и Ф–4К15М5

[13] ТУ 38.11461-78 — Паронит графитированный. «56»

[14] ТУ 38.101924-82 — Смазка «Криогель»

[15] ТУ 6-05-211-1083-79 — Стеклотекстолит СКТФ-5КТ

[16] ТУ 84-499-83 — Материал 27-63 «С»

[17] ТУ 6-05-986-79 — Пленка из фторопласта-4 вальцованная неориентированная

[18] ТУ 2385-024-75678843-2010 — Клей ЭДП эпоксидный универсальный

[19] ОСТ 1 90073-85 — Штамповки и поковки из алюминиевых сплавов

[20] ОСТ 26-01-152-82 — Поковки из алюминия и алюминиевых сплавов для химической аппаратуры

[21] ПНАЭ Г-7-002-86 — Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок

[22] Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением» (Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15 декабря 2020 г. № 536)

[23] Федеральные нормы и правила «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств (Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15 декабря 2020 г. № 533)

[24] Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»

[25] ТБИС-97 — Правила устройства, безопасной эксплуатации, охраны труда и пожарной безопасности

[26] Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности»

[27] Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»

[28] НД 2-090201-014 — Общие положения по техническому наблюдению за контейнерами. Правила изготовления контейнеров, Правила допущения контейнеров к перевозке грузов под таможенными печатями и пломбами. Правила технического наблюдения за изготовлением контейнеров. Правила технического наблюдения за контейнерами в эксплуатации

[29] ДЧ 1835 Инструкция по перевозке негабаритных и тяжеловесных грузов на железных дорогах государств — участников СНГ, Латвийской Республики, Литовской Республики, Эстонской Республики (Приложение № 5 к Протоколу СЖТ СНГ от 19 октября 2001 г. № 30)

[30] Правила перевозок опасных грузов по железным дорогам (утверждены Советом по железнодорожному транспорту государств — участников Содружества СЖТ СНГ, протокол от 5 апреля 1996 г. № 15)

[31] Рекомендации экспертов ООН по перевозке опасных грузов. Типовые правила (UN), 2019 (приняты Комитетом экспертов по перевозке опасных грузов и по согласованной на глобальном уровне системе классификации и маркировки химических веществ 10 декабря 2004 г.)

[32] Международный кодекс морской перевозки опасных грузов (МК МПОГ/IMDG Code)

[33] Международные правила перевозки опасных грузов по железным дорогам (МПОГ/RID), 2021

[34] Федеральный закон от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления»

[35] Гражданский кодекс Российской Федерации

[36] ТУ 5929-201-53304740-2007 Флюс керамический (агломерированный) марки ОК FLUX 10.71 для дуговой сварки углеродистых и низколегированных сталей

[37] ТУ 5929-057-55224353-2009 Флюс сварочный керамический (агломерированный) марки ОК Flux 10.93 для сварки высоколегированных коррозионно-стойких сталей

[38] ТУ 5929-052-00186654-2013 Флюс сварочный UF-02 для дуговой сварки

[39] ТУ 5929-091-00186654-2013 Флюс сварочный агломерированный марки UF-S

[40] ТУ 0271-135-31323949-2005 Гелий газообразный (сжатый)

УДК 621.5:621.6:006.354

ОКС 13.300
23.020

Ключевые слова: оборудование криогенное, криогенные сосуды транспортируемые, сжиженные нетоксичные газы

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Л.С. Лысенко*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 13.12.2023. Подписано в печать 27.12.2023. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 5,58. Уч.-изд. л. 5,00.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

ОКС 13.300
23.020

Изменение № 1 ГОСТ Р 71144—2023 Сосуды криогенные транспортируемые. Общие технические условия

Утверждено и введено в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12.02.2026 № 121-ст

Дата введения — 2026—05—04

Содержание дополнить наименованиями приложений Е, Ж, И, К:

«Приложение Е (обязательное) Определение допускаемых напряжений для основного металла сосуда с учетом низкотемпературного упрочнения материала. . . . . .

