МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ EN 13094— 2020

Цистерны для перевозки опасных грузов

ЦИСТЕРНЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ С РАБОЧИМ ДАВЛЕНИЕМ НЕ БОЛЕЕ 0,5 бар

Требования к конструкции и изготовлению

(EN 13094:2015, Tanks for the transport of dangerous goods — Metallic tanks with a working pressure not exceeding 0,5 bar — Design and construction, IDT)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2022

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Научно-производственным республиканским унитарным предприятием «Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации» (БелГИСС) на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Государственным комитетом по стандартизации Республики Беларусь

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 30 октября 2020 г. №134-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Беларусь	BY	Госстандарт
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 5 сентября 2022 г. № 871-ст межгосударственный стандарт ГОСТ EN 13094—2020 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 февраля 2023 г.

5 Настоящий стандарт идентичен европейскому стандарту EN 13094:2015 «Цистерны для перевозки опасных грузов. Металлические цистерны с рабочим давлением не выше 0,5 бар. Проектирование и конструкция» («Tanks for the transport of dangerous goods — Metallic tanks with a working pressure not exceeding 0,5 bar — Design and construction», IDT), включая изменение Amd. 1.

Изменения и/или технические поправки к указанному международному стандарту, принятые после его официальной публикации, внесены в текст настоящего стандарта и выделены двойной вертикальной линией, расположенной на полях напротив соответствующего текста.

Европейский стандарт разработан Техническим комитетом CEN/TC 296 «Цистерны для перевозки опасных грузов» Европейского комитета по стандартизации (CEN).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного европейского стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ 1.5 (подраздел 3.6).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных европейских и международного стандартов соответствующие им межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2022

В Российской Федерации 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 обозначения 3
4 Дыхательное и предохранительное устройства 5
5 Материалы 5
6 Требования к конструкции 7
7 Изготовление 18
Приложение А (обязательное) Методы проверки конструкции 22
Приложение В (обязательное) Метод измерения удельной упругости 37
Приложение С (обязательное) Конструкция горловин, фланцев и крышек 44
Приложение D (справочное) Примеры элементов сварных соединений 45
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных европейских и международных стандартов межгосударственным стандартам 59
Библиография 60

Поправка к ГОСТ EN 13094—2020 Цистерны для перевозки опасных грузов. Цистерны металлические с рабочим давлением не более 0,5 бар. Требования к конструкции и изготовлению

В каком месте	Напечатано	Должно быть		
Предисловие. Таблица согласования	—	Армения	AM	ЗАО «Национальный орган по стандартизации и метрологии» Республики Армения

(ИУС № 8 2025 г.)

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

Цистерны для перевозки опасных грузов

ЦИСТЕРНЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ С РАБОЧИМ ДАВЛЕНИЕМ НЕ БОЛЕЕ 0,5 бар

Требования к конструкции и изготовлению

Tanks for the transport of dangerous goods.
Metallic tanks with a working pressure not exceeding 0,5 bar.
Design and construction requirements

Дата введения — 2023—02—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к конструкции и изготовлению металлических цистерн с максимальным рабочим давлением, не превышающим 0,5 бар (50 кПа), используемых для перевозки опасных грузов автомобильным и железнодорожным транспортом, для которых в ДОПОГ (Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов) (глава 3.2) приведен код цистерны с буквой G. Стандарт содержит требования к системе идентификации материалов, используемых при конструировании этих цистерн, а также требования к отверстиям, крышкам и конструктивному оборудованию.

Примечание 1 — Требования к эксплуатационному оборудованию не рассматриваются в настоящем стандарте.

Стандарт распространяется на транспортные средства, предназначенные для заправки топливом воздушных судов (авиатопливозаправщики), используемые на дорогах общего пользования, а также на цистерны, предназначенные для перевозок различными видами транспорта (например, контейнеры-цистерны и съемные цистерны), используемые для перевозки опасных грузов автомобильным и железнодорожным транспортом.

Примечание 2 — Стандарт не распространяется на железнодорожные вагоны-цистерны.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты [для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированных — последнее издание (включая все изменения)]:

EN 10204, Metallic products — Types of inspection documents (Изделия металлические. Типы документов приемочного контроля)

EN 12972:2007*, Tanks for transport of dangerous goods — Testing, inspection and marking of metallic tanks (Цистерны для перевозки опасных грузов. Испытание, контроль и маркировка металлических цистерн)

EN 13317, Tanks for transport of dangerous goods — Service equipment for tanks — Manhole cover assembly (Цистерны для перевозки опасных грузов. Оборудование для обслуживания резервуаров. Комплект крышки люка)

EN 14025, Tanks for the transport of dangerous goods — Metallic pressure tanks — Design and construction (Цистерны для перевозки опасных грузов. Металлические цистерны. Проектирование и конструкция)

* Действует EN 12972:2018. Однако для однозначного соблюдения требования настоящего стандарта, выраженного в датированной ссылке, рекомендуется использовать только указанное в этой ссылке издание.

Издание официальное

EN 14595, Tanks for transport of dangerous goods — Service equipment for tanks — Pressure and Vacuum Breather Vent (Цистерны для перевозки опасных грузов. Сервисное оборудование. Вентиляционное устройство)

EN ISO 148-1, Metallic materials — Charpy pendulum impact test — Part 1: Test method (ISO 148-1) (Материалы металлические. Испытания на удар на маятниковом копре по Шарпи. Часть 1. Метод испытания)

EN ISO 3834-1, Quality requirements for fusion welding of metallic materials — Part 1: Criteria for the selection of the appropriate level of quality requirements (ISO 3834-1) (Требования к качеству сварки плавлением металлических материалов. Часть 1. Критерии выбора соответствующего уровня требований к качеству)

EN ISO 3834-2, Quality requirements for fusion welding of metallic materials — Part 2: Comprehensive quality requirements (ISO 3834-2) (Требования к качеству сварки металлов плавлением. Часть 2. Всесторонние требования)

EN ISO 5817, Welding — Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded) — Quality levels for imperfections (ISO 5817) (Сварка. Сварные швы при сварке плавлением стали, никеля, титана и других сплавов (лучевая сварка исключена). Уровни качества в зависимости от дефектов)

EN ISO 6892-1, Metallic materials — Tensile testing — Part 1: Method of test at room temperature (ISO 6892-1) (Материалы металлические. Испытания на растяжение. Часть 1. Метод испытания при комнатной температуре)

EN ISO 7500-1, Metallic materials — Verification of static uniaxial testing machines — Part 1: Tension/compression testing machines — Verification and calibration of the force-measuring system (ISO 7500-1) (Материалы металлические. Калибровка и проверка машин для испытаний в условиях одноосного нагружения. Часть 1. Машины для испытания на растяжение/сжатие. Калибровка и проверка силоизмерительной системы)

EN ISO 9606-1, Qualification testing of welders — Fusion welding — Part 1: Steels (ISO 9606-1) (Квалификационные испытания сварщиков. Сварка плавлением. Часть 1. Стали)

EN ISO 9606-2, Qualification test of welders — Fusion welding — Part 2: Aluminium and aluminiumalloys (ISO 9606-2) (Квалификационные испытания сварщиков. Сварка плавлением. Часть 2. Алюминий и алюминиевые сплавы)

EN ISO 9712, Non-destructive testing — Qualification and certification of NDT personnel (ISO 9712) (Неразрушающий контроль. Квалификация и аттестация персонала)

EN ISO 10042, Welding — Arc-welded joints in aluminium and its alloys — Quality levels for imperfections (ISO 10042) (Сварка. Соединения из алюминия и алюминиевых сплавов, выполненные дуговой сваркой. Уровни качества в зависимости от дефектов)

EN ISO 14732, Welding personnel — Qualification testing of welding operators and weld setters for mechanized and automatic welding of metallic materials (ISO 14732) (Персонал, осуществляющий сварку. Квалификационные испытания операторов сварки и наладчиков сварки для механизированной и автоматической сварки металлических материалов)

EN ISO 15607, Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — General rules (ISO 15607) (Технические требования и квалификация технологии сварки металлических материалов. Общие правила)

EN ISO 15609-1, Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Welding procedure specification — Part 1: Arc welding (ISO 15609-1) (Технические требования и квалификация технологии сварки металлических материалов. Технические требования к процессу сварки. Часть 1. Дуговая сварка)

EN ISO 15609-2, Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Welding procedure specification — Part 2: Gas welding (ISO 15609-2) (Технические требования и квалификация технологии сварки металлических материалов. Технические требования к процессу сварки. Часть 2. Газовая сварка)

EN ISO 15613, Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Qualification based on pre-production welding test (ISO 15613) (Технические требования и квалификация технологии сварки металлических материалов. Оценка на основе испытания опытных образцов сварки)

EN ISO 15614 (all parts), Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Welding procedure test (ISO 15614, all parts) (Технические требования и квалификация технологии сварки металлических материалов. Испытание технологического процесса сварки)

EN ISO 17635, Non-destructive testing of welds — General rules for metallic materials (ISO 17635) (Контроль неразрушающий сварных швов. Общие правила для металлических материалов)

EN ISO 17636-1, Non-destructive testing of welds — Radiographic testing — Part 1: X-and gamma-ray techniques with film (ISO 17636-1) (Контроль неразрушающий сварных швов. Радиографический контроль. Часть 1. Методики рентгеноскопии и гамма-съемки с применением пленки)

EN ISO 17637, Non-destructive testing of welds — Visual testing of fusion-welded joints (ISO 17637) (Контроль неразрушающий сварных швов. Визуальный контроль соединений при сварке плавлением)

EN ISO 17640, Non-destructive testing of welds — Ultrasonic testing — Techniques, testing levels, and assessment (ISO 17640) (Контроль неразрушающий сварных швов. Ультразвуковой контроль. Методы, контрольные уровни и оценка)

ISO 1496-3, Series 1 freight containers — Specification and testing — Part 3: Tank containers for liquids, gases and pressurized dry bulk (Контейнеры грузовые серии 1. Технические условия и испытания. Часть 3. Контейнеры-цистерны для жидкостей, газов и сухих насыпных грузов под давлением)

3 Термины, определения и обозначения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **перегородка** (baffle): Конструкция, отличная от волногасящей переборки, предназначенная для предотвращения перемещения содержимого цистерны.

3.1.2 **вместимость** (capacity): Общий внутренний объем цистерны или отсека.

Примечание 1 — Если невозможно полностью заполнить корпус или отсек корпуса из-за его формы или конструкции, эту уменьшенную вместимость следует использовать для определения степени заполнения и для маркировки цистерны.

3.1.3 **компетентный орган** (competent authority): Орган или органы власти либо любой другой орган или любые другие органы, назначенные в качестве таковых в каждом государстве и в каждом отдельном случае, в соответствии с внутренним законодательством.

Примечание 1 — В отношении компетентных органов следует обратить внимание на ДОПОГ [2] и правила ОТИФ (обычно рассматриваемые как МПОГ) [3].

3.1.4 Исключен.

3.1.5 **перегородка** (partition): Герметично разделяющая стенка между соседними отсеками в корпусе цистерны.

3.1.6 **момент сопротивления** (section modulus): Отношение момента инерции конструкции (и при необходимости связанного с ней корпуса) относительно оси к максимальному расстоянию от нейтральной оси до крайнего сечения, используемого в расчете.

3.1.7 **корпус** (shell): Оболочка, содержащая транспортируемое вещество (включая отверстия и их затворы).

3.1.8 **удельная упругость** (specific resilience): Интеграл от приложенной силы и измеренного прогиба испытательного образца до точки, в которой испытательный стержень пробивает испытательный образец, на что указывает точка максимальной силы.

3.1.9 **общая упругость** (global resilience): Способность корпуса с несколькими отделениями или волногасящими переборками противостоять боковому удару стержнем.

3.1.10 **мягкая сталь** (mild steel): Сталь с минимальным пределом прочности на разрыв от 360 до 490 Н/мм^2 и минимальным относительным удлинением при разрыве, соответствующим требованиям для стали, установленным в 5.2.2.3.1.

3.1.11 **стандартная сталь** (reference steel): Сталь с пределом прочности на разрыв 370 Н/мм^2 и относительным удлинением при разрыве 27 %.

3.1.12 **волногасящая переборка** (surge plate): Негерметично закрытая стенка в цистернах или отсеках цистерн, предназначенная для уменьшения эффекта волнения жидкости, установленная под прямым углом по направлению движения, площадь которой составляет не менее 70 % от площади поперечного сечения корпуса, в котором расположена волногасящая переборка.

3.1.13 **испытательное давление** (test pressure): Максимальное эффективное давление, возникающее в цистерне при испытании под давлением.

3.1.14 **максимальная конструктивная масса** (maximum design mass): Сумма массы тары цистерны и максимально допустимой нагрузки, на которую рассчитана цистерна.

3.2 Обозначения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения:

A — относительное удлинение при разрыве, %;

A_1 — минимальное относительное удлинение при разрыве используемого металла, % (см. 6.9.1);

B — диаметр делительной окружности или, в случае эллиптической формы, среднее значение максимального и минимального диаметров, мм;

c — расстояние от начала отбортовки до кромки корпуса, мм;

Примечание 1 — Используют для крепления эллиптического днища к корпусу.

e — номинальная толщина стенки корпуса, мм;

e_c — толщина плоской крышки, мм;

e_d — толщина выпуклой крышки, мм;

e_f — толщина стенки днища или перегородки, мм;

e_{rs} — толщина усиления, мм;

e_r — толщина проема фланца, мм;

e_{rd} — толщина фланца выпуклой крышки, мм;

e_v — принятая толщина стенки корпуса, мм;

$e_{v,min}$ — минимальная толщина стенки корпуса в соответствии с 6.9.1, мм;

e_0 — минимальная толщина стенки корпуса из стандартной стали, мм;

e_1 — наибольшая толщина стенки корпуса, мм;

e_2 — наименьшая толщина стенки корпуса, мм;

g — ускорение под действием силы тяжести, м/с^2;

Примечание 2 — Значение g составляет 9,81 м/с^2.

L — перекрытие шва внахлестку, мм;

L_c — длина усилительного элемента, мм;

L_r — длина усилительного кольца (кольца жесткости), мм;

L_0 — начальная базовая длина образца, используемого при испытании на растяжение, мм;

l — длина перехода между пластинами разной толщины, мм;

l_1 — длина перекрытия обжимного края, мм;

l_2 — длина сварного шва у основания обжимного соединения, мм;

N — коэффициент запаса прочности;

P_d — наибольшее эффективное давление, допустимое в корпусе при разгрузке (максимально допустимое давление опорожнения), МПа;

P_r — наибольшее эффективное давление, допустимое в корпусе при наполнении (максимально допустимое давление наполнения), МПа;

P_{ts} — давление открытия дыхательного устройства, МПа;

P_{ta} — статическое давление (манометрическое давление), МПа;

P_x — расчетное давление цистерны, МПа;

R — внутренний радиус выпуклой крышки, мм;

R_d — определенный предел прочности при растяжении, Н/мм^2;

R_e — действительный предел текучести для сталей с четко определенным пределом текучести или гарантированный условный предел текучести 0,2 % для сталей без четко определенного предела текучести (для аустенитных сталей условный предел текучести 1 %), Н/мм^2;

R_{et} — действительный предел текучести для сталей с четко определенной точкой начала текучести или гарантированным пределом текучести при остаточной деформации 0,2 % для сталей без четко определенной точки начала текучести (для аустенитных сталей предел текучести 1 %) при минимальной расчетной температуре, Н/мм^2;

R_m — предел прочности на разрыв, Н/мм^2;

R_{mt} — предел прочности на разрыв при минимальной расчетной температуре, Н/мм^2;

R_{m1} — минимальный предел прочности на разрыв используемого металла, Н/мм^2;

S_B — общая площадь растяжения, мм^2;

S_0 — первоначальная площадь поперечного сечения испытательного образца, используемого при испытании на разрыв, мм^2;

w — эффективная глубина углового сварного шва (т. е. расстояние от поверхности сварного шва до минимальной точки проникновения расплавленного металла в основной металл);

Z_0 — минимальный момент сопротивления для стандартной стали, см^3;

Z_1 — минимальный момент сопротивления для используемого металла, см^3;

σ_c — расчетное допускаемое напряжение материала крышки согласно 6.8, Н/мм^2;

σ_r — расчетное допускаемое напряжение материала фланца согласно 6.8, Н/мм^2.

4 Дыхательное и предохранительное устройства

Цистерны должны быть оборудованы дыхательным устройством и предохранительным устройством для предотвращения утечки содержимого из цистерны в случае ее опрокидывания в соответствии с EN 14595. В цистернах с отсеками каждый отсек цистерны должен быть оборудован дыхательным и предохранительным устройствами.

5 Материалы

5.1 Общие положения

5.1.1 Разработчик должен выбрать материалы, которые будут применяться в конструкции цистерны, используя национальные и международные стандарты на материалы из ферритной стали, аустенитной стали, аустенитно-ферритной нержавеющей стали или алюминиевого сплава или стандарты, утвержденные иным компетентным органом. Материалы должны соответствовать требованиям, приведенным в 5.2.

5.1.2 Материалы, используемые при изготовлении корпусов, должны быть пригодны для формования. Если степень формования, требуемая для конкретной конструкции корпуса, вызывает растрескивание или другие признаки повреждения материала корпуса, материалы считаются непригодными, даже если они соответствуют требованиям настоящего стандарта.

5.1.3 Должны использоваться материалы, устойчивые к хрупкому разрушению и коррозионному растрескиванию под напряжением.

5.1.4 При испытаниях в соответствии с EN ISO 15614-1 свойства материалов, используемых при изготовлении сварных корпусов, должны быть не ниже минимальных значений, указанных для материала, выбранного в соответствии с 5.1.1, на протяжении всей сварной зоны без термообработки после сварки.

5.2 Свойства материала

5.2.1 Ударная вязкость

Материалы из ферритной стали испытывают в соответствии с EN ISO 148-1 с использованием V-образного надреза. Они должны иметь ударную вязкость не менее 34 Дж/см^2 при температуре окружающей среды минус 20 °С (или при минимальной расчетной температуре, если она ниже). Испытания на удар проводят на листах материала или на их сварных швах, если толщина листа превышает 5 мм.

5.2.2 Предел текучести, предел прочности и удлинение при разрыве

5.2.2.1 Общие положения

5.2.2.1.1 Используемые значения A, R_e и R_m, установленные для выбранного материала в соответствующем стандарте, должны быть минимальными, за исключением 5.2.2.1.2 и 5.2.2.1.3.

5.2.2.1.2 При применении аустенитных сталей значение R_e, используемое при расчете, может превышать минимальное значение, установленное для выбранного материала в соответствующем стандарте на материалы, при условии, что:

- более высокие значения заявлены в сертификате, выданном в соответствии с EN 10204;
- значение R_e, используемое при расчете, не должно превышать 1,15, умноженное на значение R_e, установленное для выбранного материала в соответствующем стандарте на материалы.

5.2.2.1.3 При использовании мелкозернистых сталей значение R_e не должно превышать 460 Н/мм^2, а значение R_m не должно превышать 725 Н/мм^2 в соответствии с требованиями соответствующего стандарта на материалы.

5.2.2.2 Предел текучести и предел прочности на разрыв

Стали с соотношением R_e/R_m, превышающим 0,85, не применяют при изготовлении сварных цистерн. Значения, указанные в сертификате, выданном в соответствии с EN 10204, должны использоваться для определения соотношения R_e/R_m.

5.2.2.3 Относительное удлинение при разрыве

5.2.2.3.1 Материал испытывают в соответствии с EN ISO 6892-1. Относительное удлинение при разрыве A должно быть не менее:

- 16 % для мелкозернистых сталей;
- 20 % для других сталей;
- 12 % для алюминиевых сплавов.

5.2.2.3.2 Кроме того, для стали относительное удлинение при разрыве A должно быть не менее значения, рассчитанного по формуле (1):

$$A = \frac{10\,000 \text{ Н/мм}^2}{R_d}. \quad (1)$$

Примечание — Для A, R_d и R_{m1} дается только числовое значение с единицей измерения в соответствии с 3.2.

5.2.2.3.3 Для листового металла при измерении относительного удлинения при разрыве в соответствии с EN ISO 6892-1 ось образца, испытываемого на растяжение, должна находиться под прямым углом к направлению прокатки. Если в стандарте на материал установлены более низкие значения в направлении прокатки, эти значения должны использоваться при расчете.

5.2.2.3.4 При измерении относительного удлинения при разрыве используют образец с круглым поперечным сечением, у которого начальная расчетная длина образца, испытываемого на растяжение, равна пятикратному диаметру. Если используют образцы прямоугольного сечения, расчетную длину определяют по формуле (2):

$$L_0 = 5{,}65\sqrt{s_0}. \quad (2)$$

Примечание — Значения относительного удлинения, основанные на фиксированной длине, могут быть преобразованы в пропорциональные удлинения с использованием EN ISO 2566-1 или EN ISO 2566-2 с учетом конкретных условий.

5.3 Совместимость материалов корпуса с перевозимыми веществами

5.3.1 Изготовитель должен предоставить перечень опасных грузов, допущенных к перевозке без повреждения цистерны или ее защитного покрытия. Вещества или группы веществ, указанные в свидетельстве об официальном утверждении типа, должны соответствовать характеристикам цистерны и ее вспомогательного оборудования.

Примечание — В МПОГ/ДОПОГ (пункт 4.3.4.1.2) установлено, что перечень утвержденных веществ может быть заменен группами веществ в соответствии с кодом цистерны с учетом соответствующих специальных положений.

5.3.2 Если предполагается, что контакт между перевозимым веществом и материалом, используемым для изготовления корпуса, может привести к постепенному уменьшению толщины стенок, эта толщина должна быть увеличена при изготовлении на соответствующую величину.

Примечание — Это дополнительное увеличение толщины стенки, с учетом допуска на коррозию, не учитывают при определении минимальной толщины стенки корпуса (см. 6.9.1).

5.3.3 Если корпус имеет неметаллическое защитное покрытие, то должны использоваться только те материалы и средства их сцепления с корпусом, которые являются герметичными независимо от деформации, которая может возникнуть при обычных условиях перевозки.

5.3.4 Если корпуса, предназначенные для перевозки жидкостей с температурой вспышки не более 60 °С, имеют непроводящее защитное покрытие, применяют меры, препятствующие накоплению электростатических зарядов, которые могут представлять опасность возгорания.

6 Требования к конструкции

6.1 Общие положения

Корпус может иметь круглое, эллиптическое или прямоугольное поперечное сечение или их сочетания.

Части корпуса, выступающие за пределы основного поперечного сечения, должны иметь минимальные размеры, и защита должна быть обеспечена со всех сторон корпуса.

6.2 Проверка конструкции

Конструкция цистерны должна быть проверена в соответствии с одним или сочетанием следующих методов:

a) для корпусов с круглым поперечным сечением — EN 14025 или одним из методов, указанных в приложении A;

b) для корпусов с некруглым поперечным сечением:

1) динамические испытания (см. раздел A.2 (приложение A));

2) анализ напряжений методом конечных элементов (см. раздел A.3 (приложение A));

3) типовой вариант конструкции, разработанный на основе опыта компетентного органа с имеющимися конструкциями цистерн (см. раздел A.4 (приложение A));

4) расчетный метод (см. раздел A.5 (приложение A)).

Должна быть предоставлена документация, подтверждающая проверку конструкции цистерн.

Конструкция цистерн в любом случае должна соответствовать требованиям настоящего стандарта.

6.3 Требования к корпусам с некруглым поперечным сечением

Для корпусов с некруглым поперечным сечением:

a) радиус выпуклости стенки корпуса не должен превышать 2 м по бокам и 3 м сверху и снизу;

b) радиус, соединяющий верхнюю/нижнюю и боковую выпуклости, должен быть не менее 200 мм и

c) эквивалентный диаметр должен быть рассчитан на основе площади поперечного сечения.

6.4 Динамические нагрузки

6.4.1 Динамические нагрузки, соответствующие расчетной температуре, указанной в 6.7, и требованиям к испытательному давлению, установленным в EN 12972, должны выполняться без превышения уровней напряжения, указанных в 6.8.

6.4.2 Корпуса, вспомогательное и конструктивное оборудование должны быть сконструированы таким образом, чтобы выдерживать нагрузки и динамические давления, возникающие в результате сочетания наибольшего из значений P_{ta} или P_{ts} и ускорения, указанного в каждом из следующих перечислений, без превышения расчетного напряжения, установленного в 6.8:

- в направлении движения — ускорение $2g$ от максимальной конструктивной массы (в случае полуприцепов максимальная конструктивная масса включает массу осей, колес и шин и считается действующей в точке сцепки); если в расчетах учитываются волногасящие переборки, их воздействие должно быть подтверждено;
- под прямым углом по направлению движения — ускорение $1g$, действующее на максимальную конструктивную массу;
- вертикально вверх — ускорение $1g$, действующее на максимальную конструктивную массу;
- вертикально вниз — ускорение $2g$, действующее на максимальную конструктивную массу;
- если корпус представляет собой самонесущий элемент конструкции транспортного средства, то возникающие таким образом напряжения накладываются на напряжения из других источников.

6.4.3 Цистерна, максимальная длина которой не превышает 2,9 м, должна быть рассчитана, чтобы выдерживать нагрузки, указанные в 6.4.2. Кроме того, во всех горизонтальных направлениях нагрузки должны быть в два раза больше максимальной конструктивной массы, за исключением следующих случаев:

- встроенная цистерна (автоцистерна);
- съемная цистерна, устанавливаемая на шасси транспортного средства только в одном направлении.

6.5 Условия давления

6.5.1 Корпус цистерны должен быть сконструирован таким образом, чтобы выдерживать максимальное испытательное давление, которое должно быть больше, чем:

a) давление, создаваемое водяным столбом, равным удвоенной глубине цистерны, умноженное на относительную плотность наиболее плотного вещества, подлежащего перевозке;

b) давление, создаваемое водяным столбом, равным удвоенной глубине цистерны;

c) исключено.

6.5.2 Отсеки цистерн должны быть сконструированы так, чтобы все части отсека цистерны выдерживали испытательное давление $\max(0{,}2;\ 1{,}3 \cdot P_{ta\ water};\ 1{,}3 \cdot P_{ta})$, за исключением цистерн, предназначенных для перевозок различными видами транспорта.

Испытательное давление должно быть приложено к наивысшей точке отсека цистерны, без учета давления, возникающего в результате статического напора испытательной жидкости.

6.6 Условия частичного вакуума

Корпус и перегородки должны быть способны выдерживать условия вакуума с давлением на 3 кПа ниже атмосферного давления.

6.7 Расчетная температура

Минимальный расчетный интервал температур должен составлять от минус 20 °С до плюс 50 °С. Если цистерна подвергается более жестким условиям, то расчетный интервал температур должен быть расширен в пределах от минус 40 °С до плюс 50 °С с учетом конкретных условий. Расчетный интервал температур цистерн, предназначенных для перевозки веществ при повышенных температурах, должен быть расширен как минимум до максимальной рабочей температуры.

6.8 Расчетное напряжение

Максимальное напряжение, возникающее в материале цистерны и его опорной конструкции, не должно превышать наименьшего из двух: $0{,}75R_e$ или $0{,}5R_m$; для контейнеров-цистерн и съемных цистерн напряжение, возникающее в материале опорной конструкции, не должно превышать $0{,}66R_e$.

6.9 Толщина корпуса

6.9.1 Минимальная толщина стенки корпуса

Если не выполнены условия, установленные в 6.9.2, толщина стенки корпусов, изготовленных из мягкой стали (с гарантированным минимальным пределом прочности на разрыв от 360 до 490 Н/мм^2), должна быть не менее следующих значений:

- 5 мм, если диаметр цистерны не превышает 1,8 м;
- 6 мм, если диаметр цистерны превышает 1,8 м (за исключением корпусов, предназначенных для перевозки порошкообразных или гранулированных веществ).

Если корпус изготовлен из другого материала, эквивалентную минимальную толщину определяют в соответствии с формулой (3):

$$e_1 = \frac{464 e_0}{\sqrt[3]{(R_{m1} A_1)^2}}. \qquad (3)$$

Если толщину стенки корпуса увеличивают с учетом агрессивных (разъедающих) веществ, это дополнительное утолщение не учитывают при расчете минимальной толщины стенки корпуса.

Фактическая минимальная толщина стенки должна быть не менее абсолютной минимальной толщины, указанной в таблице 1.

6.9.2 Уменьшение толщины стенки корпуса

6.9.2.1 Если защита от повреждения корпуса обеспечивается в соответствии с 6.9.2.2 и 6.9.2.3, то минимальная толщина стенки корпуса может быть уменьшена не более чем на 2 мм для стандартной стали (или эквивалентной толщины другого материала, рассчитанной по формуле (3)) от значения, указанного в 6.9.1, но должна быть не менее абсолютной минимальной толщины, указанной в таблице 1.

Таблица 1 — Абсолютная минимальная толщина стенки корпуса

Диаметр [a], м	Минимальная толщина стенки корпуса				
	Аустенитные стали, мм	Аустенитно-ферритные стали, мм	Другие стали, мм	Алюминий чистотой 99,8 %, мм	Алюминиевые сплавы, мм
≤1,80	2,5 [b]	3	3	6	4
>1,80	3	3,5	4	8	5

[a] Для корпусов с некруглым поперечным сечением см. 6.3.

[b] Для контейнеров-цистерн и съемных цистерн, не защищенных от повреждений, толщина стенки корпуса должна составлять не менее 3 мм независимо от используемого материала.

6.9.2.2 Автоцистерны и съемные цистерны считаются защищенными от повреждений, если применяют одну из следующих мер, указанных в перечислениях a)—j); в качестве расстояния между усилительными элементами применяют расстояние между точками их крепления на корпусе цистерны:

a) для корпусов с круглым и/или эллиптическим поперечным сечением, включая сочетания этих поперечных сечений с максимальным радиусом кривизны 2 м, корпус оснащают усилительными элементами, состоящими из перегородок, или волногасящих переборок, или наружных или внутренних колец, размещенных таким образом, чтобы выполнялось хотя бы одно из следующих условий:

1) расстояние между двумя соседними усилительными элементами составляет не более 1,75 м;

2) объем, содержащийся между двумя перегородками или волногасящими переборками, не превышает 7 500 л.

Кольцо и соответствующий корпус, изготовленные из стандартной стали, должны иметь момент сопротивления не менее 10 $см^3$ или эквивалентный момент сопротивления для другого металла (см. 6.14.2.5) при расчете относительно нейтральной оси, параллельной корпусу.

Наружные усилительные элементы не должны иметь выступающие кромки с радиусом менее 2,5 мм;

b) для корпусов с двойными стенками, имеющими промежуточный слой из жесткого твердого материала (например, жесткий пенопласт толщиной не менее 50 мм), толщина наружной стенки должна составлять не менее 0,5 мм, если она изготовлена из мягкой стали, и не менее 0,8 мм, если она изготовлена из алюминия, или не менее 2 мм, если она изготовлена из пластмассы, армированной стекловолокном. В случае применения других изолирующих материалов (например, минеральная вата толщиной не менее 100 мм) толщина наружной стенки должна составлять не менее 0,8 мм, если она изготовлена из аустенитной стали. Толщина наружной стенки днища должна составлять не менее 3 мм, если она изготовлена из пластмассы, армированной стекловолокном.

Если для обеспечения защиты от повреждения используют другие комбинации материалов, то они должны обладать удельной упругостью, определенной в соответствии с приложением B, иметь эквивалентную минимальную толщину в соответствии с 6.9.1, а толщина внутренней стенки должна быть не менее минимального значения, указанного в 6.9.2.1;

c) для форм корпусов, отличающихся от указанной в перечислении a), корпус оснащают дополнительной круговой защитой до середины корпуса по его высоте и выше этого значения не менее чем на 30 %.

Дополнительная защита должна иметь конструкцию, обеспечивающую удельную упругость, определенную в соответствии с приложением B, равную удельной упругости, которую обеспечивает корпус, изготовленный из стандартной стали толщиной 5 мм, для диаметра корпуса, не превышающего 1,8 м, или 6 мм для диаметра корпуса, превышающего 1,8 м.

Дополнительная защита корпуса должна обеспечивать его долговечную службу.

Это требование считается выполненным без дальнейшего подтверждения удельной упругости, если:

1) дополнительная защита включает в себя приварку пластины из того же материала, что и корпус, к наружной части усиливаемой поверхности так, чтобы толщина стенки корпуса была не менее минимальной толщины, установленной в 6.9.1, или эта поверхность была из того же материала, что и корпус, толщина которого составляет не менее минимальной толщины, установленной в 6.9.1;

2) отбортованные днища на всю толщину используют с дополнительной боковой защитой, охватывающей не менее одной трети длины отбортовки;

d) для корпусов с одиночными днищами, имеющими толщину, указанную в 6.9.1, корпус оснащают усилительными элементами, отвечающими следующим требованиям:

1) вместимость между двумя перегородками не должна превышать 7 500 л;

2) объем между перегородкой и волногасящей переборкой не должен превышать 4 000 л;

e) для корпусов с двойными днищами корпус снабжают усилительными элементами, отвечающими следующим требованиям:

1) вместимость между двумя перегородками не должна превышать 7 500 л;

2) объем между перегородкой и волногасящей переборкой не должен превышать 4 000 л.

Внутреннее днище должно иметь толщину, равную минимальной, установленной в 6.9.2.1, а внешнее днище — не менее 2 мм для стандартной стали или эквивалентную толщину для другого металла, рассчитанную по формуле (3);

f) для корпусов с двойными днищами, расстояние между стенками которых превышает 100 мм, днища соответствуют требованиям, указанным в перечислении e), а корпус имеет перегородки, расположенные таким образом, чтобы вместимость между перегородками не превышала 7 500 л;

g) для форм корпусов, отличающихся от указанной в перечислении a), выполняют следующие условия:

1) объем, содержащийся между соседними усилительными элементами, не должен превышать 7 500 л;

2) объем любого отсека не должен превышать 15 000 л, за исключением цистерн, предназначенных для перевозки жидкостей при температуре 100 °C и выше и ниже их температуры вспышки;

3) расстояние между соседними усилительными элементами не должно превышать 1,4 м;

4) радиусы закругления, соединяющие верхний, боковой и нижний радиусы, должны составлять не менее 300 мм;

5) толщина днищ должна соответствовать перечислению d) или e), в зависимости от ситуации;

h) для съемных цистерн защита обеспечивается со всех сторон с помощью откидных бортов или кабины транспортного средства. Откидные борта должны обеспечивать защиту не менее половины высоты корпуса цистерны;

i) для форм корпусов, отличающихся от указанной в перечислении a), при применении требований к общей упругости выполняют следующие условия:

1) объем, содержащийся между соседними усилительными элементами, не должен превышать 7 500 л;

2) объем любого отсека не должен превышать 15 000 л, за исключением цистерн, предназначенных для перевозки жидкостей при температуре не менее 100 °C и ниже их температуры вспышки;

3) расстояние между соседними усилительными элементами не должно превышать 1,75 м;

4) среднее расстояние между соседними усилительными элементами не должно превышать 1,4 м;

5) радиусы закругления, соединяющие верхний, боковой и нижний радиусы, должны составлять не менее 250 мм;

6) толщина днищ должна соответствовать перечислению d) или e), в зависимости от ситуации;

7) для корпусов с двойными днищами, расстояние между стенками которых превышает 100 мм, днища должны соответствовать требованиям, указанным в перечислении e);

8) наименее прочный 4-метровый составной элемент корпуса должен иметь общую упругость не менее 100 кНм.

В отношении общей упругости должны использоваться следующие значения:

i) для перегородок или волногасящих переборок с максимальной толщиной, указанной в 6.9.1, — 40 кН/м;

ii) для перегородок или волногасящих переборок с минимальной толщиной, указанной в 6.9.2.1, — 20 кН/м;

iii) для днищ — 20 кН/м.

Более высокие значения общей упругости, в том числе для других типов усилительных элементов, должны использоваться только в том случае, если это подтверждено испытаниями, проведенными в соответствии с разделом B.5 (приложение B), или эквивалентными испытаниями, утвержденными компетентным органом.

Если для проверки используют анализ напряжений методом конечных элементов, применяют требования раздела A.3 (приложение A). Для упругопластического анализа компьютерное программное обеспечение и методика его использования должны быть утверждены компетентным органом;

j) изготовитель должен предоставить компетентному органу соответствующие примеры валидации (сравнение результатов расчета с реальными результатами испытаний). Для форм корпусов, отличающихся от указанной в перечислении a), выполняют следующие условия:

1) радиус выпуклости стенки корпуса не превышает 2 м по сторонам, сверху и снизу;

2) угловые радиусы, соединяющие верхний, боковой и нижний радиусы, составляют не менее 300 мм;

3) объем, содержащийся между перегородками и/или волногасящими переборками, не превышает 7 500 л или расстояние между перегородками и/или волногасящими переборками не более 1,75 м;

4) энергия, поглощаемая при ударе и опрокидывании, по меньшей мере равна энергии поглощения корпусом круглого или эллиптического сечения, аналогичным по следующим параметрам:

i) материал корпуса, днищ, перегородок, волногасящих переборок и несущих конструкций;

ii) площадь поперечного сечения (в случае эллиптического сечения, одинаковой ширины);

iii) толщина стенки корпуса, днищ, перегородок и волногасящих переборок (минимальная в соответствии с 6.9.2.1);

iv) объем, содержащийся между перегородками и/или волногасящими переборками, или расстояние между примыкающими перегородками и/или волногасящими переборками;

v) максимальный внутренний радиус сферы днища;

vi) расстояние, тип и размеры несущих конструкций корпуса;

vii) количество и тип днищ, перегородок и/или волногасящих переборок;

viii) количество, размер и расположение проемов.

Сравнительные методы расчета поглощенной энергии проводят в соответствии с разделом В.7 (приложение В).

6.9.2.3 Корпуса встроенных и съемных цистерн вместимостью не более 5 000 л или разделенных на отсеки цистерн вместимостью не более 5 000 л считают защищенными от повреждений, если толщина их стенки для мягкой стали или их эквивалентная толщина, рассчитанная по формуле (3) для других материалов, составляет не менее значений, приведенных в таблице 2.

Таблица 2 — Минимальная толщина стенки корпуса небольших цистерн и цистерн с отсеками

Вместимость корпуса или отсека корпуса, $м^3$	Максимальный радиус кривизны верхней и нижней частей, м	Максимальный радиус кривизны сторон, м	Максимальная толщина стандартной стали, мм	Другие стали, мм	Аустенитные нержавеющие стали, мм	Аустенитно-ферритные нержавеющие стали, мм	Алюминиевые сплавы, мм	Алюминий чистотой 99,8 %, мм
≤3,5	3	2	3	3	2,5	3	4	6
>3,5, но ≤5	3	2	4	4	3	3,5	5	8
≤5	2	2	3	3	2,5	3	4	6

Контейнеры-цистерны и съемные цистерны считают защищенными от повреждений при принятии одной из следующих мер:

a) корпус изготовлен с двойными стенками в соответствии с 6.9.2.2, перечисление b); или

b) имеет конструкцию, соответствующую требованиям ISO 1496-3, где корпус опирается на каркас, включающий продольные и поперечные элементы конструкции.

6.10 Проемы корпуса, горловины и крышки

6.10.1 Смотровые проемы и люки

Каждая цистерна и отсек вместимостью 3 000 л или более должны быть оснащены люком для осмотра внутри. Цистерны и отсеки вместимостью менее 3 000 л должны быть оснащены либо смотровым проемом, либо люком.

Диаметры отверстий должны быть:

- не менее 100 мм и не более 300 мм для смотровых проемов;
- не менее 500 мм для круглых люков.

Для некруглых люков ни один размер не должен быть менее 500 мм.

Примечание — Рекомендуется обеспечить доступ ко всем спасательным средствам, включая автономный индивидуальный дыхательный аппарат.

Минимальные размеры люков и смотровых проемов в цистернах, имеющих покрытие, должны сохраняться после нанесения покрытия.

6.10.2 Горловины и крышки

Конструкция горловин и крышек должна соответствовать приложению С.

Крышки, крепления и их уплотнительные поверхности должны быть сконструированы таким образом, чтобы выдерживать внутреннее давление не менее 265 кПа.

Материалы, применяемые для изготовления фланцев, уплотнений и крышек, должны соответствовать разделу 5.

6.10.3 Крышки

Крышки, закрывающие проемы с внутренним диаметром не менее 200 мм, должны быть изготовлены из металлических материалов в соответствии с разделом 5.

6.10.4 Средства крепления рабочего оборудования

Средства крепления рабочего оборудования должны быть расположены таким образом, чтобы обеспечивалась защита от риска потери или повреждения оборудования, и они должны соответствовать требованиям к прочности, установленным изготовителем оборудования.

6.11 Перегородки и волногасящие переборки корпуса

6.11.1 Перегородки и волногасящие переборки должны быть:

a) выпуклыми с глубиной впадины не менее 100 мм; или

b) гофрированными, профилированными или усиленными иным образом.

При использовании методов проверки конструкции, установленных в разделе А.3 или А.5 (приложение А), должна быть проверена глубина впадины (исходя из радиуса сферы днища сосуда).

6.11.2 Перегородки и волногасящие переборки, включая любые распорные пластины, должны быть непрерывно приварены к корпусу, за исключением случаев, предусмотренных в 6.11.4.

6.11.3 Толщина стенки перегородок и волногасящих переборок должна быть не менее минимальной толщины стенки корпуса. Для перегородок механические свойства материала должны быть не ниже, чем у самого корпуса, при минимальной толщине стенки.

6.11.4 Волногасящие переборки, перегородки и усилительные элементы, имеющие протяженность более 70 мм от внутренней поверхности корпуса, должны иметь отверстия сверху, снизу и по бокам для облегчения опорожнения цистерны при частичном или полном опрокидывании и предотвращения паровых пробок, делающих системы определения уровня неэффективными во время наполнения. Отверстия в верхней части должны иметь общую площадь поперечного сечения не менее 2 000 мм^2 и располагаться полностью над горизонтальной линией, проходящей на 100 мм ниже верхней части поперечного сечения корпуса. Отверстия в нижней части вместе с любыми отстойниками должны обеспечивать полный сток к месту опорожнения.

6.11.5 Отсеки, прилегающие к днищам, не должны иметь продольные перегородки. Если в отсеках, прилегающих к днищам, установлены продольные перегородки или волногасящие переборки, то между ними и днищем цистерны должен быть зазор не менее 200 мм в любом месте цистерны.

6.12 Вспомогательное оборудование корпуса

6.12.1 Усилительные элементы для крепления вспомогательного оборудования к корпусу должны быть сконструированы таким образом, чтобы не превышалось напряжение, установленное в 6.8.

6.12.2 Средства, с помощью которых вспомогательное оборудование крепится к корпусу, должны быть сконструированы с учетом их назначения и риска повреждения корпуса, если на крепления воздействуют дополнительные нагрузки.

6.12.3 Должны быть предусмотрены дренажные средства, в противном случае могут создаваться герметичные пространства между оболочкой корпуса и внутренним или внешним вспомогательным оборудованием или усилительными элементами. Дренажные средства не должны быть герметизированы.

6.12.4 Трубопроводы, проходящие сквозь корпус, должны быть расположены и сконструированы таким образом, чтобы минимизировать риск повреждения корпуса при воздействии внешних нагрузок на трубопровод или корпус. Трубопроводы с внутренним диаметром более 55 мм и длиной за пределами корпуса более 50 мм в любом месте должны быть сконструированы таким образом, чтобы в случае случайного повреждения трубопровода вне цистерны наружный выступающий участок трубопровода разрушался без повреждения корпуса.

Открытые трубопроводы, проходящие через корпус, которые не используются для дренажа, должны выходить за пределы корпуса на минимальную длину 20 мм.

Толщина стенок трубопроводов должна быть не менее толщины, указанной в таблице 3, или толщины корпуса, в зависимости от того, какая величина меньше.

Таблица 3 — Минимальная толщина стенки трубопроводов, проходящих через корпус

Размеры в миллиметрах

Внутренний диаметр	Аустенитная сталь	Мягкая сталь	Алюминиевый сплав
≤ 55	2,5	3,0	4,0
> 55	3,0	4,0	5,0

6.13 Опорная конструкция корпуса

6.13.1 Опорные конструкции корпуса должны быть сконструированы так, чтобы напряжения, указанные в 6.8, не превышались при воздействии на них статических и динамических нагрузок, установленных в 6.4.1, 6.4.2 и 6.4.3.

6.13.2 Опорные конструкции, привариваемые к корпусу, должны быть снабжены несущей плитой или усилительным элементом, расположенным таким образом, чтобы соответствовать 6.13.1. Материалы, используемые для несущих плит или других усилительных элементов, привариваемых непосредственно к корпусу, должны быть совместимы с материалом корпуса и пригодны к сварке без образования дефектов.

6.14 Защита рабочего оборудования, установленного на верхней части корпуса цистерны

6.14.1 Общие требования

6.14.1.1 На корпусе цистерны должна быть предусмотрена такая защита от повреждения при опрокидывании, чтобы она полностью защищала рабочее оборудование на верхней части корпуса, которое соединяется с внутренней частью корпуса.