Приложение Ж (обязательное) Определение допускаемых напряжений для сварных элементов сосуда с учетом низкотемпературного упрочнения материала . . . . . .

Приложение И (обязательное) Определение пробного давления с учетом низкотемпературного упрочнения материала . . . . . .

Приложение К (справочное) Механические характеристики материалов при низких температурах . . . . . ».

Раздел 2. Заменить ссылки: «ГОСТ 19281 (ИСО 4950-2—81, ИСО 4950-3—81, ИСО 4951—79, ИСО 4995—78, ИСО 4996—78, ИСО 5952—83) Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия» на «ГОСТ 19281 Прокат повышенной прочности. Общие технические условия»;

«ГОСТ Р 59374.3 (ИСО 4126-2:2018)» на «ГОСТ Р 59374.3 (ИСО 4126-3:2020)»;

ГОСТ 9940. Заменить слова: «из коррозионно-стойких высоколегированных сталей» на «из коррозионно-стойкой стали»;

ГОСТ 33987. Заменить слово: «Масса» на «Массы»;

ГОСТ 34233.5. Заменить слово: «от действия» на «от воздействия»;

дополнить ссылками:

«ГОСТ 34238 Нефтепродукты. Методы определения температуры вспышки в закрытом тигле малого размера

ГОСТ Р 71696—2024 Инфраструктура для производства, хранения и отгрузки сжиженного природного газа. Установки отгрузки сжиженного природного газа в автоцистерны, железнодорожные цистерны и другие криогенные емкости. Муфты аварийного разъединения, быстроразъемные и сухие разъемные соединения для безопасной отгрузки сжиженного природного газа. Общие технические условия».

Пункт 3.1 дополнить пунктом 3.1.24.а:

«3.1.24.а **пробное давление $P_{пр}$:** Давление, при котором производится испытание цистерны (внутреннего сосуда)».

Пункт 3.2 изложить в новой редакции:

«3.2 В настоящем стандарте применены следующие обозначения и сокращения:

ЗИП — запасные части и принадлежности;

КИП — контрольно-измерительные приборы;

НД — нормативный документ;

ОТК — отдел технического контроля;

РЭ — руководство по эксплуатации;

СИ — средство измерений;

СПГ — сжиженный природный газ;

ТИП — теплоизоляционная полость;

E^T — модуль упругости материала при расчетной температуре T, МПа;

K^T — поправочный коэффициент для расчета прочности сварного шва при криогенной температуре;

$n_в$ — коэффициент запаса по пределу прочности;

$n_т$ — коэффициент запаса по пределу текучести;

q, β — параметры, характеризующие энергопоглощаемость материала;

$T(t)$ — расчетная температура стенки сосуда, К (°С);

δ_5 — относительное удлинение после разрыва пятикратного образца;

$\varepsilon_в$ — относительная пластическая деформация образца в момент потери устойчивости, %;

η — поправочный коэффициент, учитывающий условия эксплуатации сосуда или аппарата;

$[\sigma^{20}]$ — допускаемое напряжение материала сосуда при расчетной температуре 293 К (20,15 °С), МПа;

$[\sigma^T]$ — допускаемое напряжение материала сосуда при расчетной температуре *Т*, МПа;

$[\sigma^T]_с$ — допускаемое напряжение сварного соединения, работающего в условиях статического нагружения, при расчетной температуре *Т*, МПа;

$\sigma_в^T$ — временное сопротивление (предел прочности) материала при расчетной температуре *Т*, определенное на гладких образцах, МПа;

$\sigma_{1,0}^T$ — условный предел текучести при остаточном удлинении 1,0 % при температуре *Т*, МПа;

$\sigma_{0,2}^T$ — условный предел текучести при остаточном удлинении 0,2 % при температуре *Т*, МПа;

φ — коэффициент прочности сварного шва при температуре 293 К (20,15 °С)».