6.14.1.2 Конструкция защитного устройства и монтажное положение(я) рабочего оборудования должны быть такими, чтобы рабочее оборудование, установленное на верхней части корпуса, находилось на расстоянии не менее 25 мм от края защитного устройства.

6.14.1.3 Если область, окруженная защитным устройством(ами), не является самодренирующейся, то должна быть предусмотрена дренажная система.

6.14.1.4 Полная защита верхней части цистерны должна быть рассчитана таким образом, чтобы выдерживать без остаточной деформации вертикальную статическую нагрузку, равную удвоенной массе загруженного транспортного средства с цистерной. Это требование считается выполненным, если защитное устройство соответствует требованиям, установленным в 6.14.2.

6.14.2 Минимальные требования

6.14.2.1 Общие положения

Конкретные формы защиты должны соответствовать требованиям, указанным в следующих подпунктах:

a) 6.14.2.2 — в отношении продольных и поперечных элементов;

b) 6.14.2.3 — в отношении формы корпуса;

c) 6.14.2.4 — в отношении лотков для сбора жидкостей;

d) 6.14.2.5 — в отношении дуг безопасности;

e) 6.14.2.6 — в отношении поперечных элементов коробчатого сечения.

6.14.2.2 Продольные и поперечные элементы

Примечание 1 — Типовое расположение рабочего оборудования, защищенного продольными и поперечными элементами, показано на рисунке 1.

Если для защиты рабочего оборудования используют продольные и поперечные элементы, то:

a) они должны быть сконструированы таким образом, чтобы при установке на верхней части цистерны образовывалось закрытое коробчатое сечение;

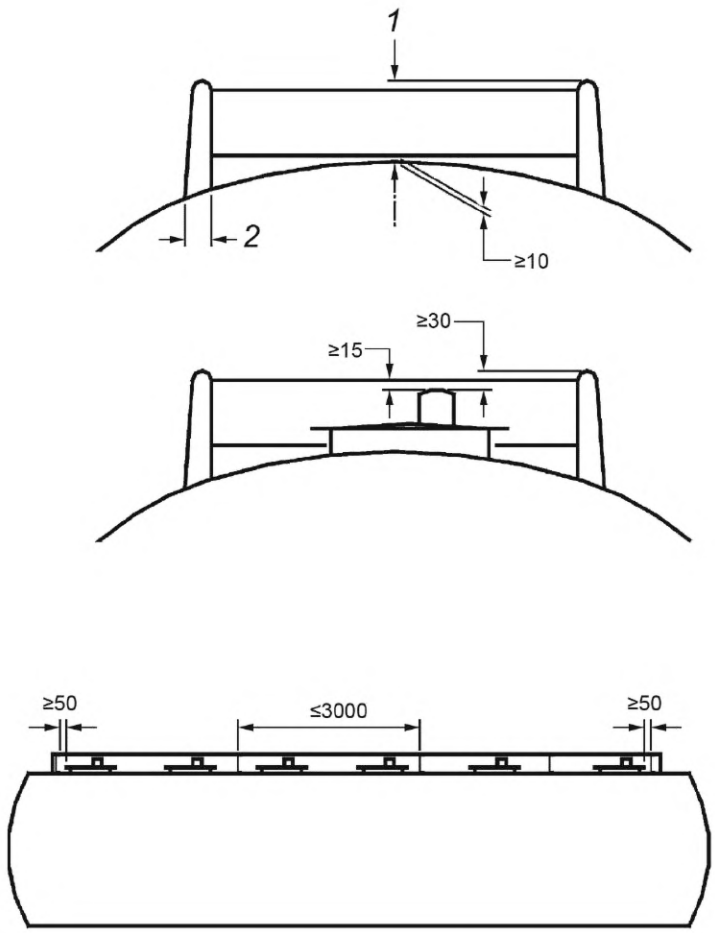
b) ширина продольных элементов, измеренная на уровне верхней части цистерны, должна составлять не менее одной трети высоты;

c) расстояние по вертикали от продольных элементов до самого высокого элемента рабочего оборудования должно составлять не менее 30 мм;

d) поперечные элементы должны поддерживать оба продольных элемента, а расстояние между ними не должно превышать 3 000 мм;

e) поперечные элементы должны распространяться не менее чем на 50 мм перед первым элементом рабочего оборудования и не менее чем на 50 мм позади последнего элемента рабочего оборудования;

Размеры в миллиметрах



1 — высота продольного защитного элемента над верхней частью корпуса (измеряют по верхней части осевой линии корпуса);
2 — ширина продольного защитного элемента (измеряют у его основания) — не менее одной трети высоты

Рисунок 1 — Типовое расположение рабочего оборудования, защищенного продольными и поперечными элементами

f) высота от поперечных элементов до самого высокого элемента рабочего оборудования должна составлять не менее 15 мм;

g) расстояние по вертикали между поперечными элементами и корпусом по осевой линии цистерны должно быть не менее 10 мм;

h) поперечное сечение элементов, изготовленных из стандартной стали, должно иметь минимальный осевой момент сопротивления относительно горизонтальной оси не менее 10 $см^3$ или эквивалент в другом металле. Осевой момент сопротивления должен обеспечиваться там, где предусмотрены вырезы для раздельного сбора пара или других трубопроводов;

i) поперечные элементы должны иметь не менее одного сливного отверстия в самой нижней части;

j) толщина стенки продольных и поперечных элементов должна быть не менее:

1) 2 мм — для аустенитной стали;

2) 2,5 мм — для другой стали;

3) 4 мм — для алюминиевого сплава.

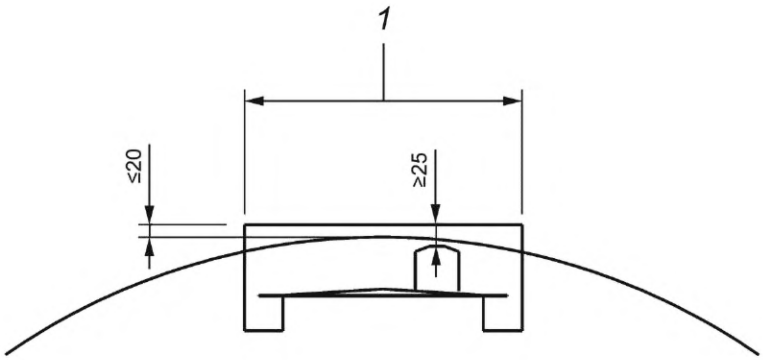
k) должно быть предусмотрено не менее двух дренажных трубопроводов, по одному на каждой стороне от вертикальной осевой линии цистерны, учитывая уклон(ы) цистерны, находящейся в эксплуатации; они не должны иметь препятствия и не должны использоваться для работ, включающих использование кабелей и пневматических трубопроводов.

Примечание 2 — Для сбора паров допускается использовать продольные элементы.

6.14.2.3 Форма корпуса

Примечание — Типовое расположение рабочего оборудования, защищенного формой корпуса, показано на рисунке 2.

Размеры в миллиметрах



1 — не более 700 мм (снаружи)

Рисунок 2 — Типовое расположение рабочего оборудования, защищенного формой корпуса

В случае невозможности полного заполнения корпуса или отсека из-за его формы или конструкции эта уменьшенная вместимость должна использоваться для определения степени наполнения и для маркировки цистерны.

Если элементы рабочего оборудования для обеспечения защиты размещены полностью в пределах формы корпуса, то:

a) они должны быть установлены в защитном кольце, утопленном в корпус таким образом, чтобы они находились на расстоянии не менее 25 мм от верхней кромки этого кольца;

b) кольцо не должно выходить за пределы формы корпуса более чем на 20 мм;

c) наружный диаметр защитного кольца не должен превышать 700 мм;

d) толщина стенки защитного кольца должна быть не менее:

1) 6 мм — для мягкой стали;

2) 4 мм — для аустенитной стали;

3) 5 мм — для аустенитно-ферритной стали;

4) 8 мм — для алюминиевого сплава.

6.14.2.4 Лотки для сбора жидкостей

Примечание — Типовое расположение рабочего оборудования, защищенного лотками для сбора жидкостей, показано на рисунке 3.

В тех случаях, когда лотки для сбора жидкостей используют для защиты рабочего оборудования:

a) расстояние по вертикали от лотка для сбора жидкостей до самого высокого элемента рабочего оборудования должно быть не менее 30 мм;

b) лотки должны полностью охватывать все компоненты рабочего оборудования с минимальным боковым зазором 30 мм между лотком для сбора жидкостей и защищаемым оборудованием;

c) если используются лотки для сбора жидкостей без крышек, то верхняя кромка лотка должна иметь отбортовку со следующими параметрами: не менее 30 мм (по горизонтали) и 20 мм (вертикально вниз);

d) если используются лотки для сбора жидкостей с крышками, то верхняя кромка лотка должна иметь отбортовку со следующими параметрами: не менее 20 мм (по горизонтали) и 20 мм (по вертикали вниз);

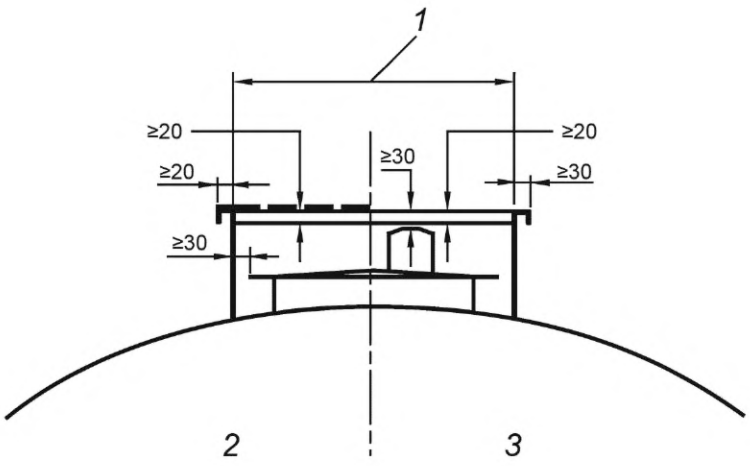
e) наружный диаметр не должен превышать 900 мм или, если лоток прямоугольный, его ширина не должна превышать 900 мм, а длина не должна превышать 1 500 мм;

f) толщина стенки должна быть не менее:

1) для лотков для сбора жидкостей:

i) 4 мм — для мягкой стали;

Размеры в миллиметрах



1 — ширина, диаметр не более 900 мм, длина (если прямоугольный) не более 1 500 мм; *2* — лоток для сбора жидкостей с крышкой; *3* — лоток для сбора жидкостей без крышки

Рисунок 3 — Типовое расположение рабочего оборудования, защищенного лотком для сбора жидкостей

ii) 2,5 мм — для аустенитной стали;
iii) 3 мм — для аустенитно-ферритной стали;
iv) 6 мм — для алюминиевого сплава;
2) для защитных крышек:
i) 1,5 мм — для аустенитной стали;
ii) 2 мм — для другой стали;
iii) 3 мм — для алюминиевого сплава.

6.14.2.5 Дуги безопасности

Примечание — Типовое расположение рабочего оборудования, защищенного дугами безопасности, показано на рисунке 4.

Дуги безопасности должны быть расположены в местах расположения усилительных элементов корпуса, таких как перегородки или волногасящие переборки.

Значения осевого момента сопротивления применяют к стандартной стали Z_0; если для дуг безопасности используется другой материал, то эквивалентный осевой момент сопротивления этого материала Z_1 определяют в соответствии с формулой (4). Если используется мягкая сталь, расчет не требуется.

$$Z_1 = \frac{10\ 000\ \text{Н/мм}^2}{R_{m1}A_1} \cdot Z_0. \quad (4)$$

Если рабочее оборудование защищено дугами безопасности, то:

a) дуги безопасности должны находиться под прямым углом к направлению движения;

b) дуги безопасности должны быть расположены как можно ниже;

c) рабочее оборудование должно находиться на расстоянии не менее 50 мм в пределах контура дуги безопасности;

d) дуги безопасности должны быть размещены перед первым и позади последнего элемента рабочего оборудования;

e) расстояние между отдельными дугами безопасности должно составлять не более 3 000 мм;

f) осевой момент сопротивления сечения каждой дуги безопасности должен быть не менее 5 $см^3$ плюс дополнительный 1 $см^3$ на каждые 1 000 л вместимости корпуса с максимальным значением момента сопротивления 30 $см^3$;

g) дуги безопасности и их крепления должны присоединяться к корпусу в локально укрепленных местах, чтобы снизить риск повреждения корпуса;

h) дуги безопасности должны быть закреплены относительно продольной оси корпуса для обеспечения устойчивости;

Размеры в миллиметрах

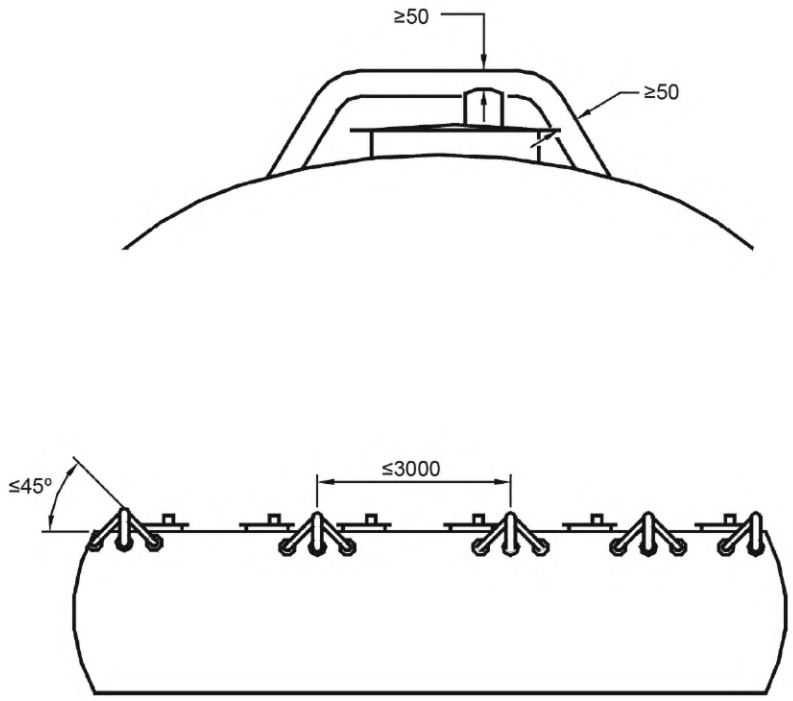


Рисунок 4 — Типовое расположение рабочего оборудования, защищенного дугами безопасности

i) угол присоединения креплений к корпусу должен быть не более 45°;

j) крепления должны быть присоединены как можно выше к дуге безопасности;

k) суммарный осевой момент сопротивления креплений должен быть не менее значения осевого момента сопротивления дуги безопасности;

l) если в качестве креплений используются усилительные пластины, их сопротивление продольному изгибу должно быть не менее, чем у труб, соответствующих h), i), j) и k).

6.14.2.6 Поперечные элементы коробчатого сечения

Примечание — Типовое расположение рабочего оборудования, защищенного поперечными элементами коробчатого сечения, показано на рисунке 5.

Если рабочее оборудование защищено поперечными элементами коробчатого сечения, то:

a) они должны быть изготовлены из материалов в соответствии с разделом 5 в виде изделий из листового проката, приваренных к корпусу непрерывным швом и образующих с ним замкнутые участки;

b) высота поперечных элементов коробчатого сечения должна быть как можно ниже, но в любом случае:

1) для цистерн, предназначенных для перевозки сыпучих веществ, высота от поперечных элементов коробчатого сечения до самого высокого элемента рабочего оборудования должна составлять не менее 25 мм;

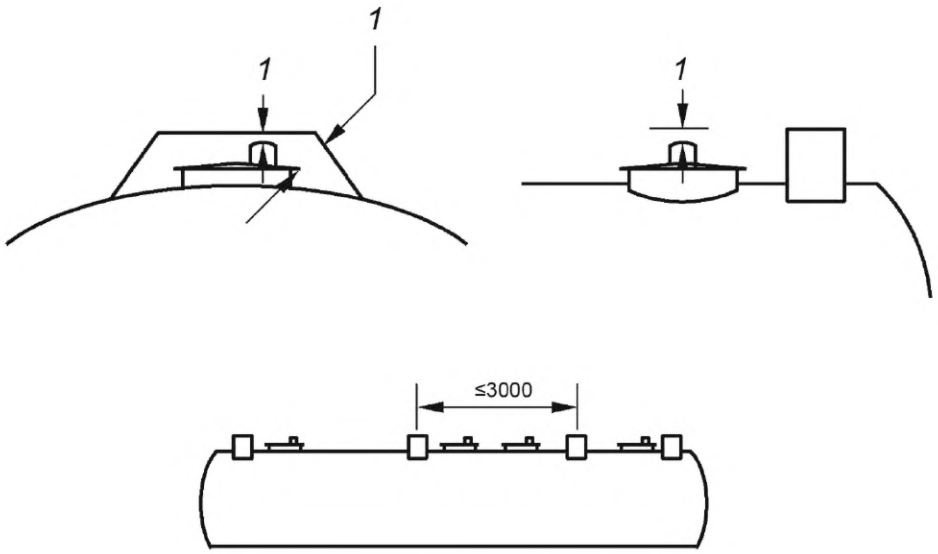
2) для цистерн, предназначенных для перевозки других веществ, высота от поперечных элементов коробчатого сечения до самого высокого элемента рабочего оборудования должна составлять не менее 50 мм.

c) они должны быть размещены перед первым и позади последнего элемента рабочего оборудования;

d) расстояние между поперечными элементами коробчатого сечения должно быть не более 3 000 мм;

e) осевой момент сопротивления каждого поперечного элемента коробчатого сечения должен быть не менее 5 $см^3$ плюс дополнительный 1 $см^3$ на каждые 1 000 л вместимости корпуса с максимальным значением осевого момента сопротивления 30 $см^3$;

Размеры в миллиметрах



1 — не менее 25 для сыпучих веществ, не менее 50 для других веществ

Рисунок 5 — Типовое расположение рабочего оборудования, защищенного поперечными элементами коробчатого сечения

f) если для поперечного элемента коробчатого сечения используют материал, отличный от мягкой стали, то эквивалентный осевой момент сопротивления рассчитывают по формуле, приведенной в 6.14.2.5;

g) если ширина поперечного элемента коробчатого сечения в продольной плоскости цистерны больше его высоты, измеренной в самой высокой точке над корпусом, то никаких дополнительных креплений не требуется; в противном случае применяют положения 6.14.2.5.

7 Изготовление

7.1 Общие положения

7.1.1 Производственные процессы должны быть такими, чтобы требуемая для конкретной конструкции корпуса степень формования не вызывала растрескивания или других признаков повреждения материала корпуса.

7.1.2 Изготовитель корпуса должен обеспечить систему идентификации материала, используемого при изготовлении, чтобы можно было проследить весь материал в корпусе до его происхождения. Система должна:

a) включать соответствующие процедуры, направленные на проверку идентичности материала корпуса и его опорной конструкции, полученных от поставщиков, и основанные на предоставлении сертификатов материалов 3.1 в соответствии с EN 10204 и/или результатов приемочных испытаний;

b) указать, что перед резкой и формованием частей корпуса исходный идентификационный номер материала переносится на любую часть, которая остается без маркировки после завершения процесса.

7.2 Резка и подготовка кромки

7.2.1 Материал должен быть вырезан по размеру и форме путем термической резки, механической обработки, холодной резки или другого подходящего процесса. Поверхности, подвергшиеся термической резке, должны подвергаться механической обработке или шлифовке для удаления заусенцев, шлака и окалины. Пластины толщиной более 10 мм, подвергнутые холодной резке, должны быть зачищены перед сваркой. Края ферритных легированных сталей, которые обрабатывались термической резкой, должны быть зачищены с помощью шлифования или механической обработки на расстоянии не менее 1,5 мм в том случае, если изготовитель не сможет продемонстрировать, что материал не подвергался неблагоприятному воздействию в процессе резки.

7.2.2 Кромки, подлежащие сварке, должны быть проверены после резки и подготовки, а сварка должна выполняться только при отсутствии следующих дефектов:

- разрыва материала (расслоения);
- пятен прокатной окалины;
- трещин от напряжения в результате автогенной резки;
- медных или углеродных отложений;
- расщепленных концов, которые выходят на поверхность;
- следов краски, кроме случаев, когда краска не должна отрицательно влиять на качество сварки;
- следов смазки или других поверхностных загрязнений, которые могут отрицательно повлиять на качество сварки;
- шлаковых включений.

7.3 Формование

7.3.1 Общие положения

7.3.1.1 Материалам должна быть придана требуемая форма любым подходящим способом при условии, что размеры изгибов и радиусы не превышают указанные в стандарте на материалы. После формования толщина должна быть не менее минимальных значений, указанных в 6.9.1. Пластины должны быть сформованы по заданному контуру до их краев, если они не должны подвергаться чистовой обработке после формования.

7.3.1.2 Если пластины должны быть сварены встык перед формованием, то после формования соединение должно подвергаться неразрушающему контролю в соответствии с 7.4.4, если радиус сформированного сечения меньше 20-кратной толщины материала для стали и в 40 раз толще материала для алюминия.

Если листы разной толщины сваривают друг с другом перед формованием, это значение следует принимать за толщину более толстого листа.

7.3.1.3 В случае необходимости шов должен быть отшлифован перед формованием, чтобы избежать серьезных напряжений в сварном шве.

7.3.2 Метод горячего формования

7.3.2.1 При использовании метода горячего формования прочность материала после формования должна быть не менее минимальных значений, установленных в технических требованиях на материалы для свойств, указанных в 5.2.

7.3.2.2 Крупную окалину, остающуюся после любого процесса горячего формования, удаляют путем сбива окалины, который не снижает механические свойства и коррозионностойкость ниже требований в исходной конструкции.

7.3.2.3 Аустенитные стальные пластины, которые должны быть нагреты или подвергнуты термической обработке, должны равномерно нагреваться в нейтральной или окислительной атмосфере без воздействия пламени до температуры, не превышающей температуру термической обработки, рекомендованную изготовителем материала. Формование недопустимо проводить при температуре материала ниже 900 °С; следует избегать медленного охлаждения между температурами 750 °С и 600 °С.

7.4 Сварка

7.4.1 Квалификация сварки

7.4.1.1 Систему обеспечения качества сварки используют и поддерживают в соответствии с EN ISO 3834-1 и EN ISO 3834-2.

7.4.1.2 Технологические процессы сварки должны быть квалифицированы согласно соответствующим положениям EN ISO 15607, EN ISO 15609-1, EN ISO 15609-2, EN ISO 15613 или соответствующим частям и положениям стандартов серии EN ISO 15614, в зависимости от того, что из перечисленного является применимым.