Пункты 4.1.1, 4.1.6 изложить в новой редакции:

«4.1.1 Конструкция цистерн должна соответствовать требованиям ГОСТ 34347, [1] (для цистерн, входящих в состав воздухоразделительных установок), [2], [6], технической документации изготовителя и требованиям настоящего стандарта»;

«4.1.6 Подсоединение цистерн при сливе/наливе должно быть разъемным. На цистерне должен быть установлен адаптер сухого разъемного соединения или быстроразъемного соединения для автомобильного и иного транспорта конечного потребителя. Типоразмеры адаптеров приведены в ГОСТ Р 71696.

Номинальный диаметр адаптера сухих разъемных соединений указывается в конструкторской документации на цистерну».

Пункт 4.3.1. Девятое перечисление изложить в редакции:

«- документы о подтверждении соответствия цистерны (сертификаты соответствия или декларации о соответствии) требованиям [1] и [2];».

Пункт 5.1.6 дополнить абзацем:

«Цистерны допускается изготавливать без люков и лючков, независимо от диаметра, из-за невозможности их использования в конструкции криогенных сосудов с вакуумной изоляцией».

Пункт 5.1.9 дополнить словами: «Конец металлорукава, присоединяемого к цистерне, должен быть оборудован муфтой аварийного разъединения и соединителем сухого разъемного соединения или соединителем быстроразъемного соединения согласно 5.5.2, 5.5.8 ГОСТ Р 71696—2024».

Пункт 5.1.18 изложить в новой редакции:

«5.1.18 Расчеты на прочность несущих элементов цистерны следует выполнять в соответствии с ГОСТ 34233.1 — ГОСТ 34233.6, ГОСТ 34233.11, ГОСТ 34238, ГОСТ 25221, ГОСТ 26158, ГОСТ 26202. Расчеты на прочность внутреннего сосуда с учетом низкотемпературного упрочнения материала или деформационного упрочнения выполняют с учетом 5.1.25».

Пункт 5.1.25 изложить в новой редакции:

«5.1.25 Для снижения металлоемкости внутренний сосуд цистерны может быть спроектирован с учетом низкотемпературного упрочнения материала при температуре ниже 293 К (20,15 °С) или изготовлен с помощью операции упрочнения давлением.

5.1.25.1 Учет низкотемпературного упрочнения следует проводить для сосудов, предназначенных для работы под давлением и постоянно контактирующих с криогенными рабочими средами, изготовленных из аустенитных сталей или алюминиевых сплавов.

5.1.25.2 При учете низкотемпературного упрочнения расчетная температура стенки внутреннего сосуда принимается равной наибольшей температуре стенки сосуда в рабочем режиме, а в остальных случаях определяется по ГОСТ 34233.1.

5.1.25.3 При учете низкотемпературного упрочнения расчетную толщину стенки внутреннего сосуда и допускаемое давление элементов сосуда в рабочих условиях определяют по ГОСТ 34233.1 на основе допускаемых напряжений, рассчитанных по приложениям Е и Ж, а при учете деформационного упрочнения — на основе допускаемых напряжений, рассчитанных по ГОСТ 34233.1, с использованием соответствующего нового значения предела текучести материала элементов сосуда, достигнутого при давлении упрочнения.

5.1.25.4 Испытания на прочность сосудов, спроектированных с учетом низкотемпературного упрочнения, следует проводить пробным давлением, определяемым по приложению И, остальных сосудов — по ГОСТ 34347. При использовании технологии деформационного упрочнения изготовленного сосуда внутренним давлением операция упрочнения заменяет заводское испытание сосуда на прочность.

5.1.25.5 Расчетную толщину стенки внутреннего сосуда, проектируемого с учетом низкотемпературного упрочнения, в условиях испытаний пробным давлением определяют с использованием допускаемого напряжения, рассчитанного для соответствующих условий испытаний по ГОСТ 34233.1.

5.1.25.6 Избыточное давление в сосуде, спроектированном с учетом низкотемпературного упрочнения, на промежуточных режимах работы, таких как захолаживание или отогрев, не должно превышать 0,7*P*.