7.4.1.3 Изготовление сварных корпусов должно проводиться лицами, имеющими квалификацию согласно EN ISO 9606-1, EN ISO 9606-2 или EN ISO 14732, в зависимости от того, что применимо.

7.4.2 Сварные соединения

7.4.2.1 Детали сварного шва должны быть выбраны с учетом:

- способа изготовления;
- условий эксплуатации;
- способности проводить необходимые неразрушающие испытания.

7.4.2.2 Примеры подходящих элементов сварного шва приведены в приложении D, но могут использоваться и другие элементы сварного шва, при условии, что они признаны подходящими при испытаниях в соответствии с EN ISO 15614-1, EN ISO 15614-2 или EN ISO 15613 (в случае применения).

7.4.2.3 Если любая часть корпуса выполнена из двух или более кольцевых элементов, то:

- продольные сварные швы смежных участков должны отстоять друг от друга не менее чем на 50 мм; или
- перекрестное сварное соединение должно быть заменено круглой пластиной из того же материала диаметром не менее 150 мм, если только применяемая процедура поперечной сварки не включена в квалифицированный технологический процесс сварки корпуса.

7.4.3 Технологические (временные) крепления

7.4.3.1 Технологические (временные) крепления, приваренные непосредственно к корпусу, должны быть сведены к минимуму. Материалы, используемые для временного крепления, должны быть совместимы с материалом корпуса, т. е. могут быть приварены без образования дефектов.

7.4.3.2 Технологические (временные) крепления должны быть сняты с корпуса перед проведением гидравлического испытания. Необходимо использовать метод снятия, позволяющий избежать нарушения целостности корпуса. Любое устранение дефектов с помощью сварки поврежденных участков должно выполняться согласно соответствующей части EN ISO 15607.

7.4.3.3 Крепления из разнородного металла могут быть приварены к промежуточным элементам, таким как прокладки, которые постоянно соединяются с корпусом. Для разнородных металлических соединений должны использоваться совместимые при сварке материалы.

7.4.4 Проверка и испытание сварных швов

7.4.4.1 Все сварные швы должны быть осмотрены по всей их длине в соответствии с EN ISO 17637 и должны соответствовать следующим критериям:

- EN ISO 5817, уровень качества C — для стали;
- EN ISO 10042, уровень качества C — для алюминия.

7.4.4.2 Часть сварных швов должна быть подвергнута неразрушающему контролю, установленному в EN 12972, с коэффициентом прочности сварного соединения 0,8. Исследование проводят в соответствии с EN ISO 17635 методом радиографического контроля в соответствии с EN ISO 17636-1 либо методом ультразвукового контроля в соответствии с EN ISO 17640.

Ультразвуковые испытания не используют для цистерн из нержавеющей стали или в качестве единственного средства контроля для цистерн, имеющих толщину стенки корпуса менее 6 мм.

Все сварные швы должны соответствовать следующим критериям:

- EN ISO 5817, уровень качества C — для стали;
- EN ISO 10042, уровень качества C — для алюминия.

Корреляцию между определенными выше уровнями качества и критериями приемлемости различных методов неразрушающего контроля выполняют в соответствии с EN ISO 17635.

7.4.4.3 Неразрушающий контроль должен проводиться компетентными лицами, квалифицированными в соответствии с EN ISO 9712. Методы должны быть одобрены лицом, квалифицированным как минимум до уровня 3; должны быть проведены экзамены, а отчеты должны быть подписаны лицом, квалифицированным как минимум до уровня 2.

7.5 Допуски на изготовление (производственные допуски)

7.5.1 Выравнивание пластин

7.5.1.1 Смещение кромок поверхностей соседних пластин продольных и круговых сварных швов должно составлять не более 25 % толщины более тонкой пластины и не должно превышать 1 мм, за исключением случаев, когда предусмотрено коническое сопряжение.

7.5.1.2 Если между поверхностями предусмотрено коническое сопряжение, то оно должно иметь уклон не более чем 1 : 3. Если материал снимают с пластины для обеспечения конусности, толщина каждой пластины должна быть не менее толщины, требующейся проектом конструкции.

Примечание — Конус может включать в себя ширину сварного шва, при этом нижняя поверхность при необходимости может быть дополнена металлом сварного шва.

7.5.1.3 Расстояние между любой поверхностью более толстой пластины и осевой линией более тонкой пластины конических швов должно быть:

- для продольных швов — не менее 35 % толщины более тонкой пластины;
- для кольцевых швов — не менее 25 % толщины более тонкой пластины.

7.5.2 Дефекты формы

Выпуклости и вмятины должны иметь гладкую поверхность, а их глубина, измеренная как отклонение от нормальной кривизны или от цилиндричности корпуса, должна быть не более 2 % от их длины или ширины.

7.5.3 Толщина

Толщина стенок корпуса после изготовления должна быть не менее минимальной толщины, указанной в 6.9; любые изменения должны быть постепенными.

7.5.4 Днища цистерны

Днища цистерны должны соответствовать следующим требованиям:

- общая глубина днища, исключая любой фланец, должна быть не менее установленной в конструкторской документации;
- любой радиус отбортовки должен быть не менее установленного в конструкторской документации;
- любой радиус сферы днища должен быть не более установленного в конструкторской документации.

7.6 Устранение дефектов

7.6.1 Общие требования

7.6.1.1 Дефекты устраняют путем механической или термической обработки или их комбинацией.

7.6.1.2 Дефекты поверхности исходного материала (например, прожоги сварочной дугой, следы от инструмента, следы резки и т. д.) устраняют шлифованием. Опорная поверхность должна иметь плавный переход с окружающими участками.

7.6.1.3 Любое устранение дефектов проводят в соответствии с 7.1—7.5.

7.6.1.4 Толщина материала после устранения дефектов должна находиться в пределах допусков, установленных в конструкторской документации, и ни при каких обстоятельствах не должна быть ниже минимальной толщины, определенной в 6.9.1.

7.6.1.5 После завершения устранения дефектов участок, на котором проводилось устранение дефектов, должен быть исследован с помощью соответствующей процедуры в зависимости от метода устранения дефектов (механического или термического) и, в случае сварки, до степени не меньше, указанной в 7.4.

7.6.2 Устранение дефектов сварного шва

7.6.2.1 Степень устранения дефектов определяется местоположением, размером и типом дефекта. Она состоит либо только из устранения дефекта и окружающего его участка, либо из полного удаления сварного шва, содержащего дефект.

7.6.2.2 Участок, на котором дефект был устранен с помощью шлифования или другого процесса, включающего удаление материала и не включающего сварку, должен быть подвергнут чистовой обработке, обеспечивающей плавный переход с окружающими его участками.

7.6.2.3 Дуговую резку проводят с использованием электродов, которые могут минимизировать загрязнение остающихся после резки поверхностей. Если на корпусах из нержавеющей стали используют угольные электроды или электроды из углеродистой стали, поверхность материала на участке, подверженном дуговой резке, должна быть отшлифована на глубину не менее 0,3 мм до проведения дальнейших работ по устранению дефектов.

7.6.2.4. Площадь устраненного дефекта должна быть исследована в соответствии с 7.4.4.

Приложение А
(обязательное)

Методы проверки конструкции

А.1 Общие положения

Для проверки конструкции цистерны и ее крепления к транспортному средству используют один из методов или комбинацию методов, указанных в разделах А.2—А.5.

А.2 Динамические испытания

А.2.1 Методы проверки нагрузок, указанных в 6.4.2

А.2.1.1 Общие положения

Измерения ускорения и связанных с ним деформаций выполняют с помощью следующих испытаний:

a) торможение (см. А.2.1.2);

b) движение по неровной дороге (см. А.2.1.3);

c) медленное движение по кругу с минимальным диаметром 15 м (применяют к транспортным средствам, общая длина которых не превышает 18,65 м; для других комбинаций транспортных средств могут применяться другие диаметры поворота) (см. А.2.1.4).

Испытания, установленные в А.2.1.2—А.2.1.4, проводят с цистерной, заполненной водой не менее чем на 97 % ее вместимости. Если это вызывает перегрузку транспортного средства для испытаний, процедура испытаний должна учитывать это и должна быть согласована с компетентным органом; например, для цистерн с отсеками некоторые отсеки могут быть оставлены незаполненными, и испытание повторяют с заполненными отсеками. Однако во всех случаях каждый отсек заполняют испытуемой жидкостью до его номинальной вместимости, а не просто загружают по весу.

Линейную экстраполяцию измеренных деформаций выполняют, учитывая:

- разницу между измеренными ускорениями и расчетными ускорениями, указанными в А.2.1.2—А.2.1.4;
- разницу между массой испытываемой жидкости (водой) и максимальной массой вещества, указанной на табличке цистерны.

А.2.1.2 Испытание a) — торможение

Торможение проводят на ровной и сухой дороге с замедлением 0,6*g*. Измеренные значения линейно экстраполируют до требуемых 2*g*.

А.2.1.3 Испытание b) — движение по неровной дороге

Для обеспечения продолжительности эксплуатации нет необходимости ездить по испытательному треку со специальным неровным покрытием, который используется в автомобилестроении. Достаточно использовать плоский трек с препятствиями (например, деревянными брусками высотой 45 мм, имеющими уклон в направлении движения, расположенными на расстоянии, соответствующем расстоянию между первой и последней осью автоцистерны).

Препятствия должны быть расположены поочередно на правой и левой сторонах. Скорость автоцистерны и высота препятствий должны быть такими, чтобы полученные значения допускали экстраполяцию до 2*g*.

А.2.1.4 Испытание c) — медленное движение по кругу с минимальным диаметром 15 м

Скорость должна быть такой, чтобы предел опрокидывающего момента автоцистерны не был достигнут. При необходимости должно быть обеспечено вспомогательное устройство. При достижении поперечного ускорения 0,4*g* проводят линейную экстраполяцию.

А.2.2 Программа испытаний

Для каждого отдельного случая содержание и детали программы испытаний должны быть согласованы с компетентным органом.

Тензометрические датчики должны быть прикреплены к участкам цистерны и к ее креплениям, которые подвергаются наиболее сильному напряжению (в частности, к участкам на нижней стороне автоцистерны, сконструированным как опорные, где согласно опыту возникают пики напряжения). Тензодатчики должны быть калиброваны при нулевой нагрузке (пустая цистерна).

Значения ускорения по координатам x, y и z измеряют с помощью акселерометров, установленных на следующих опорных конструкциях цистерны:

a) для автоцистерн, закрепленных неподвижно, — на передней и задней опорах цистерны;

b) для полуприцепов — над поворотным шкворнем и задней тележкой;

c) для прицепов с дышлом — над передней и задней тележками;

d) для цистерн (без продольного каркаса внизу) — спереди.

Максимальное давление, возникающее в результате выброса содержимого цистерны в направлении движения, определяется датчиком, расположенным на переднем днище отсека цистерны с наибольшим объемом и на расстоянии одной трети глубины от дна цистерны.

А.3 Анализ напряжений методом конечных элементов

А.3.1 Выбор программного обеспечения

Компьютерное программное обеспечение, используемое для анализа напряжений методом конечных элементов, должно:

а) уметь анализировать тонкостенные корпуса;

б) уметь рассчитывать напряжения при изгибе в зависимости от толщины материала;

в) уметь рассчитывать прогибы корпуса;

d) автоматически генерировать предупреждения, если форма элемента, соотношение сторон или другие параметры превышают пределы, установленные поставщиком программного обеспечения;

e) быть способно отображать модель таким образом, чтобы непреднамеренные разъединения между элементами были четко видны;

f) быть способно отображать дублированные элементы;

g) иметь систему моделирования, способную отображать гидростатическое давление;

h) обладать способностью автоматически определять максимальное напряжение мембраны и определять последующие точки максимального напряжения.

А.3.2 Подтверждение

Изготовитель цистерны должен представить компетентному органу доказательства того, что он имеет право использовать программное обеспечение и что программное обеспечение поддерживается в соответствии с последними стандартами.

Изготовитель должен предоставить компетентному органу соответствующие примеры проверки тонкостенных корпусов, если таковые имеются.

Примечание — В случае их отсутствия ожидается, что компетентный орган должен подтвердить анализ путем измерения:

- напряжения в корпусе (с помощью тензодатчиков) при испытании под давлением; и/или
- прогиба при гидравлическом испытании под давлением.

Изготовитель должен предоставить компетентному органу доступ к модели и программному обеспечению так, чтобы компетентный орган мог провести аудит модели по следующим параметрам:

a) геометрия элементов;

b) толщина элементов;

c) напряжение в элементах;

d) внешние нагрузки, приложенные к узлам;

e) любые узловые ограничения на краю модели или где-либо еще.

А.3.3 Утверждение типа

Изготовитель должен продемонстрировать компетентному органу, что все следующие критерии были выполнены:

a) модель достаточно детализирована, особенно в области опор;

b) модель является типовой для всей конструкции цистерны, поскольку она может влиять на напряжения в корпусе;

в) ограничения программного обеспечения не были превышены;

d) каждый из следующих вариантов нагрузки был правильно применен и результирующие напряжения в корпусе не превышают максимальные напряжения, указанные в 6.8:

1) испытательное давление по 6.5.1;

2) испытательное давление в отсеке по 6.5.2;

3) эксплуатационные требования, указанные в 6.4.2;

e) ни в одном из вышеперечисленных случаев не возникают напряжения в других частях конструкции, которые могут привести к пластической деформации, которая сделает анализ недействительным.

А.3.4 Регистрация данных

Изготовитель должен предоставить компетентному органу распознанный носитель с полной информацией:

a) об образце и всех вариантах нагрузки;

b) о рассчитанных напряжениях и отклонениях для всех нагрузок.

А.4 Типовой образец конструкции

Новые проекты могут быть одобрены, если изготовитель подготовит удовлетворительный комплект документов на существующий типовой образец конструкции. Как минимум этот комплект документов должен включать следующее:

- пять последовательных серийных номеров изготовленных идентичных типовых цистерн;
- даты испытания под давлением для первой и последней цистерн в контрольной партии;
- документы проверки компетентным органом всех пяти цистерн, свидетельствующие о том, что все они были без повреждений корпуса, перегородок, волногасящих переборок и опор не менее 6 лет (5 лет в случае контейнеров-цистерн) после даты первоначального испытания под давлением для любой из представленных типовых цистерн;

- письменное заявление от владельцев цистерн в компетентный орган, в котором указывается, что корпус, перегородки, волногасящие переборки и опоры не подвергались ремонту в течение квалификационного периода. Если какие-либо цистерны из контрольной партии подвергались аварийному ремонту корпуса или опор, то размер контрольной партии должен быть увеличен до семи последовательно серийно изготовленных цистерн. Увеличенная контрольная партия не должна включать более одной цистерны, которая подвергалась такому повреждению и ремонту;

- заключение от компетентного органа о том, что рассматриваемая конструкция охватывается типовым вариантом конструкции в порядке, установленном в EN 12972:2007 (пункт 4.1.1);

- заключение от компетентного органа относительно того, требуют ли какие-либо конструктивные особенности корпуса, перегородок, волногасящих переборок и опор в конструкции объекта дальнейшего анализа или испытаний;

- копии чертежей изготовителя типового образца и рассматриваемой конструкции.

Если существующий корпус и его конструктивные элементы оказались способными противостоять воздействию сил во время эксплуатации после соответствующего периода времени, считается, что он соответствует требованиям 6.4.2.

Примечание — Компетентный орган может разрешить изготовителю использовать данный тип конструкции при конструировании новых цистерн при условии, что изменения в конструкции находятся в пределах EN 12972:2007 (пункт 4.1.1).

A.5 Метод расчета — рабочая таблица

A.5.1 Введение

A.5.1.1 Общие положения

Настоящий метод применяют для проверки конструкции цистерн с:

- круглым или эллиптическим сечением; и

- другими сечениями с давлением открытия дыхательного устройства P_{ts}, не превышающим 0,14 бар (14 кПа).

Один из методов, приведенных в А.1—А.4, используют для расчета напряжений в областях, не охватываемых настоящим методом (например, опоры цистерн или крепления).

A.5.1.2 Методология метода расчета

A.5.1.2.1 Общие положения

Проверку конструкции проводят в соответствии с A.5.1.2.1—A.5.1.2.3.

Результаты определяют принятую минимальную толщину стенки для различных частей корпуса (см. A.5.1.4).

A.5.1.2.2 Минимальная толщина стенок, днищ и крышек

На базе основных характеристик корпуса (см. A.5.1.3) минимальную толщину стенки компонентов корпуса определяют в соответствии с A.5.4. Результаты заносят в таблицу A.9 (см. A.5.1.5).

Минимальную толщину стенки корпуса в соответствии с 6.9.1 и 6.9.2 для корпусов, защищенных от повреждений, указывают в таблице A.10 (см. A.5.1.5).

A.5.1.2.3 Проверка напряжений в условиях испытаний

Проверку напряжений в условиях испытаний проводят в соответствии с 6.5 (см. A.5.1.6 и A.5.5) относительно значений, установленных в 6.8, т. е.:

$$\sigma = \min\{0{,}75R_e;\ 0{,}5R_m\} \text{ (см. таблицу A.7)}$$

A.5.1.2.4 Проверка напряжений в условиях эксплуатации

Проверку напряжений в условиях эксплуатации (см. A.5.1.7 и A.5.6) проводят относительно значений максимальных обязательных напряжений, т. е.:

$$\sigma = \min\{0{,}75R_{et};\ 0{,}5R_{mt}\} \text{ (см. таблицу A.5)}$$

Расчетные давления равны давлениям, определенным в перечислениях a), b) и c) следующим образом:

a) продольная стенка: давление P_{ts}, увеличенное на статическое давление, эквивалентное удвоенной высоте наиболее плотного вещества, которое должно перевозиться для исследуемого участка корпуса;

b) днища:

1) для переднего днища несъемной цистерны и днищ контейнеров-цистерн/съемных цистерн: давление P_{ts}, увеличенное на статическое давление под воздействием высоты наиболее плотного вещества, которое должно перевозиться цистерной с рассматриваемым днищем, и динамическое давление, обусловленное ускорением $2g$ вещества, которое должно перевозиться цистерной с таким передним днищем;

2) для заднего днища съемной цистерны: давление P_{ts}, увеличенное на статическое давление под воздействием удвоенной высоты самого плотного вещества, которое должно перевозиться цистерной с рассматриваемым задним днищем;

c) перегородки: давление P_{ts}, увеличенное на статическое давление под воздействием высоты наиболее плотного вещества, которое должно перевозиться рассматриваемым участком корпуса.

A.5.1.3 Основные характеристики корпуса

Основные характеристики корпуса регистрируют в таблицах А.1—А.7 следующим образом:

a) основные размеры корпуса (таблица А.1);

b) давления, вызванные транспортируемым продуктом (таблица А.2);

c) расчетное давление в условиях эксплуатации (таблица А.3);

d) рабочая температура (таблица А.4);

e) механические свойства материалов, составляющих корпус и крепления (таблица А.5);

f) $R_m \times A$, выбранные значения для расчета эквивалентной толщины стенки (таблица А.6);

g) максимально допустимые напряжения в условиях испытаний и эксплуатации (таблица А.7).

A.5.1.4 Минимальная принятая толщина стенки

Минимальную толщину, принятую для компонентов корпуса цистерны, регистрируют в таблице А.8.

A.5.1.5 Обязательные минимальные толщины

Обязательную минимальную толщину компонентов корпуса цистерны регистрируют в таблицах А.9 и А.10 следующим образом:

a) рассчитанная (таблица А.9);

b) требуемая (таблица А.10).

A.5.1.6 Проверка напряжений при испытательном давлении

Результаты проверки напряжений при испытательном давлении регистрируют в таблицах А.11—А.16 следующим образом:

a) на стенках корпуса (таблицы А.11 и А.12);

b) на днищах (таблицы А.14 и А.16, для которых механические и геометрические характеристики указаны в таблицах А.13 и А.15).

A.5.1.7 Проверка напряжений в условиях эксплуатации

Результаты проверки напряжений в условиях эксплуатации регистрируют в таблицах А.17—А.22 следующим образом:

a) круговые напряжения на стенках корпуса (таблицы А.17 и А.18);

b) транспортные динамические напряжения на стенках корпуса (А.5.6.2);

c) напряжения на днищах (таблицы А.20 и А.22, для которых механические и геометрические характеристики указаны в таблицах А.19 и А.21);

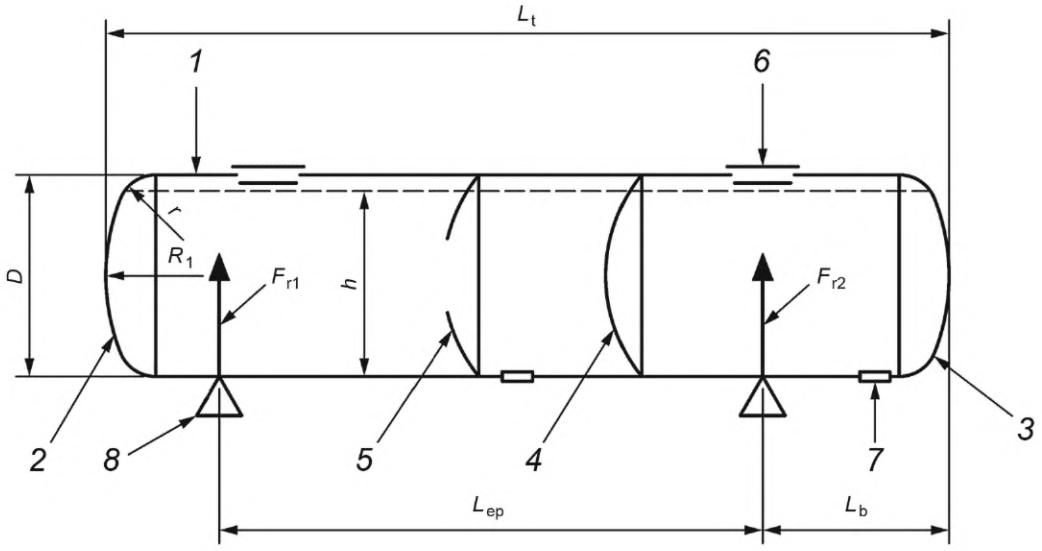
d) напряжения на перегородках (таблицы А.24 и А.26, для которых механические и геометрические характеристики указаны в таблицах А.23 и А.25).