5.1.25.7 Упрочненный давлением внутренний сосуд изготавливают из марок аустенитных сталей с остаточным удлинением при разрыве δ_5 не менее 25 % в соответствии с утвержденной изготовителем технологией. Упрочнение сосуда проводят путем наполнения его водой и постепенного увеличения давления во внутренней полости до значений, соответствующих заданной пластической деформации. Одновременно эта технологическая операция является испытанием сосуда на прочность. Все операции по упрочнению внутреннего сосуда давлением должны быть зафиксированы в журнале и прилагаться в виде приложения к паспорту сосуда, работающего под давлением. В случае применения технологии упрочнения давлением допускаемое напряжение материала элементов сосуда в условиях испытания рассчитывают по ГОСТ 34233.1 с использованием соответствующего нового значения предела текучести, достигнутого в материале элемента при давлении упрочнения.

5.1.25.8 Сосуд должен удовлетворять требованиям прочности в рабочих условиях и в условиях испытаний».

Пункт 5.1.29. Заменить слово: «предохранительными» на «защитными».

Пункт 5.1.30. Заменить слово: «предохранительных» на «защитных».

Подпункт 5.2.2.2 изложить в новой редакции:

«5.2.2.2 Условия испытания

Следующие нагрузки действуют на внутренний сосуд совместно в условиях гидравлического испытания:

а) пробное давление;

б) гидростатическое давление;

в) нагрузки от веса сосуда и прикрепленных к нему элементов;

г) реакции опор внутреннего сосуда.

Пробное давление $P_{пр}$, МПа, в атмосферных условиях вычисляют по формулам (И.1), (И.2) приложения И.

Пробное давление $P_{пр}$, МПа, при наличии вакуума в ТИП вычисляют по формулам (И.3), (И.4) приложения И.

Минимальное значение пробного давления сосуда $P_{пр}$, спроектированного без учета низкотемпературного упрочнения материала, должно составлять 0,29 МПа.

Гидростатическое давление жидкости $P_г$, МПа, на стенку сосуда вычисляют по формуле

$$P_г = \rho \cdot g \cdot h \cdot 10^{-6}, \quad (1)$$

где ρ — плотность жидкости, используемой при испытании, кг/м^3;

g — ускорение свободного падения, м/с^2;

h — высота столба жидкости в рассматриваемой точке сосуда при его полном заполнении, м.

При выполнении пневматических испытаний гидростатическое давление равно нулю».

Пункт 7.1 изложить в новой редакции:

«7.1 При проектировании, изготовлении и эксплуатации цистерн следует руководствоваться требованиями ГОСТ 12.0.003, ГОСТ 12.1.030, ГОСТ 12.2.003, [1] (для цистерн, входящих в состав воздухоразделительных установок), [2], [7], [22] (при рабочем давлении во внутреннем сосуде более 0,07 МПа), [23]—[25]. По общим требованиям взрывобезопасности цистерны должны соответствовать ГОСТ 12.1.010, по общим требованиям пожарной безопасности — ГОСТ 12.1.004, [26], [27]».

Пункт 11.3.11 изложить в новой редакции:

«11.3.11 Арматура, уплотнительные поверхности и уплотняющие материалы, заправочные рукава, муфты аварийного разъединения, соединители сухих разъемных соединений или соединители быстроразъемных соединений в соответствии с 5.5.2 и 5.5.8 ГОСТ Р 71696—2024 перед использованием

должны быть проверены на отсутствие видимых повреждений, чистоту, а также отсутствие обмерзания и обледенения».

Пункт 11.5.1. Заменить слово: «разделе» на «подразделе»;

перечисление г). После слов «покрытие площадки» дополнить словами: «, в том числе весов,»;

дополнить перечислением н):

«н) на морских или речных терминалах, железнодорожных или автомобильных эстакадах и других стационарных пунктах отгрузки продукта должны быть предусмотрены стендеры, шарнирные трубопроводы или шланговые установки отгрузки продукта с верхней подачей трубопровода или металлорукава с муфтой аварийного разъединения в соответствии с 5.5.5 ГОСТ Р 71696—2024».

Пункт 11.7.1 дополнить подпунктом 11.7.1.9:

«11.7.1.9 В случае заправки/опорожнения между двумя передвижными пунктами (автоцистерна—автоцистерна, железнодорожная цистерна—автоцистерна и т.п.) муфту аварийного разъединения необходимо устанавливать с двух сторон металлорукава перед соединителем сухого разъемного соединения или непосредственно на цистерну согласно 5.5.9 ГОСТ Р 71696—2024».

Стандарт дополнить приложениями Е, Ж, И, К:

«**Приложение Е**
(обязательное)

Определение допускаемых напряжений для основного металла сосуда с учетом низкотемпературного упрочнения материала

Е.1 Допускаемые напряжения для основного металла сосуда принимают как наименьшие из значений, вычисляемых по формулам в зависимости от материала:

- для легированных нержавеющих сталей аустенитного класса:

$$\left[\sigma^T\right] = \min\left\{\left[\sigma^{293}\right] + \frac{\Delta\sigma_{\text{в}}^T}{n_{\text{в}}}\beta;\ \left[\sigma^{293}\right] + \frac{\Delta\sigma_{1,0}^T}{n_{\text{т}}}q\right\}\cdot\eta; \tag{Е.1}$$

- для алюминиевых сплавов:

$$\left[\sigma^T\right] = \min\left\{\left[\sigma^{293}\right] + \frac{\Delta\sigma_{\text{в}}^T}{n_{\text{в}}}\beta;\ \left[\sigma^{293}\right] + \frac{\Delta\sigma_{0,2}^T}{n_{\text{т}}}q\right\}\cdot\eta. \tag{Е.2}$$

Е.2 Значения $\Delta\sigma_{\text{в}}^T$, $\Delta\sigma_{1,0}^T$, $\Delta\sigma_{0,2}^T$ вычисляют по формулам:

$$\Delta\sigma_{\text{в}}^T = \sigma_{\text{в}}^T - \sigma_{\text{в}}^{293}; \tag{Е.3}$$

$$\Delta\sigma_{1,0}^T = \sigma_{1,0}^T - \sigma_{1,0}^{293}; \tag{Е.4}$$

$$\Delta\sigma_{0,2}^T = \sigma_{0,2}^T - \sigma_{0,2}^{293}. \tag{Е.5}$$

Е.3 Параметры q и β вычисляют по формулам:

$$q = \frac{E^T\cdot\varepsilon_{\text{в}}^T\cdot(\sigma_{0,2}^T+\sigma_{\text{в}}^T)\cdot(\sigma_{0,2}^{293})^2}{E^{293}\cdot\varepsilon_{\text{в}}^{293}\cdot(\sigma_{0,2}^{293}+\sigma_{\text{в}}^{293})\cdot(\sigma_{0,2}^T)^2}, \tag{Е.6}$$

$$\beta = \frac{E^T\cdot\varepsilon_{\text{в}}^T\cdot(\sigma_{0,2}^T+\sigma_{\text{в}}^T)\cdot(\sigma_{\text{в}}^{293})^2}{E^{293}\cdot\varepsilon_{\text{в}}^{293}\cdot(\sigma_{0,2}^{293}+\sigma_{\text{в}}^{293})\cdot(\sigma_{\text{в}}^T)^2}. \tag{Е.7}$$

Е.4 Для легированных нержавеющих сталей аустенитного класса в случае, когда значение параметра q превышает 1, должно выполняться условие прочности:

$$\frac{\sigma_{\text{в}}^T}{[\sigma^T]} \geq n_{\text{в}};\ \frac{\sigma_{0,2(1,0)}^T}{\left[\sigma^T\right]} \geq n_{\text{т}}. \tag{Е.8}$$

Е.5. Для алюминиевых сплавов максимальные значения параметров q и β не должны превышать 1.

Е.6 Коэффициент запаса по пределу прочности $n_в$ и коэффициент запаса по пределу текучести $n_т$ принимаются в соответствии с таблицей Е.1.