А.5.2 Обозначения и единицы измерения

A.5.2.1 Основные параметры и характеристики цистерны

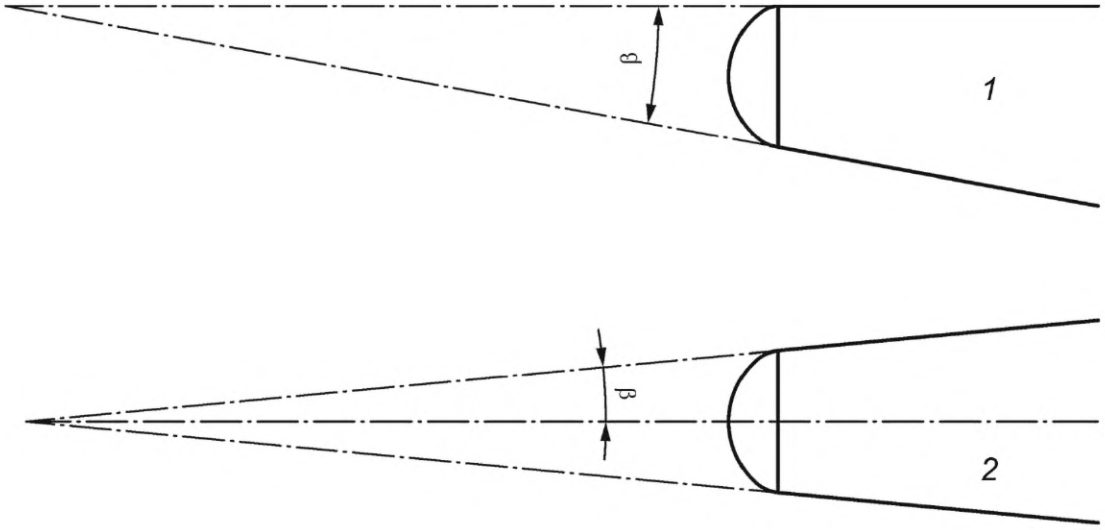
На рисунках А.1 и А.2 приведены следующие параметры корпуса цистерны.

- корпус цистерны: форма _____(заполняется изготовителем);
- сечение: _____(заполняется изготовителем).



1 — стенка корпуса; *2* — переднее днище; *3* — заднее днище; *4* — перегородка; *5* — волногасящая переборка; *6* — верхнее отверстие; *7* — нижнее отверстие; *8* — опоры

Рисунок А.1 — Основные характеристики цистерны



1 — клиновидный участок; *2* — конусообразный участок

Рисунок А.2 — Клиновидный и конусообразный участки корпуса

Таблица А.1 — Основные параметры

№	Параметры	Обозначение	Единица измерения	Значение
1	Общая длина цистерны	L_t	мм	
2	Максимальный вес (наполненная цистерна)	M	Н	
3	Полезная нагрузка (максимальный вес, собственный вес цистерны)	Q	Н	
4	Положение задней опоры	L_b	мм	
5	Расстояние между опорами	L_{ep}	мм	
6	Реакция передней опоры	F_{r1}	Н	
7	Реакция задней опоры	F_{r2}	Н	
8	Максимальная плотность перевозимого продукта	d	кг/м^3	
9	Максимальная высота наполнения	h	мм	[a]
10	Максимальный внутренний диаметр или эквивалентный диаметр для некруглых сечений	D	мм	[a]
11	Внутренний радиус отбортовки днища	r	мм	[a]
12	Внутренний радиус сферы днища	R_1	мм	[a]
13	Действительный предел текучести при расчетной температуре	R_{et}	Н/мм^2	
14	Предел прочности на разрыв при расчетной температуре	R_{mt}	Н/мм^2	
15	Вес продукта, перевозимого в отсеке	M_p	Н	
16	Модуль упругости при растяжении (модуль Юнга)	E	Н/мм^2	
17	Расстояние от задней части цистерны до точки максимального изгибающего момента	X	мм	
18	Половинный угол конической огибающей	β	°	

[a] Эти значения будут указаны в последующих таблицах.

А.5.2.2 Параметры расчета

А.5.2.2.1 Давления

Таблица А.2 — Показатели давления

№	Параметр	Обозначение	Единица измерения	Значение
1	Давление пара при расчетной температуре (избыточное давление)	P_{vd}	МПа	
2	Давление срабатывания дыхательного устройства	P_{ts}	МПа	
3	Статическое давление (избыточное давление)	P_{ta}	МПа	a)
4	Динамическое давление	P_{dyn}	МПа	a)
5	Испытательное давление цистерны (избыточное давление) по 6.5.1	P_e	МПа	
6	Испытательное давление в каждом отсеке по 6.5.1	P_{ec}	МПа	
7	Расчет давления по 6.5	P_c	МПа	
a) Значения, рассчитанные в таблице А.3.				

А.5.2.2.2 Расчет давления P_c в условиях эксплуатации

Таблица А.3 — Расчет давления в условиях эксплуатации

		Единицы измерения	Стенка корпуса				Переднее днище	Заднее днище	Перегородка			
			1	2	3	4			1	2	3	4
	Внутренняя площадь поперечного сечения S_t	мм^2										
	Диаметр D	мм[a)]										
	Максимальный вес вещества в отсеке M_P	Н					e)					
	Максимальная плотность d	кг/м^3										
	Максимальная высота h	мм										
1	P_{ta} 1 [b)]	МПа										
2	2 × P_{ta} 1	МПа										
3	2 × $P_{ta\ вода}$	МПа										
4	P_{ts}	МПа										
5	P_{ts} + P_{ta} 1	МПа										
6	P_{ts} + 2 P_{ta} 1	МПа										
7	P_{ts} + P_{ta} 1 + 2 P_{dyn} [c)]	МПа					e)					
8	P_c [d)]	МПа										

Примечание 1 — Количество столбцов в таблице может меняться в зависимости от общей конструкции цистерны.

Примечание 2 — Затененные участки не применяются.

a) Для некруглого поперечного сечения применяют $D = 2\sqrt{\frac{S_t}{\pi}}$.

b) $P_{ta^1} = \frac{g \cdot d \cdot h}{10^9}$.

c) $P_{dyn} = \frac{M_p}{S_t}$.

d) Для каждого рассматриваемого элемента P_c является наибольшим значением давления от 1 до 7.

e) Не заполняется для цистерн с определенным направлением движения.

А.5.2.2.3 Температура

Таблица А.4 — Температура

Расчетная (рабочая) температура (если она выше плюс 50 °С или ниже минус 20 °С)	°С
Температура *t*	

А.5.2.2.4 Материалы цистерны и креплений

Таблица А.5 — Материалы

	Единица измерения	Стенка корпуса	Переднее днище	Заднее днище	Перегородка
Тип материала					
Класс					
Стандарты или технические требования					
R_m	Н/мм^2				
R_{mt} при расчетной температуре	Н/мм^2				
R_e [a)]	Н/мм^2				
R_{et} при расчетной температуре [a)]	Н/мм^2				
E	Н/мм^2				
E_t при расчетной температуре					
[a)] При 0,2 % или для аустенитных сталей при 1 %.					

Таблица А.6 — Значения, выбранные для расчета эквивалентной толщины

	Единица измерения	Стенка корпуса	Переднее днище	Заднее днище	Перегородка
R_{m1} (см. 3.2)	Н/мм^2				
A_1 (см. 3.2)	%				
$R_m \times A$					

А.5.2.2.5 Максимально допустимые напряжения

Таблица А.7 — Максимальные напряжения

	Единица измерения	Стенка корпуса	Переднее днище	Заднее днище	Перегородка
$0{,}5R_m$ [a)]	Н/мм^2				
$0{,}75R_e$ [a)]	Н/мм^2				
$0{,}5R_{mt}$ [b)]	Н/мм^2				
$0{,}75R_{mt}$ [b)]	Н/мм^2				
$R_e/1{,}5$ [c)]	Н/мм^2				
$R_{et}/1{,}5$ [c)]	Н/мм^2				
Выбранное значение σ в условиях испытаний [d)]	Н/мм^2				
Выбранное значение σ в условиях эксплуатации только для встроенной цистерны (автоцистерны) и съемной цистерны [e)]	Н/мм^2				
Выбранное значение σ в условиях эксплуатации только для контейнеров-цистерн, съемных цистерн [f)]	Н/мм^2				

Окончание таблицы А.7

	Единица измерения	Стенка корпуса	Переднее днище	Заднее днище	Перегородка
E при температуре окружающей среды	Н/мм^2				
E_t в условиях эксплуатации	Н/мм^2				
Примечание — σ является минимально допустимым напряжением.					
[a] Для всех цистерн. [b] Только для встроенной цистерны (автоцистерны) и съемной цистерны. [c] Только для контейнеров-цистерн, кузовов-цистерн. [d] Наименьшее значение [a]. [e] Наименьшее значение [a] и [b]. [f] Наименьшее значение [a], [b] и [c].					

А.5.3 Минимальная принятая толщина

Таблица А.8 — Минимальная толщина

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Значение
Стенка корпуса 1	e_{v1}	мм	
Стенка корпуса 2	e_{v2}	мм	
Стенка корпуса 3	e_{v3}	мм	
Стенка корпуса 4	e_{v4}	мм	
Переднее днище	$e_{f\,av}$	мм	
Заднее днище	$e_{f\,ar}$	мм	
Перегородка 1	e_{f1}	мм	
Перегородка 2	e_{f2}	мм	
Перегородка 3	e_{f3}	мм	
Перегородка 4	e_{f4}	мм	
Примечание — Количество строк в таблице может меняться в зависимости от формы цистерны.			

А.5.4 Обязательная толщина

А.5.4.1 Расчетная толщина

Минимальная обязательная расчетная толщина больше:

$$e = \frac{P_c \cdot D}{2\sigma} \text{ или } \frac{P_e \cdot D}{2\sigma \cdot \lambda}. \qquad (A.1)$$

Таблица А.9 — Расчетная толщина

		D, мм	σ [a], Н/мм^2	λ [b]	P_c [c], МПа	P_e, МПа	e, мм
Стенка корпуса	1						
Переднее днище	2						
Заднее днище	3						
Примечание — Количество строк в таблице может меняться в зависимости от формы цистерны.							
[a] σ в условиях испытаний — см. таблицу А.7. [b] Коэффициент прочности сварного соединения λ = 1, если расчетное давление превышает испытательное давление. [c] См. таблицу А.2.							

А.5.4.2 Требуемая или эквивалентная толщина

Таблица А.10 — Требуемая или эквивалентная толщина

			e_0 [a], [e]	e_1 [b], [e]
	Стенка корпуса	1		
		2		
		3		
		4		
	Переднее днище			
	Заднее днище			
	Перегородки			
Общая толщина, включая дополнительную защиту [c], [d]	Стенка корпуса	1		
		2		
		3		
		4		
	Переднее днище			
	Заднее днище			

Примечание — Количество строк в таблице может меняться в зависимости от формы цистерны.

[a] e_0 = минимальная толщина стандартной стали в миллиметрах.

[b] e_1 = эквивалентная толщина = $\frac{464 e_0}{\sqrt[3]{(R_{m1} \cdot A_1)^2}}$ (см. таблицу А.6).

[c] Если применяется.

[d] Цистерна с поперечным сечением, отличающимся от круглого или эллиптического.

[e] Толщина, заданная требованиями, относящимися к перевозимому веществу.

А.5.5 Проверка напряжений при испытательном давлении

А.5.5.1 Стенки корпуса

А.5.5.1.1 Стенки корпуса с круглым или некруглым поперечным сечением (стенка корпуса № _____)

$$\sigma = \frac{P_e \cdot D}{2e_v \cdot \lambda}, \quad (А.2)$$

где P_e = _____ МПа (см. таблицу А.2);

D = _____ мм (см. таблицу А.1);

e_v = _____ мм (см. таблицу А.8);

λ = _____.

Таблица А.11 — Напряжение при испытательном давлении

Обозначение		Рассчитанное σ [a], Н/мм^2	Максимально допустимое в условиях испытаний σ [b], Н/мм^2
Стенка корпуса	1		
	2		
	3		
	4		

Примечание — Количество строк в таблице может меняться в зависимости от формы цистерны.

[a] σ — рассчитанное ≤ максимально допустимого σ.

[b] См. таблицу А.7.

A.5.5.1.2 Стенки корпуса с круглым или некруглым коническим сечением (стенка корпуса № _____)

$$\sigma = \frac{P_e \cdot D}{2\cos\beta \cdot e_v \cdot \lambda}, \quad (A.3)$$

где P_e = _____ МПа (см. таблицу A.2);
D = _____ мм;
β = _____ половина угла на вершине конической огибающей (β макс = 30°);
cos β =_____;
e_v = _____ мм (см. таблицу A.8);
λ = _____.

Таблица A.12 — Напряжение при испытательном давлении

Обозначение		Рассчитанное σ [a], Н/мм^2	Максимально допустимое в условиях испытаний σ [b], Н/мм^2
Стенка корпуса	1		
	2		
	3		
	4		

Примечание — Количество строк в таблице может меняться в зависимости от формы цистерны.
[a] σ рассчитанное ≤ максимально допустимого σ.
[b] См. A.5.2.2.5.

A.5.5.2 Формованные днища, имеющие круглое или некруглое поперечное сечение
A.5.5.2.1 Давление на вогнутую поверхность

$$\sigma = \frac{P_e \cdot R_1 \cdot C}{2\lambda \cdot e_f}, \quad (A.4)$$

со значениями, определенными в таблице A.13.

Таблица A.13 — Данные, которые будут использоваться при расчете

	Единицы измерения	Переднее днище	Заднее днище
P_e (см. таблицу A.2)	МПа		
R_1 [a]	мм		
r	мм		
C [b] $= \frac{1}{4}\left[3 + \sqrt{\frac{R_1}{r}}\right]$			
λ [c]			
$e_{f\,av}$ и $e_{f\,ar}$ утвержденные (см. таблицу A.8)	мм		

[a] Наибольший радиус кривизны горизонтальной или вертикальной плоскости.
[b] C = 1 — в случае полусферических днищ.
C = 0,93 — в случае эллиптических днищ с соотношением осей равным 1,9 : 1.
[c] Изготовленные из сварных элементов: в случае, когда днища, изготовленные из сварных элементов, смонтированы в соответствии с положениями A.5.8, нет необходимости учитывать коэффициент прочности сварного соединения.

Таблица A.14 — Напряжение при испытательном давлении

Обозначение	Рассчитанное σ [a], Н/мм^2	Максимально допустимое в условиях испытаний σ, Н/мм^2
Переднее днище Заднее днище		

[a] σ — рассчитанное ≤ максимально допустимого σ.

А.5.5.2.2 Давление на выпуклую поверхность

$$E_c = \frac{100R_1^2 \cdot 2,2P_e}{36,6e_f^2}. \quad (A.5)$$

Таблица А.15 — Данные, которые будут использоваться при расчете

	Единицы измерения	Переднее днище	Заднее днище
P_e (см. таблицу А.2)	МПа		
R_1 (см. таблицу А.1)	мм		
e_f утвержденное (см. таблицу А.8)	мм		

Таблица А.16 — Модуль упругости в условиях испытаний

	E рассчитанное [a]: E_c, Н/мм^2	E max при температуре окружающей среды, Н/мм^2
Переднее днище		
Заднее днище		
[a] E рассчитанное ≤ E max.		

А.5.6 Проверка напряжений в условиях эксплуатации

А.5.6.1 Круговые напряжения на стенках корпуса

А.5.6.1.1 Круглое или некруглое сечение цилиндрического корпуса (стенка корпуса № _____)

$$\sigma = \frac{P_c \cdot D}{2e_v \cdot \lambda}, \quad (A.6)$$

где P_c = _____ МПа (см. таблицу А.3);
λ = _____;
D = _____ мм;
e_v = _____, мм (см. таблицу А.8).

Таблица А.17 — Напряжения в условиях эксплуатации

Обозначение		Рассчитанное σ [a], Н/мм^2	Максимально допустимое в условиях эксплуатации σ, Н/мм^2 (см. таблицу А.7)
Стенка корпуса	1		
	2		
	3		
	4		
Примечание — Количество строк в таблице может меняться в зависимости от формы цистерны.			
[a] σ — рассчитанное ≤ максимально допустимого в условиях эксплуатации σ.			

А.5.6.1.2 Круглое или некруглое сечение конической стенки (стенка корпуса № _____)

$$\sigma = \frac{P_c \cdot D}{2e_v \cdot \cos\beta \cdot \lambda}, \quad (A.7)$$

где P_c = _____ МПа (см. таблицу А.3);
D = _____ мм;
β = _____ половина угла на вершине конической огибающей (β макс. = 30°) (см. А.5.2.1);
cos β = _____;
λ = _____;
e_v = _____ мм (см. таблицу А.8).

Таблица А.18 — Напряжения в условиях эксплуатации

Обозначение		Рассчитанное σ [a], Н/мм^2	Максимально допустимое в условиях эксплуатации σ, Н/мм^2 (см. таблицу А.7)
Стенка корпуса	1		
	2		
	3		
	4		

Примечание — Количество строк в таблице может быть адаптировано в зависимости от формы цистерны.

[a] σ — рассчитанное ≤ максимально допустимого в условиях эксплуатации σ.

А.5.6.2 Динамические нагрузки

А.5.6.2.1 При нормальных условиях перевозки

А.5.6.2.1.1 Напряжение из-за изгиба

Для цилиндрическо-конических цистерн максимальное напряжение может располагаться вне точки максимального изгибающего момента.

Для цилиндрических цистерн с круглым или некруглым сечением применяют следующие расчеты.

a) Положение максимального изгибающего момента:

$$X = \frac{Fr_2 \cdot L_t}{M} = _____ \text{ мм (см. А.5.2.1 и таблицу А.1).} \quad \text{(А.8);}$$

b) Значение максимального изгибающего момента B_m:

$$B_m = F_{r2}\left(X - L_b\right) - \frac{M \cdot X^2}{2L_t} \text{ (см. А.5.2.1 и таблицу А.1);} \quad \text{(А.9)}$$

B_m = _____, Н·мм.

c) Внутренняя площадь поперечного сечения стенки корпуса в точке максимального изгибающего момента:

S_t =____ мм^2 (см. таблицу А.3).

d) Толщина стенки корпуса:

e_v =____ мм (см. таблицу А.8).

e) Минимальный осевой момент сопротивления поперечного сечения стенки корпуса относительно горизонтальной нейтральной оси в точке максимального изгибающего момента:

Z_t =____ мм^3.

f) Изгибающее напряжение:

$$\sigma_x = \frac{B_m \max}{Z_t} \quad _____, \text{ Н/мм}^2; \quad \text{(А.10)}$$

σ_x = _____, Н/мм^2.

А.5.6.2.1.2 Растягивающее напряжение, вызванное давлением при перевозке

a) Сила

$$T_1 = P_{ts} \cdot S_t = _____ \text{ Н (см. таблицы А.2 и А.3).} \quad \text{(А.11)}$$

b) Длина периметра стенки корпуса в поперечном сечении, соответствующая точке максимального изгибающего момента:

l = _____мм.

c) Напряжение в результате действия данной силы:

$$\sigma_{tr} = \frac{T_1}{l \cdot e_v} _____ \text{Н/мм}^2 \text{ (см. таблицу А.3).} \quad \text{(А.12)}$$

А.5.6.2.1.3 Растягивающее напряжение, вызванное статическим давлением

a) Сила

$$T_2 = P_{ta1} \cdot S_t = _____ \text{ Н/мм}^2 \text{ (см. таблицу А.3).} \quad \text{(А.13)}$$

b) Напряжение в результате действия данной силы:

$$\sigma_{ta} = \frac{T}{l \cdot e_v} _____ \text{Н/мм}^2 \text{ (см. таблицу А.3);} \quad \text{(А.14)}$$

σ_{ta} = _____ Н/мм^2.

А.5.6.2.1.4 Комбинированное напряжение при нормальных условиях перевозки

$$\sigma_1 = \frac{\sigma_x + \sigma_{tr} + \sigma_{ta}}{\lambda} = _____ \text{Н/мм}^2; \quad (A.15)$$

σ_1 = _____ Н/мм^2 ≤ σ макс. в условиях эксплуатации (см. таблицу А.7).

А.5.6.2.2 Напряжение при динамических условиях перевозки

А.5.6.2.2.1 Комбинированное напряжение под давлением при перевозке со статическим давлением и при вертикальной перегрузке 2*g*

$$\sigma_2 = \frac{2\sigma_X + \sigma_{tr} + \sigma_{ka}}{\lambda} = _____ \text{Н/мм}^2; \quad (A.16)$$

σ_2 = _____ Н/мм^2 ≤ σ макс. в условиях эксплуатации (см. таблицу А.7).

А.5.6.2.2.2 Растягивающее напряжение под воздействием продольной силы продукта в цистерне с перегрузкой 2*g*

Перевозимая нагрузка

Q = _____ Н (см. таблицу А.1);

$$\sigma_t = \frac{2Q}{1 \cdot e_v} = _____ \text{ Н/мм}^2; \quad (A.17)$$

σ_t = _____ Н/мм^2 ≤ σ макс. в условиях эксплуатации (см. таблицу А.7).

А.5.6.2.2.3 Комбинированное напряжение под давлением при перевозке с вертикальной перегрузкой 1*g* и горизонтальной перегрузкой 2*g*

$$\sigma_3 = \frac{\sigma_{tr} + \sigma_X + \sigma_t}{\lambda} = _____ \text{Н/мм}^2; \quad (A.18)$$

σ_3 = _____ Н/мм^2 ≤ σ макс. в условиях эксплуатации (см. таблицу А.7).

А.5.6.3 Напряжения в формованных днищах круглого или некруглого сечения

А.5.6.3.1 Находящиеся под давлением на их вогнутой поверхности

$$\sigma = \frac{P_c \cdot R_1 \cdot C}{2e_f \cdot \lambda}, \quad (A.19)$$

со значениями, определенными в таблицах А.19 и А.20.

Таблица А.19 — Данные, которые будут использоваться для расчета

	Единицы измерения	Переднее днище	Заднее днище
P_c (см. таблицу А.3)	МПа		
R_1 (наибольший радиус кривизны)	мм		
r	мм		
$C^{a)} = \frac{1}{4}\left[3 + \sqrt{\frac{R_1}{r}}\right]$			
λ [b)]			
e_f утвержденное (см. А.5.3)			

[a)] *C* = 1 — в случае полусферических днищ.
C = 0,93 — в случае эллиптических днищ с соотношением осей, равным 1,9 : 1.
[b)] В случае, когда днища, изготовленные из сварных элементов, смонтированы в соответствии с положениями А.5.8, нет необходимости учитывать коэффициент прочности сварного соединения.

Таблица А.20 — Напряжения в условиях эксплуатации

Обозначение	Рассчитанное σ [a)], Н/мм^2	Максимально допустимое в условиях эксплуатации σ, Н/мм^2 (см. таблицу А.7)
Переднее днище Заднее днище		

[a)] σ — рассчитанное ≤ σ max в условиях эксплуатации.