Е.7 Значения механических свойств ($\sigma_в$, $\sigma_{0,2}$) и физических характеристик (E, $\varepsilon_в$), значения параметров q и β для некоторых марок легированных нержавеющих сталей аустенитного класса и алюминиевых сплавов, допускаемые напряжения для основного металла некоторых марок легированных нержавеющих сталей аустенитного класса и алюминиевых сплавов при криогенных температурах при $\eta = 1$ принимают в соответствии с приложением К.

Таблица Е.1 — Коэффициенты запаса

Материал	Условия нагружения	Коэффициенты запаса	
		$n_в$	$n_т$
Легированные нержавеющие стали аустенитного класса	Рабочие условия	3	1,5
	Гидравлические испытания	—	1,1
	Пневматические испытания	—	1,2
Алюминиевые сплавы	Условия монтажа	—	1,1
Примечание — При отсутствии данных о пределе длительной прочности см. ГОСТ 34233.1.			

Приложение Ж
(обязательное)

Определение допускаемых напряжений для сварных элементов сосуда с учетом низкотемпературного упрочнения материала

Ж.1 Допускаемые напряжения для сварных элементов сосуда принимают как наименьшие из значений, вычисляемых по формулам в зависимости от материала:

- для легированных нержавеющих сталей аустенитного класса:

$$\left[\sigma^T\right]_c = \min\left\{\left[\sigma^{293}\right] + \frac{\Delta\sigma_в^T}{n_в}\beta K^T;\ \left[\sigma^{293}\right] + \frac{\Delta\sigma_{1,0}^T}{n_т} qK^T\right\} \cdot \varphi; \qquad (Ж.1)$$

- для алюминиевых сплавов:

$$\left[\sigma^T\right]_c = \min\left\{\left[\sigma^{293}\right] + \frac{\Delta\sigma_в^T}{n_в}\beta K^T;\ \left[\sigma^{293}\right] + \frac{\Delta\sigma_{0,2}^T}{n_т} qK^T\right\} \cdot \varphi. \qquad (Ж.2)$$

Ж.2 Значения $\Delta\sigma_в^T$, $\Delta\sigma_{1,0}^T$, $\Delta\sigma_{0,2}^T$, а также параметров q и β, коэффициента запаса по пределу прочности $n_в$ и коэффициента запаса по пределу текучести $n_т$ принимают согласно приложению Е, поправочного коэффициента K^T — в соответствии с таблицей Ж.1, коэффициента прочности сварного шва φ при температуре 293 К для легированных нержавеющих сталей аустенитного класса и алюминиевых сплавов — в соответствии с ГОСТ 34233.1.

Таблица Ж.1 — Поправочный коэффициент K^T

Материал	Коэффициент K^T при температуре T, К				
	293	203	77	20	4
12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т	1,0	0,95	0,9	0,8	0,8
АМцС, АМг5	1,0	0,95	0,9	0,9	0,9
АМг6	1,0	1,00	1,0	0,9	0,9

Приложение И
(обязательное)

Определение пробного давления с учетом низкотемпературного упрочнения материала

И.1 Испытания на прочность сосуда, спроектированного с учетом низкотемпературного упрочнения материала, необходимо проводить пробным давлением $P_{пр}$, МПа, которое вычисляют по формулам:

- при гидравлическом испытании:

$$P_{пр} = \max\left(1{,}25p\frac{\left[\sigma^{20}\right]}{\left[\sigma^{T}\right]};\ p\right); \qquad (И.1)$$

- при пневматическом испытании:

$$P_{пр} = \max\left(1{,}15p\frac{\left[\sigma^{20}\right]}{\left[\sigma^{T}\right]};\ p\right), \qquad (И.2)$$

где p — расчетное давление, МПа;

$\frac{\left[\sigma^{20}\right]}{\left[\sigma^{T}\right]}$ — минимальное значение отношения допускаемых напряжений для материалов нагруженных давлением элементов сосуда (за исключением болтов и шпилек) при температуре 20 °С и при расчетной температуре.