А.5.6.3.2 Находящиеся под давлением на выпуклой поверхности

$$E_c = \frac{100R_1^2 \cdot 2{,}2P_c}{36{,}6e_f^2}. \quad (A.20)$$

Таблица А.21 — Данные, которые будут использоваться при расчете

	Единицы измерения	Переднее днище $e_{f\ av}$	Заднее днище $e_{f\ ar}$
P_e (см. таблицу А.3)	МПа		
R_1	мм		
e_f утвержденное (см. таблицу А.8)	мм		

Таблица А.22 — Сравнение модуля упругости в условиях эксплуатации

	E рассчитанное [a]: E_c, Н/мм^2	E, Н/мм^2 (см. таблицу А.7)
Переднее днище		
Заднее днище		
[a] E — рассчитанное ≤ E в условиях эксплуатации.		

А.5.6.4 Формованные перегородки, имеющие круглое или некруглое поперечное сечение

А.5.6.4.1 Находящиеся под давлением на вогнутой поверхности

$$\sigma = \frac{P_c \cdot R_1 \cdot C}{2e_f \cdot \lambda}, \quad (A.21)$$

со значениями, определенными в таблицах А.23 и А.24.

Таблица А.23 — Данные, которые будут использоваться для расчета

	Единицы измерения	Плотно сформованная перегородка
P_c (см. таблицу А.3)	МПа	
R_1 (наибольший радиус кривизны)	мм	
r	мм	
C [a] $= \frac{1}{4}\left[3 + \sqrt{\frac{R_1}{r}}\right]$		
λ [b]		
e_f утвержденное (см. таблицу А.8)		

Примечание — Количество строк в таблице может меняться в зависимости от формы цистерны.

[a] C = 1 — для полусферических днищ.
C = 0,93 — для эллиптических днищ с соотношением осей = 1,9 : 1.

[b] В случае когда днища, изготовленные из сварных элементов, смонтированы в соответствии с положениями А.5.8, нет необходимости учитывать коэффициент прочности сварного соединения.

Таблица А.24 — Напряжения в условиях эксплуатации

	Рассчитанное σ [a], Н/мм^2	σ max в условиях эксплуатации, Н/мм^2
Плотно сформованная перегородка		

Примечание — Количество строк в таблице может меняться в зависимости от формы цистерны.

[a] σ — рассчитанное ≤ σ_{max} в условиях эксплуатации.

А.5.6.4.2 Находящиеся под давлением на выпуклой поверхности

$$E_c = \frac{100R_1^2 \cdot 2,2P_c}{36,6e_f^2}, \quad (A.22)$$

со значениями, определенными в таблицах А.25 и А.26.

Таблица А.25 — Данные, которые будут использоваться для расчета

	Единицы измерения	Плотно сформованная перегородка
P_c (см. таблицу А.3)	МПа	
R_1 (наибольший радиус кривизны)	мм	
e_c утвержденное (см. таблицу А.8)	мм	
Примечание — Количество строк в таблице может меняться в зависимости от формы цистерны.		

Таблица А.26 — Сравнение модуля упругости в условиях эксплуатации

	E рассчитанное [a]: E_c, Н/мм^2	E_t, Н/мм^2 (см. таблицу А.7)
Плотно сформованная перегородка		
Примечание 1 — Количество строк в таблице может меняться в зависимости от формы цистерны. Примечание 2 — E_c — рассчитанный модуль упругости. [a] E — рассчитанное ≤ E_t в условиях эксплуатации.		

А.5.7 Расчет напряжений в креплениях цистерны

Расчет напряжений креплений цистерны проводят в соответствии с методами, установленными в А.2 и А.3, или в соответствии с аналитическим методом, который точно рассчитывает напряжения, вызванные нагрузкой, установленной в 6.4.2.

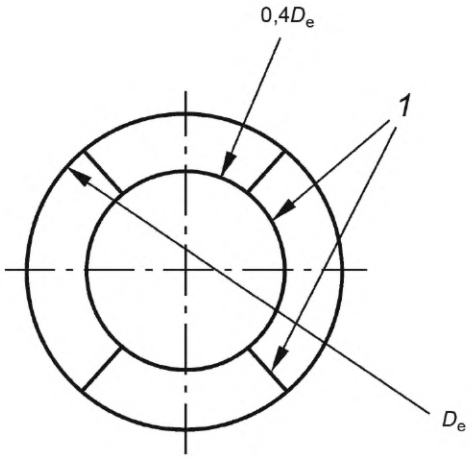
А.5.8 Днище, изготовленное из нескольких сваренных элементов

Правила определения размеров применяют для следующих днищ:

a) полусферических днищ, независимо от места сварки;

b) днищ, в которых сварные швы находятся на расстоянии не более $0,4D_e$ от центральной оси или находятся снаружи на расстоянии не более $0,4D_e$ в плоскости, проходящей через центральную ось.

На рисунке А.3 показан пример днища, удовлетворяющего условию b).



1 — сварные швы; D_e — диаметр днища

Рисунок А.3 — Пример днища, изготовленного из нескольких сваренных элементов

Приложение В
(обязательное)

Метод измерения удельной упругости

В.1 Сущность метода

Метод состоит из определения удельной упругости:

- материала, используемого для корпуса, имеющего минимальную толщину, рассчитанную в соответствии с 6.9.1 (эквивалентная минимальная толщина); и
- предлагаемой комбинации материалов для двухстенной конструкции.

Пример — Например, если в качестве материала корпуса используют мягкую сталь, а в предлагаемой комбинации материалов для двухстенной конструкции используют мягкую сталь плюс пенополиуретан и защитное покрытие.

В.2 Оборудование

В.2.1 **Испытательная машина**, способная прикладывать усилие не менее 1 000 кН с достаточным ходом, чтобы можно было завершить испытание за одно применение со скоростью проникновения, установленной в В.2.1.1. Испытательная машина включает:

- систему управления (см. В.2.1.1);
- устройство измерения силы (см. В.2.1.2);
- устройство измерения смещения (см. В.2.1.3);
- оборудование для мониторинга и записи показаний (см. В.2.1.4) и
- опорное приспособление (см. В.2.1.5).

В.2.1.1 **Система управления**, которая позволяет предварительно выбирать скорость проникновения (от 2 до 4 мм/с) и обеспечивает ее постоянство.

В.2.1.2 **Динамометр**, отвечающий требованиям испытательной машины класса 1 в соответствии с EN ISO 7500-1.

В.2.1.3 **Измеритель смещения**, имеющий точность и разрешение 0,5 %.

В.2.1.4 Оборудование для мониторинга и записи показаний, которое имеет двухкоординатный графопостроитель, используемый для мониторинга, с временем отклика менее 20 % от интервала времени нарастания входного сигнала, и систему записи показаний, способную одновременно записывать сигналы силы и смещения. Цифровые регистраторы и графопостроители должны производить выборку с достаточно высокой скоростью, чтобы обеспечить точное представление кривой нагрузки/смещения.

В.2.1.5 **Опорное приспособление**, которое поддерживает основание монтажного узла испытуемого образца таким образом, чтобы во время испытания было минимальное перемещение узла, которое может способствовать общему зарегистрированному смещению. Если опорное приспособление для установки испытуемого образца не поддерживается по всей окружности базового фланца на станине машины, можно использовать опорную плиту с фитингами для крепления монтажного узла для установки испытуемого образца к машине.

Опорная плита должна иметь толщину не менее 38 мм.

В.2.2 Опорное приспособление для установки испытуемого образца состоит из корпуса (см. В.2.2.1), зажимного кольца (см. В.2.2.2) и испытательного стержня (см. В.2.2.3).

В.2.2.1 **Корпус монтажного узла для установки испытуемого образца**, изготовленный из углеродистой стали, должен соответствовать размерам, указанным на рисунке В.1. Нижний фланец должен соответствовать габаритным размерам, указанным на рисунке В.1. Метод крепления к основанию испытательной машины определяет необходимость каких-либо отверстий в этом фланце для болтов и т. д.

Размеры в миллиметрах

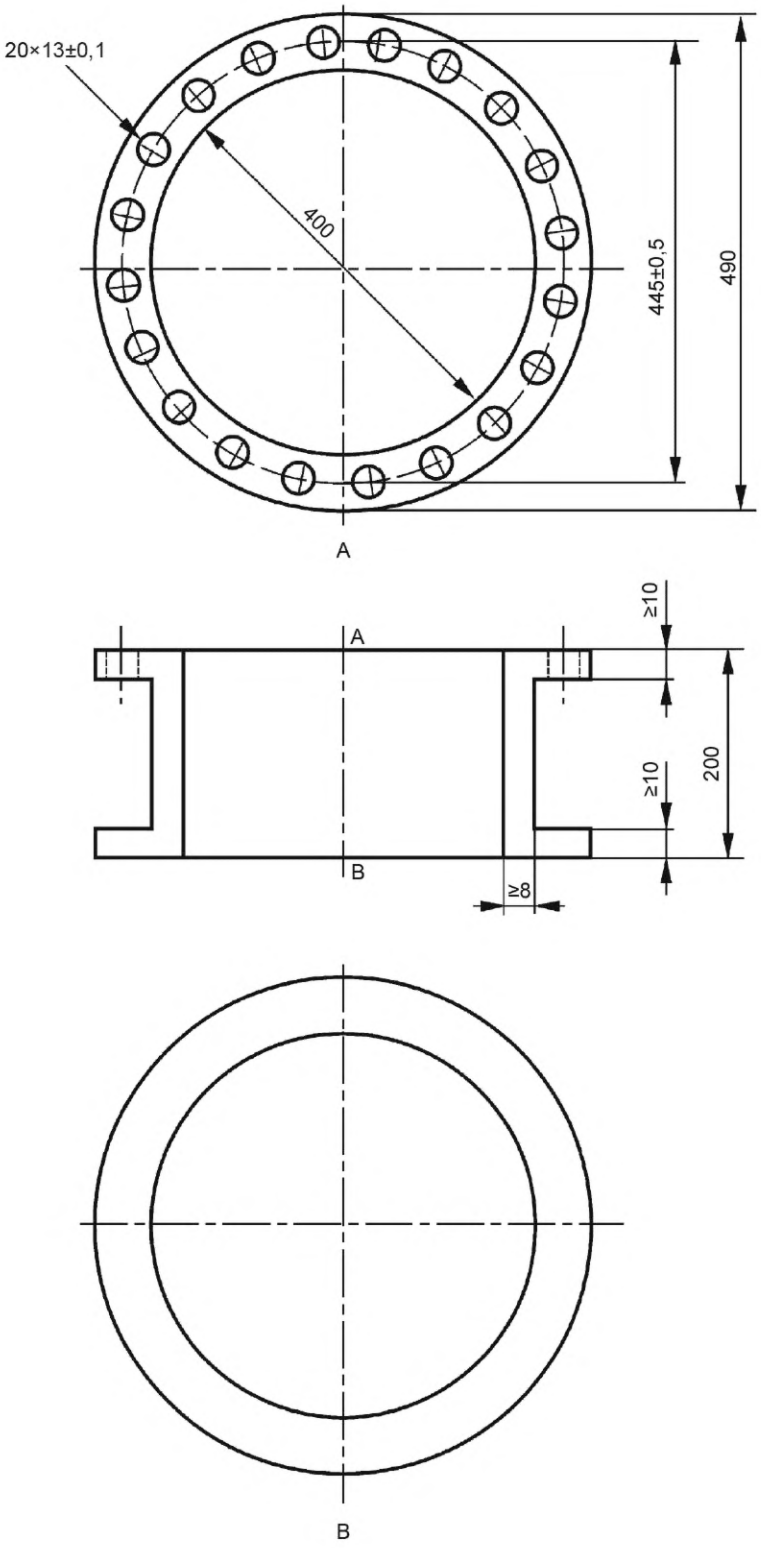


Рисунок В.1 — Опорное приспособление для установки испытуемого образца

В.2.2.2 **Зажимное кольцо**, изготовленное из стали и соответствующее размерам, указанным на рисунке В.2.

Размеры в миллиметрах

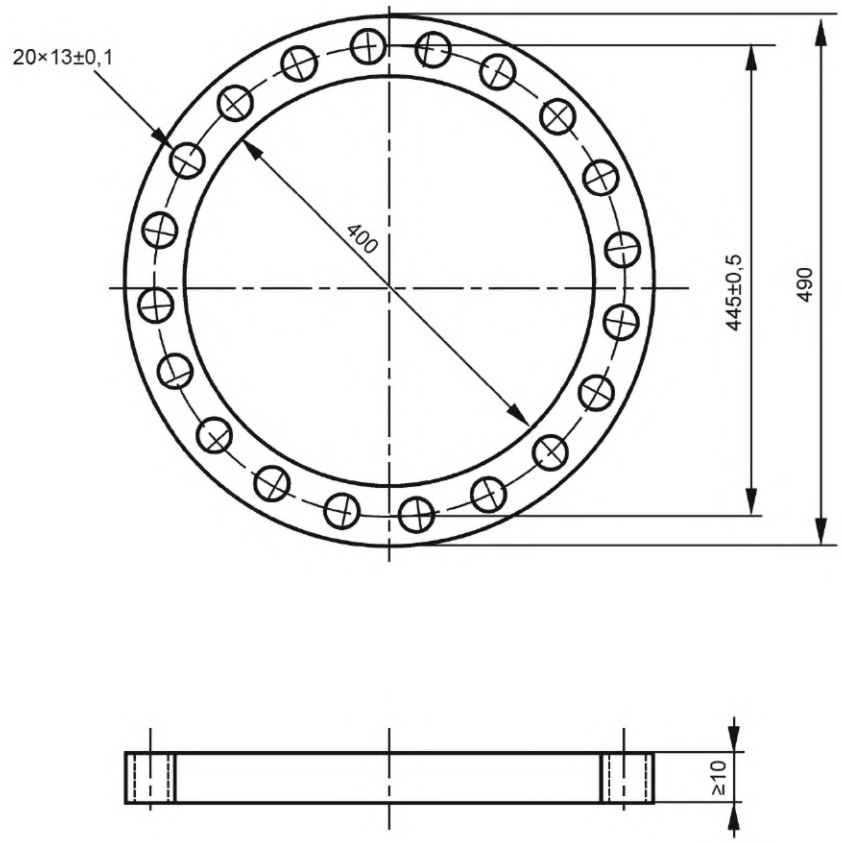


Рисунок В.2 — Зажимное кольцо

В.2.2.3 **Испытательный стержень**, изготовленный из мягкой стали или эквивалентной стали. Он должен соответствовать размерам, указанным на рисунке В.3. Он должен быть сконструирован и изготовлен так, чтобы обеспечить правильное соединение с испытательной машиной, и иметь чистоту обработки поверхности не хуже чем N5 (0,8 мкм).

В.3 Образцы испытуемых материалов

Образцы испытуемых материалов представляют собой:

- пластину испытуемого материала для сравнения, соответствующую рисунку В.4;
- образец предлагаемой комбинации материалов для двухстенной конструкции, соответствующий рисунку В.4, причем каждое отверстие имеет проставку из углеродистой стали (или другого материала эквивалентной прочности) в соответствии с рисунком В.5.

В.4 Процедура

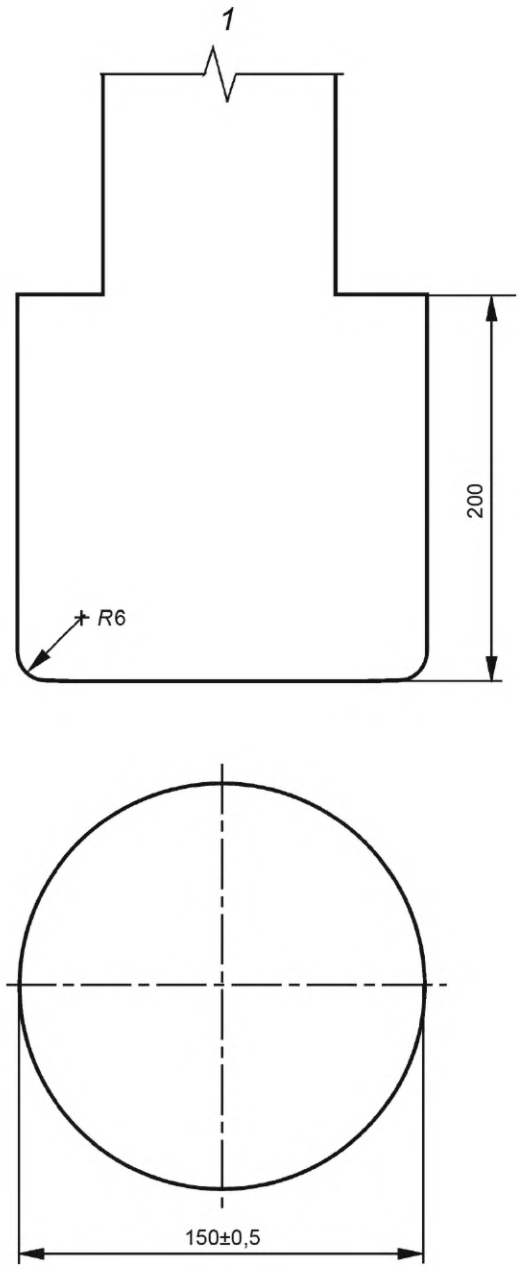
Каждый испытуемый образец закрепляют в монтажном узле с помощью болтов М12, затянутых с моментом затяжки не менее 70 Н·м, чтобы закрепить зажимное кольцо в требуемом положении (см. рисунок В.6).

Испытательный стержень зачищают так, чтобы он соответствовал требованиям к чистоте поверхности, установленным в В.2.2.3.

Опорный узел для установки испытуемого образца и испытательный стержень устанавливают на испытательной машине так, чтобы центр испытательного стержня совпадал с центром испытуемого образца и находился на расстоянии не более 5 мм от него. При включенных измерительных приборах испытательный стержень должен перемещаться со скоростью от 2 до 4 мм/с по направлению к испытуемому образцу и в него до тех пор, пока он не вызовет разрыв испытуемого образца.

Проводят три испытания на образцах материала корпуса с минимальной толщиной в соответствии с 6.9.1 или 6.9.2.3 в зависимости от того, что применимо, и три испытания на образцах фактического материала или комбинации материалов и толщины (толщин), которые предлагаются для использования.

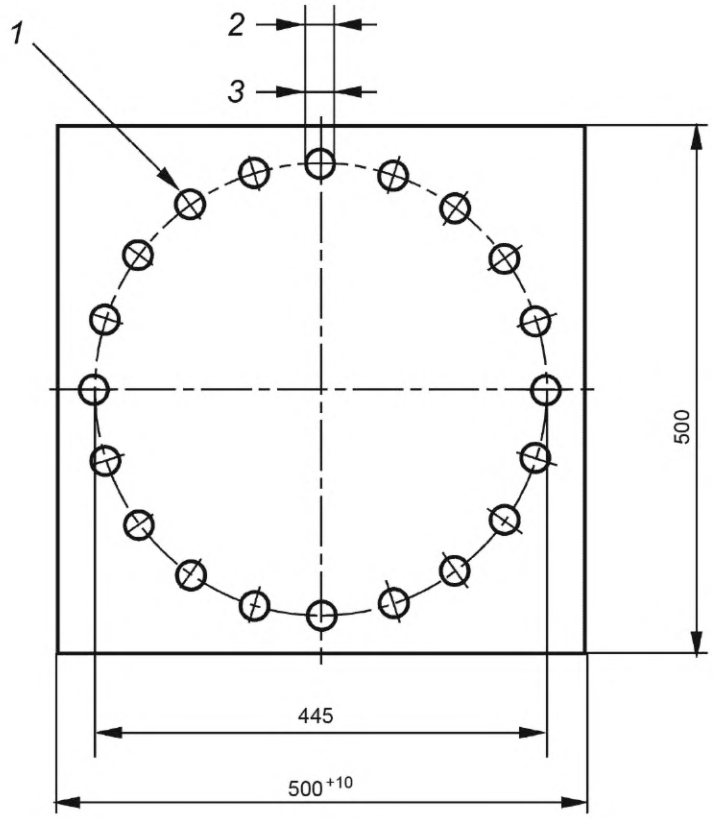
Размеры в миллиметрах



1 — форма и размеры соответствуют испытательной машине

Рисунок В.3 — Испытательный стержень

Размеры в миллиметрах



1 — 20 отверстий; *2* — диаметр отверстий (13,0 ± 0,1) мм — для металлических контрольных пластин; *3* — диаметр отверстий $(24,0^{+0,2}_{-0})$ мм — для неметаллических контрольных пластин

Рисунок В.4 — Испытуемая пластина

В.5 Результаты

В.5.1 Значения, полученные при испытаниях

Среднее значение трех отдельных значений, полученных при испытании, используют для определения удельной упругости каждого испытуемого материала.

Если одно из трех отдельных значений испытаний отличается от их среднего значения более чем на 5 % и менее чем на 10 %, то может быть принята следующая процедура:

- должно быть проведено четвертое испытание;
- отдельное испытание, составляющее более 5 % и менее 10 % от среднего значения, отбрасывают и заменяют значением, полученным в ходе четвертого испытания;
- новый определенный результат удельной упругости должен быть средним из двух оставшихся исходных отдельных значений, полученных при испытании, плюс четвертое отдельное значение, полученное при испытании; и
- если одно из значений, полученных при испытании, теперь отклоняется более чем на 5 % от нового результата, результат испытания отклоняют и повторяют полную процедуру испытаний.

В.5.2 Расчет результатов

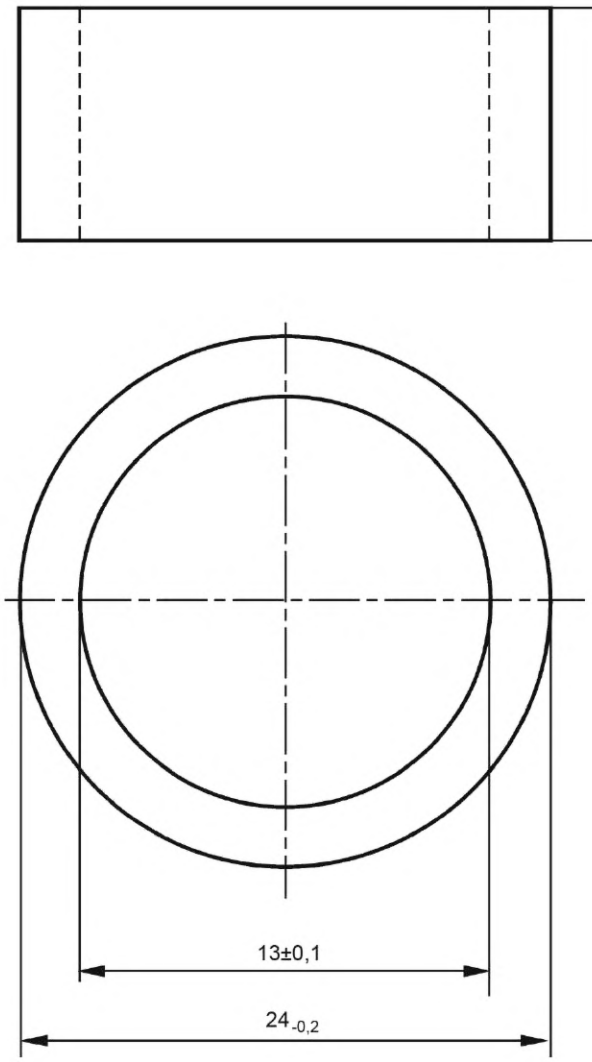
Удельную упругость измеряют непосредственно с помощью измерительной системы или рассчитывают по графику сила/прогиб путем определения площади под линией.

В последнем случае допустимо использовать планиметрию или триангуляцию при условии достижения требуемой точности.

В.5.3 Годность материала

Предлагаемая комбинация материалов для двухстенных конструкций должна считаться пригодной при условии, что результат испытания ее удельной упругости не более чем на 5 % ниже результата испытания для материала корпуса при эквивалентной минимальной толщине.

Размеры в миллиметрах



1 — высота соответствует толщине испытуемой пластины по соглашению с компетентным органом

Рисунок В.5 — Проставка под зажимной болт (только для неметаллических испытуемых пластин)

В.6 Общая упругость (см. 6.9.2.2, перечисление i))

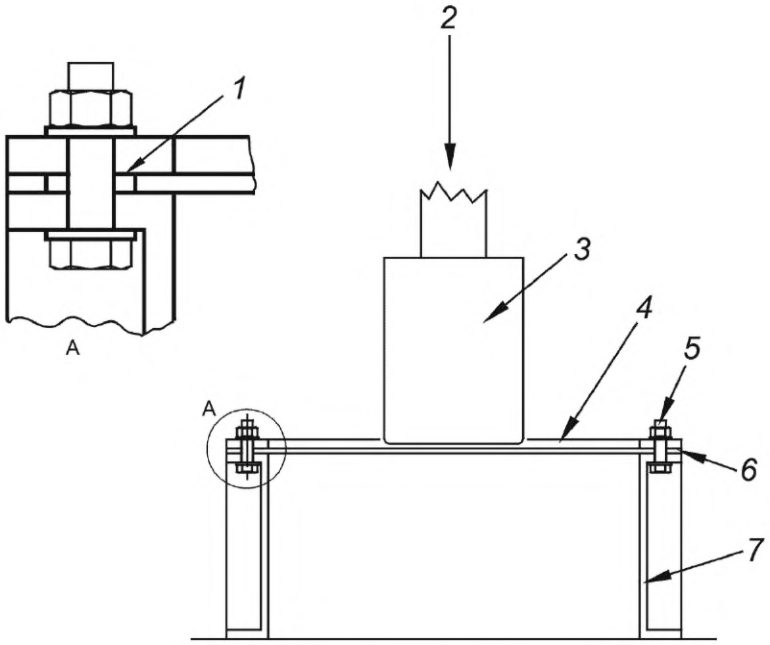
Более высокие значения общей упругости для других типов усилительных элементов должны быть подтверждены следующими испытаниями и ограничениями:

- нагрузка на секцию корпуса (длина 4 м) должна прилагаться с одной стороны к осевой линии секции и в радиальном направлении (перпендикулярно направлению движения);
- нагружение должно быть приложено равномерно по всей длине секции цистерны с помощью испытательной балки шириной 430 мм;
- расстояние для испытания на проникновение составляет 250 мм.

Общая упругость, определенная для длины секции цистерны 4 м, является достаточной защитой от повреждений только при отсутствии повреждений внешнего корпуса. Если перегородки, волногасящие переборки и днища оснащены дополнительными элементами жесткости, то значение общей упругости не должно превышать более 50 % от значений, установленных в 6.9.2.2, перечисление i), перечисления 1), 2) или 3).

Протокол испытания, который должен включать описание условий испытаний, оценку результатов испытаний и оценку целостности конструкции цистерны.

Оформляют сертификат, подтверждающий возможность использования более высоких значений общей упругости.



1 — только для неметаллических испытуемых пластин — используют проставку под зажимной болт (см. рисунок В.5); *2* — испытательная сила F; *3* — испытательный стержень (см. рисунок В.3); *4* — зажимное кольцо (см. рисунок В.2); *5* — 20 болтов и гаек М 12 × 1,75, класса прочности 8.8; *6* — испытуемая пластина (рисунок В.4); *7* — опорное приспособление (рисунок В.1)

Рисунок В.6 — Установка испытательного устройства

В.7 Сравнительные методы расчета энергии, поглощаемой при опрокидывании или ударе (см. 6.9.2.2, перечисление j))

В.7.1 Расчет поглощаемой энергии

Энергию, поглощаемую двумя корпусами (круглым или эллиптическим и других форм), рассчитывают по графику силы/прогиба методом определения площади под линией, построенной по точкам.

Методы сравнительного расчета должны проводиться путем испытаний или с использованием анализа методом конечных элементов (FEA); если метод конечных элементов используется для проверки, принимают во внимание раздел А.3; кроме того, компьютерное программное обеспечение и порядок его использования должны быть утверждены компетентным органом по упругопластическому анализу.

Изготовитель должен предоставить компетентному органу соответствующие примеры валидации (сравнение прогнозируемых результатов расчета с фактическими результатами испытаний).

В.7.2 Процедура для утверждения

В.7.2.1 Опрокидывание

Поглощаемую энергию оценивают в соответствии с методом общей упругости согласно В.5 и, в частности:

a) нагрузку на корпус прилагают с одной стороны к осевой линии секции в радиальном направлении (перпендикулярно направлению движения);

b) нагрузку прилагают равномерно по всей длине секции цистерны с помощью испытательной балки шириной 430 мм и длиной 4 м;

c) расстояние для испытания на проникновение должно составлять 250 мм (или менее в случае разрыва корпуса).

В.7.2.2 Воздействие на боковую сторону и днище

Поглощенную энергию оценивают следующим образом:

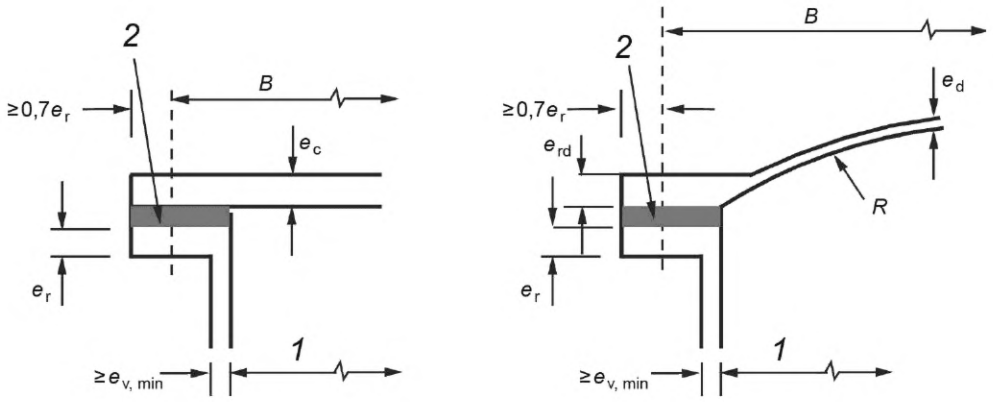
Испытательное усилие прилагают к стержню, как описано в В.2.2.3, в следующих положениях для корпуса и днища:

- к осевой линии секции в радиальном направлении перпендикулярно направлению движения и посередине между двумя соседними перегородками и/или волногасящими переборками;
- в центре днища по ходу движения;
- повышенную нагрузку прикладывают к испытательному стержню для достижения расстояния проникновения 250 мм или разрыва корпуса (в зависимости от того, что произойдет первым).

Приложение С
(обязательное)

Конструкция горловин, фланцев и крышек

Горловины, фланцы и крышки должны соответствовать:
- критериям, показанным на рисунке С.1, и требованиям, указанным в таблице С.1 или
- EN 13317, или
- соответствующему разделу EN 14025.



1 — среднее значение большего и меньшего диаметров; *2* — только прокладка с полной уплотнительной поверхностью контакта; *B* — диаметр окружности расположения болтов

Рисунок С.1 — Конструкция горловин, фланцев и крышек

Таблица С.1 — Требования к горловинам, фланцам и крышкам

Параметр	
e_c	Толщина плоской крышки e_c в миллиметрах (мм) должна быть не менее $(0{,}03 \cdot B^2 \cdot P_x/\sigma_c)^{0{,}5}$ или $e_{v,\,min}$, в зависимости от того, что больше.
e_d	Толщина выпуклой крышки e_d в миллиметрах (мм) должна быть не менее $((P_x \cdot R)/(20 \cdot \sigma_c))$ или $e_{v,\,min}$, в зависимости от того, что больше.
e_r	Толщина фланца e_r в миллиметрах (мм) должна быть не менее $(0{,}044\,5 \cdot B^2 \cdot P_x/\sigma_r)^{0{,}5}$ или $e_{v,\,min}$, в зависимости от того, что больше.
e_{rd}	Толщина фланца выпуклой крышки e_{rd} в миллиметрах (мм) должна быть не менее $(0{,}083 \cdot P_x \cdot R/\sigma_c)$ или расчетного значения e_c, в зависимости от того, что больше
S_B	Общая площадь S_B в квадратных миллиметрах ($мм^2$), создающая усилие растяжения всех болтов, расположенных на диаметре *B*, составляет не менее $(N \cdot B^2 \cdot P_x \cdot 10^{-4})$, где $N = 8$

Приложение D
(справочное)

Примеры элементов сварных соединений

D.1 Общие положения

В настоящем приложении приведены примеры обоснованной и принятой в настоящее время методики. Это не единственные доступные методы, и не предполагается, что они каким-либо образом ограничивают развитие технологии сварки.

Рисунки этого приложения, как правило, иллюстрируют проплавление материала сварного шва, но не требуют подготовки соединяемых деталей, которая должна быть обеспечена в случае необходимости достижения эффективной глубины проплавления.

D.2 Конструкция цистерны

D.2.1 Угловые сварные швы

Типовые примеры эффективной глубины угловых сварных швов показаны на рисунке D.1.

D.2.2 Типы сварных соединений

D.2.2.1 Общие положения

Соединение может быть одного из следующих четырех типов:

a) стыковое сварное соединение (D.2.2.2);

b) нахлесточное сварное соединение (D.2.2.3);

c) угловое сварное соединение (D.2.2.4);

d) сварное соединение, отличное от углового сварного соединения, для перегородок и волногасящих переборок (D.2.2.5).

D.2.2.2 Стыковые сварные соединения

D.2.2.2.1 Материал одинаковой толщины

При сварке материалов одинаковой толщины (см. рисунок D.2):

a) оси двух соединяемых частей должны находиться в пределах производственных допусков, установленных в 7.5.1;

b) все сварные швы должны быть с полным проплавлением, а толщина шва должна быть больше или равна наименьшей толщине соединяемых деталей.

D.2.2.2.2 Материал разной толщины

При сварке материала разной толщины:

a) оси двух соединяемых частей должны находиться в пределах производственных допусков, установленных в 7.5.1;

b) максимальный уклон стыка не должен превышать 1 : 3 [см. рисунок D.3, b) и c)]. Тем не менее этот уклон не является необходимым, если смещение наружной поверхности менее или равно 2 мм [см. рисунок D.3, a) и рисунок D.4, a)].

При соединении корпуса с днищем:

a) максимальный уклон, которого может достигать соединение, составляет 1 : 3; и

b) центральные линии соединяемых частей могут быть смещены друг относительно друга, но это смещение не должно превышать выравнивания по внешней или внутренней поверхностям (см. рисунок D.4).

Постоянные подкладки или соединения со скосом кромок следует использовать только для кольцевого соединения днища, перегородки и волногасящей переборки с корпусом, если внутренний доступ невозможен. Для соединений со скосом кромок общая длина продольного ребра скошенной кромки должна быть не менее чем в 2,2 раза больше толщины скошенного участка, а сварной шов должен сходиться у стыка соединения до ширины, большей или равной 0,7 толщины скошенного участка (см. рисунок D.5).

D.2.2.3 Нахлесточное сварное соединение

Ширина нахлеста L сварного соединения должна быть как минимум в три раза толще самой тонкой части, но не менее 15 мм. Соединение должно включать контрольное отверстие.

Сварные швы должны выполняться на перпендикулярной кромке (см. рисунки D.6, D.7 и D.8).

Если для соединения днища с корпусом применяют нахлесточное сварное соединение, то используют размеры, указанные на рисунке D.7, a).

Нахлесточные сварные соединения с односторонним швом приемлемы для днищ, имеющих вогнутую наружную поверхность; соединение должно иметь ширину нахлеста не менее 15 мм (см. рисунок D.8).

D.2.2.4 Угловые соединения

D.2.2.4.1 Угловые соединения, образующие составную часть основного корпуса

Сварной шов должен быть сварным швом с полным проплавлением (см. рисунок D.9).

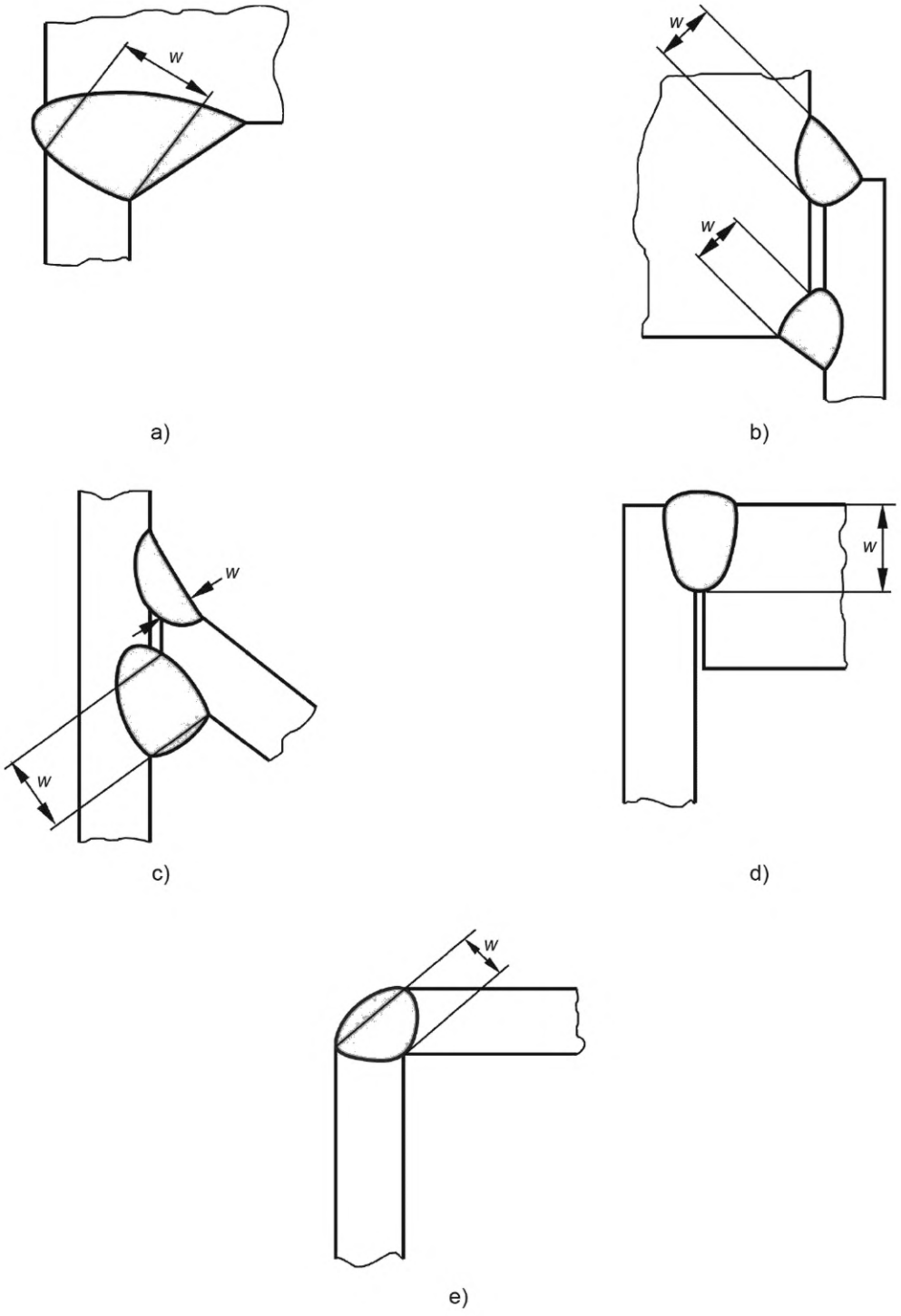


Рисунок D.1 — Типовые примеры эффективной глубины угловых сварных швов

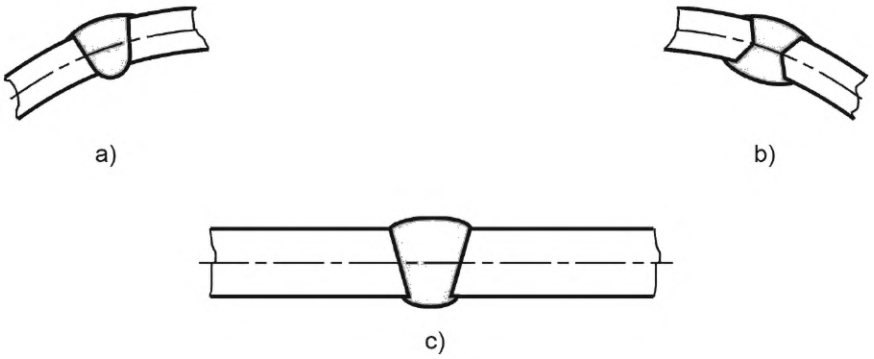


Рисунок D.2 — Типовые примеры стыковых сварных соединений с пластинами одинаковой толщины

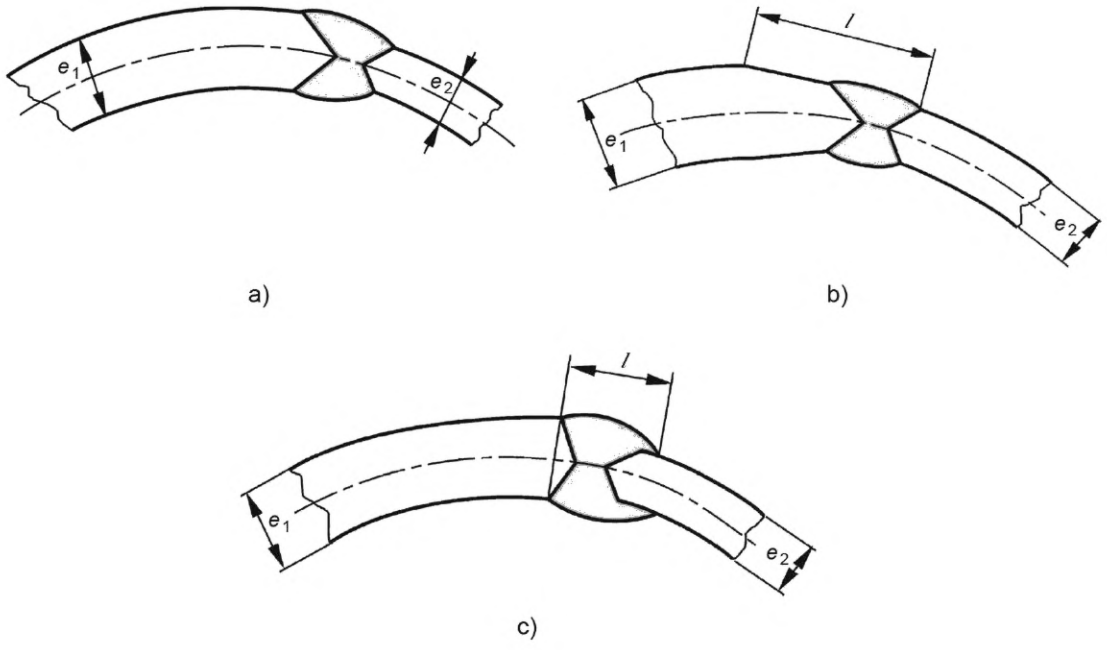


Рисунок D.3 — Типовые примеры стыковых сварных соединений с пластинами разной толщины

D.2.2.4.2 Другие угловые соединения

Для днищ, перегородок и волногасящих переборок, там, где не используются отбортовки, корпус должен быть усилен.

Если используют усилительную пластину, она должна быть вставлена между корпусом и днищем, перегородкой и волногасящей переборкой (см. рисунок D.10, a)).

Усилительная пластина должна быть:

a) по меньшей мере такой же толщины, как самая тонкая часть корпуса, и в любом случае не менее 3 мм;

b) расположена так, чтобы ширина нахлеста L_r была больше или равна 3e, но не менее 15 мм;

c) приварена непрерывным швом к части и к корпусу.

Если используется кольцо жесткости, приваренное между листами, образующими корпус, его толщина должна быть не менее чем на 3 мм больше минимальной величины, требуемой 6.9.1 [см. рисунок D.10, b)].

Если толщина корпуса увеличена, она должна быть не менее чем в 1,5 раза меньше минимальной толщины, указанной 6.9.1, и в любом случае не менее чем на 3 мм больше этого минимального значения [см. рисунок D.10, c)].