И.2 При наличии вакуума в ТИП испытания на прочность сосуда, спроектированного с учетом низкотемпературного упрочнения материала, необходимо проводить пробным давлением $P_{пр}$, МПа, которое вычисляют по формулам:

- при гидравлическом испытании:

$$P_{пр} = \max\left(1{,}25p\frac{\left[\sigma^{20}\right]}{\left[\sigma^{T}\right]} - 0{,}1;\ p - 0{,}1\right); \qquad (И.3)$$

- при пневматическом испытании:

$$P_{пр} = \max\left(1{,}15p\frac{\left[\sigma^{20}\right]}{\left[\sigma^{T}\right]} - 0{,}1;\ p - 0{,}1\right). \qquad (И.4)$$

Приложение К
(справочное)

Механические характеристики материалов при низких температурах

К.1 Механические характеристики и допускаемые напряжения для основного металла некоторых марок аустенитных сталей и алюминиевых сплавов при $\eta = 1$ приведены в таблицах К.1 и К.2.

Таблица К.1 — Механические свойства ($\sigma_{0,2}$, $\sigma_{1,0}$, $\sigma_в$), физические характеристики (E, $\varepsilon_в$) и допускаемые напряжения ([σ]) аустенитных стале

Материал	Температура, К (°С)	$\sigma_{0,2}$, МПа	$\sigma_{1,0}$, МПа	$\sigma_в$, МПа	E, МПа	$\varepsilon_в$	q	β	[σ], МПа
12Х18Н10Т	293 (20,15)	240	276	540	200000	0,32	1	1	184
	203 (минус 70,15)	274	304	804	200000	0,22	0,73	0,43	198
	77 (минус 196,15)	335	370	1215	201000	0,18	0,58	0,22	220
	20 (минус 253,15)	421	460	1215	206000	0,16	0,35	0,21	227
	4 (минус 269,15)	421	460	1400	206000	0,14	0,34	0,16	226
08Х18Н10Т	293 (20,15)	210	252	520	200000	0,32	1	1	168
	203 (минус 70,15)	249	290	790	200000	0,22	0,70	0,42	186
	77 (минус 196,15)	299	350	1194	201000	0,18	0,57	0,22	205
	20 (минус 253,15)	376	440	1194	206000	0,16	0,35	0,21	211
	4 (минус 269,15)	376	440	1376	206000	0,14	0,34	0,15	210

Таблица К.2 — Механические свойства ($\sigma_{0,2}$, $\sigma_{1,0}$, $\sigma_в$), физические характеристики (E, $\varepsilon_в$) и допускаемые напряжения ([σ]) алюминиевых сплавов

Материал	Температура, К (°С)	$\sigma_{0,2}$, МПа	$\sigma_{1,0}$, МПа	$\sigma_в$, МПа	E, МПа	$\varepsilon_в$	q	β	[σ], МПа
АМцС*	293 (20,15)	45	-	110	71000	0,2	1	1	30
	203 (минус 70,15)	55	-	130	76000	0,2	0,86	0,91	36
	77 (минус 196,15)	70	-	220	79000	0,3	1,00	0,78	47
	20 (минус 253,15)	100	-	300	80000	0,25	0,74	0,49	57
	4 (минус 269,15)	100	-	320	80000	0,25	0,77	0,45	58
АМг5	293 (20,15)	110	-	260	71000	0,15	1	1	73
	77 (минус 196,15)	150	-	370	79000	0,2	1,00	1,00	100
АМг6	293 (20,15)	130	-	280	72000	0,1	1	1	86
	77 (минус 196,15)	180	-	380	79000	0,15	1,00	1,00	119
* Прокат отожженный толщиной до 20 мм.									

».

Библиография. Позиция [4]. Заменить ссылку: «ИСО 21013-2:2007» на «ИСО 21013-2:2025».

(ИУС № 5 2026 г.)

gost.e-ecolog.ru