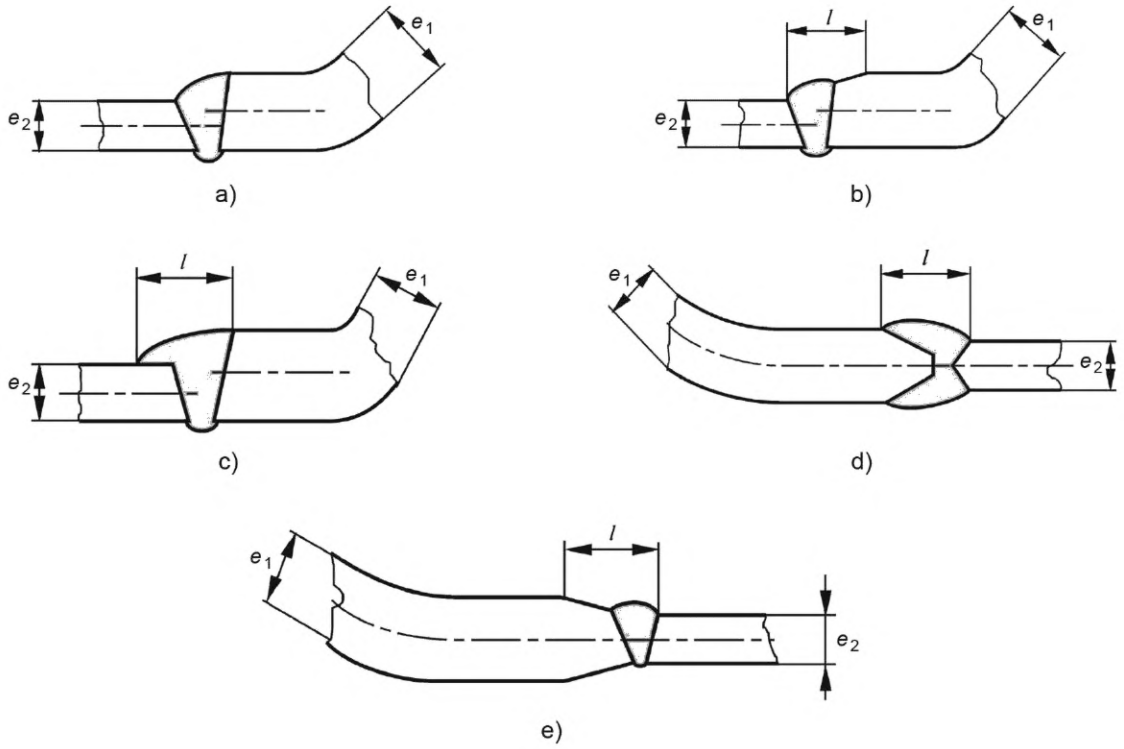


Рисунок D.4 — Типовые примеры стыковых сварных соединений корпуса с днищем

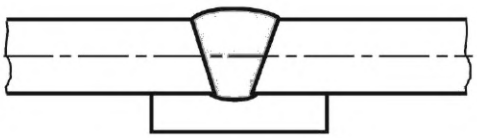
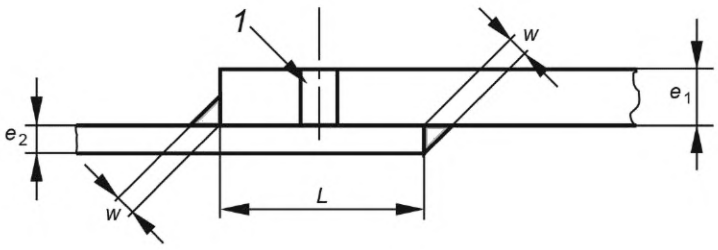


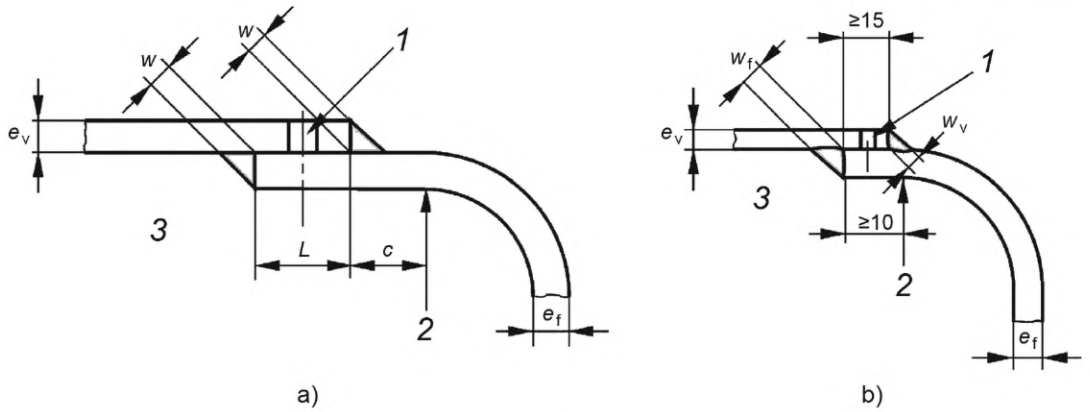
Рисунок D.5 — Типовое стыковое сварное соединение с подкладкой



1 — контрольное отверстие

Рисунок D.6 — Типовое нахлесточное сварное соединение

Размеры в миллиметрах



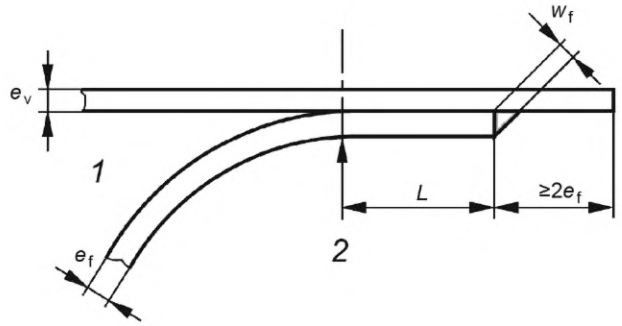
$c \geq 2e_v$

$e_v \leq 8$ мм $\quad W_v \geq 0{,}7e_v$

$e_f \leq 8$ мм $\quad W_f \geq 0{,}7e_f$

1 — контрольное отверстие; *2* — начало радиуса; *3* — внутри цистерны

Рисунок D.7 — Типовые нахлесточные сварные соединения днища с корпусом



1 — внутри цистерны; *2* — начало радиуса

Рисунок D.8 — Типовое нахлесточное сварное соединение с односторонним швом днища с корпусом

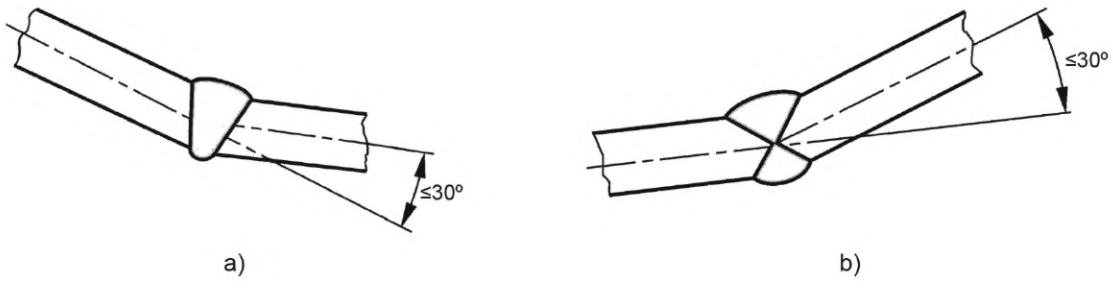
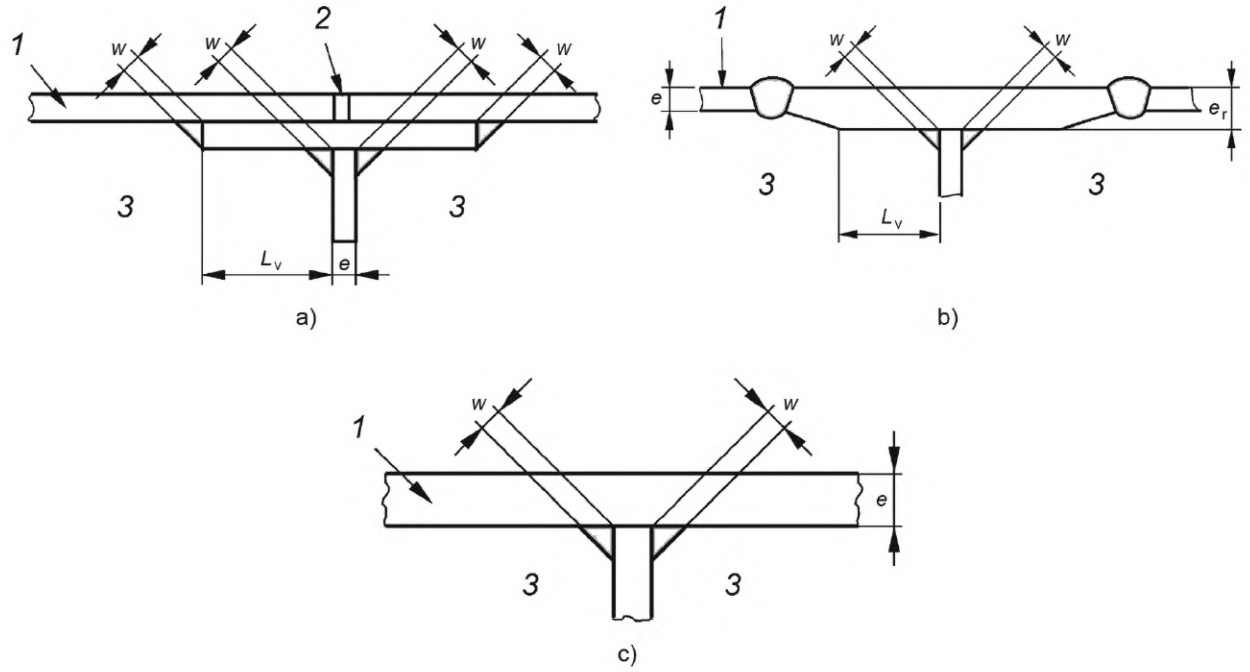


Рисунок D.9 — Типовые угловые сварные соединения



1 — корпус; *2* — контрольное отверстие; *3* — внутри цистерны

Рисунок D.10 — Типовые угловые сварные соединения перегородок и днищ

D.2.2.5 Соединения, кроме угловых, внутренних перегородок и волногасящих переборок

D.2.2.5.1 Усиленные соединения

Примеры типовых усиленных соединений показаны на рисунке D.11.

Если используется усилительный элемент, то его размер L_c должен быть больше или равен $3e_f$, но не менее 15 мм.

D.2.2.5.2 Сварные соединения с односторонним швом

Примеры типовых сварных соединений с односторонним швом показаны на рисунке D.12.

Ширина нахлеста *L* сварного соединения должна быть не менее чем в три раза больше самой тонкой части, но не менее 15 мм.

D.2.2.5.3 Сварные соединения с двусторонним швом

Пример типового сварного соединения с двусторонним швом показан на рисунке D.13.

D.2.2.5.4 Соединения с корпусом перегородки и пластины днища

В тех случаях, когда соединения перегородок включают в себя кольцо жесткости, сваренное между листами, образующими корпус, его толщина *t* должна быть не менее чем на 3 мм больше минимальной величины, указанной в 6.9.1 (см. рисунок D.14). Примеры некоторых типовых соединений пластин днища с корпусом показаны на рисунке D.15.

D.3 Крепление усилительных элементов

D.3.1 Крепление усилительных элементов, предназначенных для поглощения динамической нагрузки

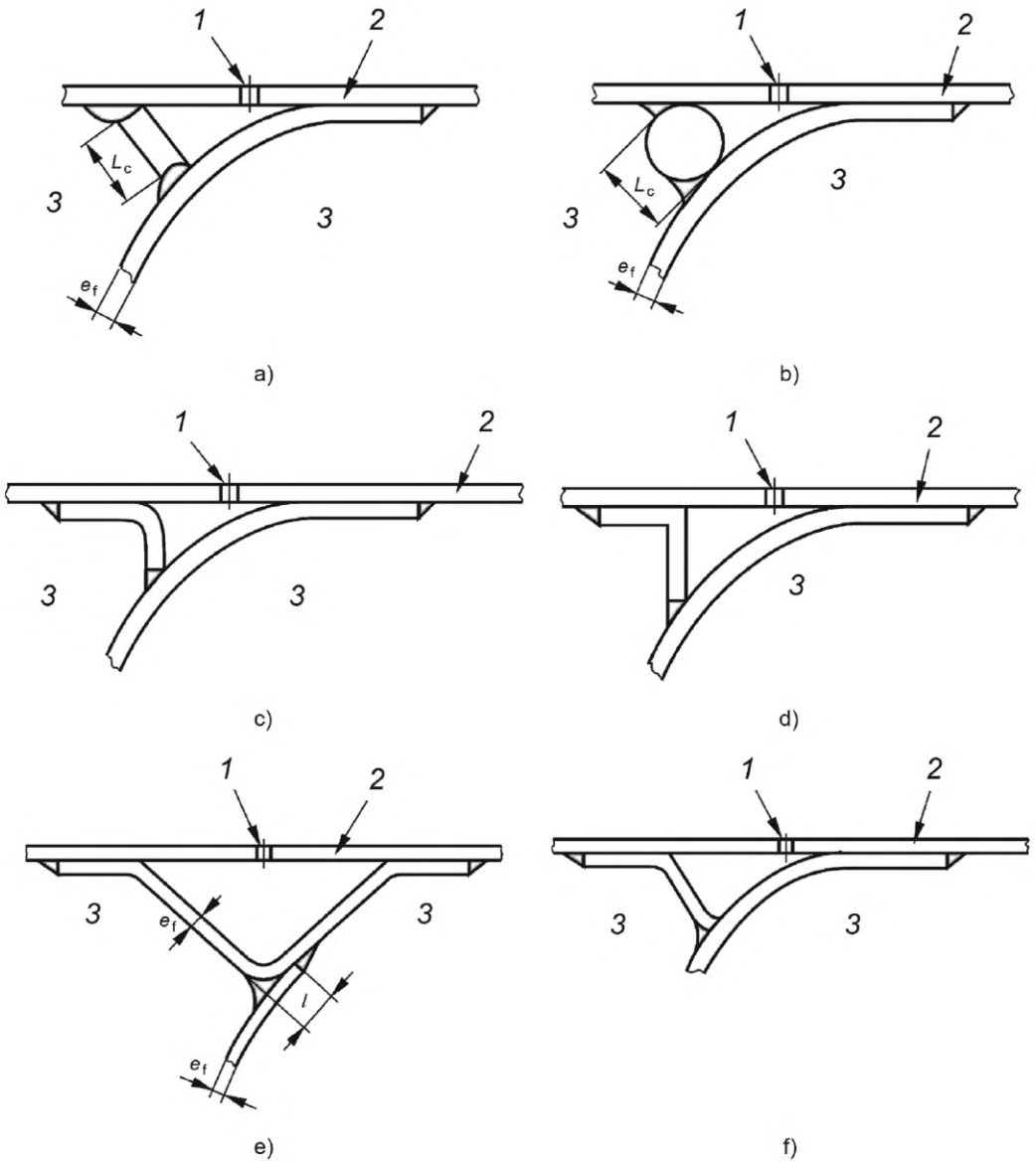
Наружные усилительные элементы приваривают к цистерне непрерывным или прерывистым швом.

Типовые примеры соединений усилительных элементов показаны на рисунке D.16.

D.3.2 Крепление усилительных элементов, не предназначенных для поглощения динамической нагрузки

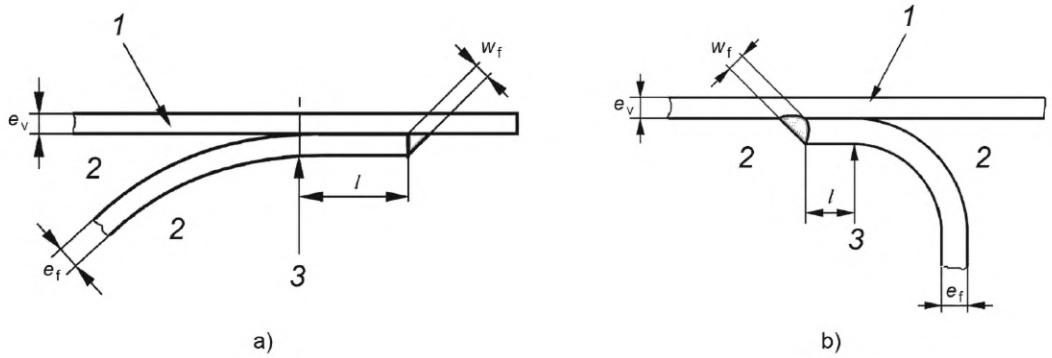
Усилительные элементы могут быть приварены без распределительной зоны или распределительной пластины. В местах, где усиление является наружным, сварные швы могут быть непрерывными или прерывистыми. Там, где усиление является внутренним, сварные швы должны быть непрерывными.

Типовые примеры соединений непоглощающих усилительных элементов показаны на рисунке D.17.



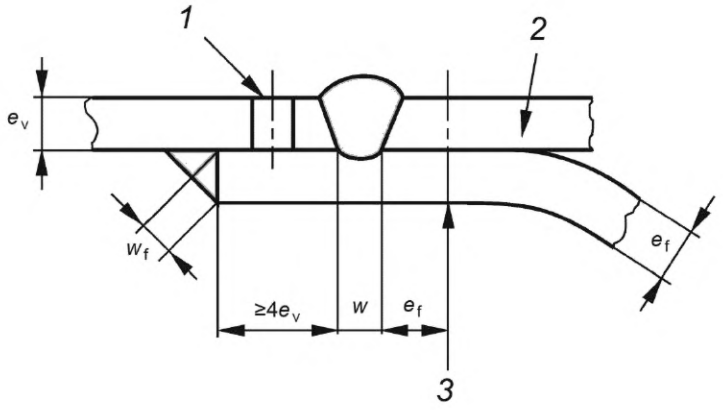
1 — контрольное отверстие; *2* — корпус; *3* — внутри цистерны

Рисунок D.11 — Типовые усиленные соединения



1 — корпус; *2* — внутри цистерны; *3* — начало радиуса

Рисунок D.12 — Типовые сварные соединения с односторонним швом



1 — контрольное отверстие; *2* — корпус; *3* — начало радиуса

Рисунок D.13 — Типовое сварное соединение с двусторонним швом

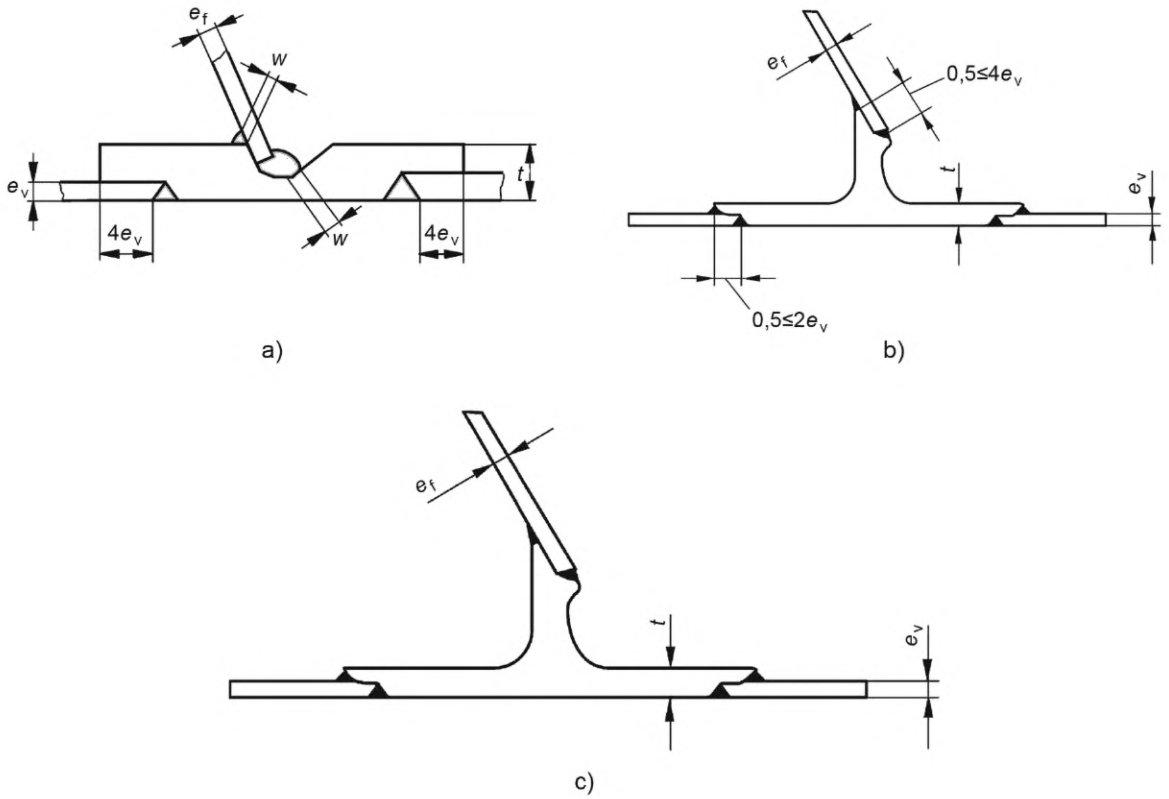


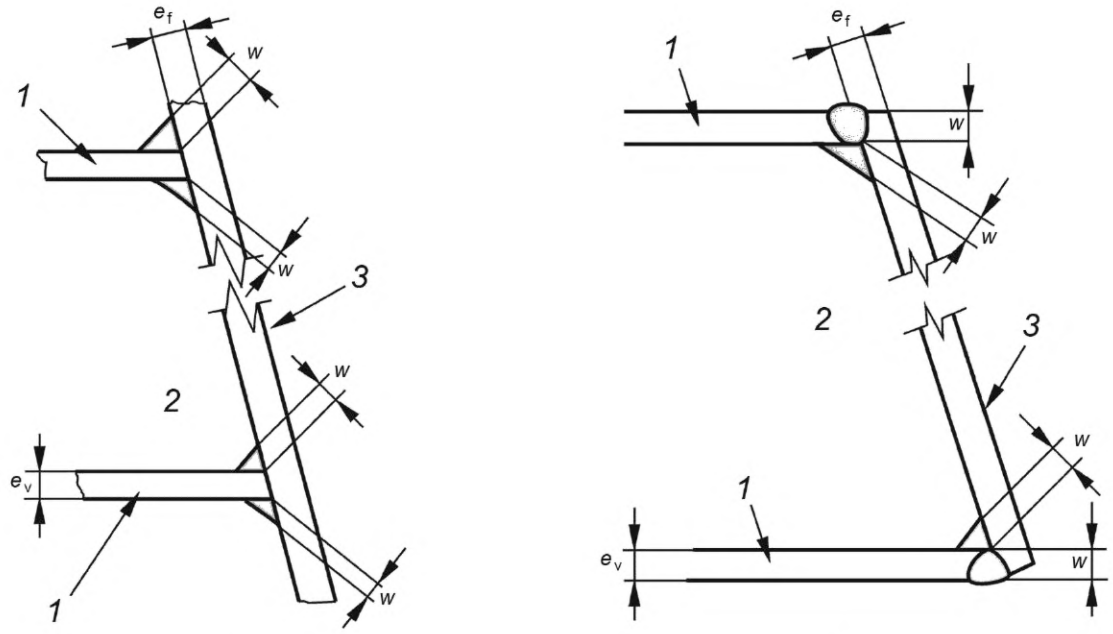
Рисунок D.14 — Типовые соединения перегородок

D.4 Крепление отводящих труб

При креплении отводящих труб или патрубков к корпусам:

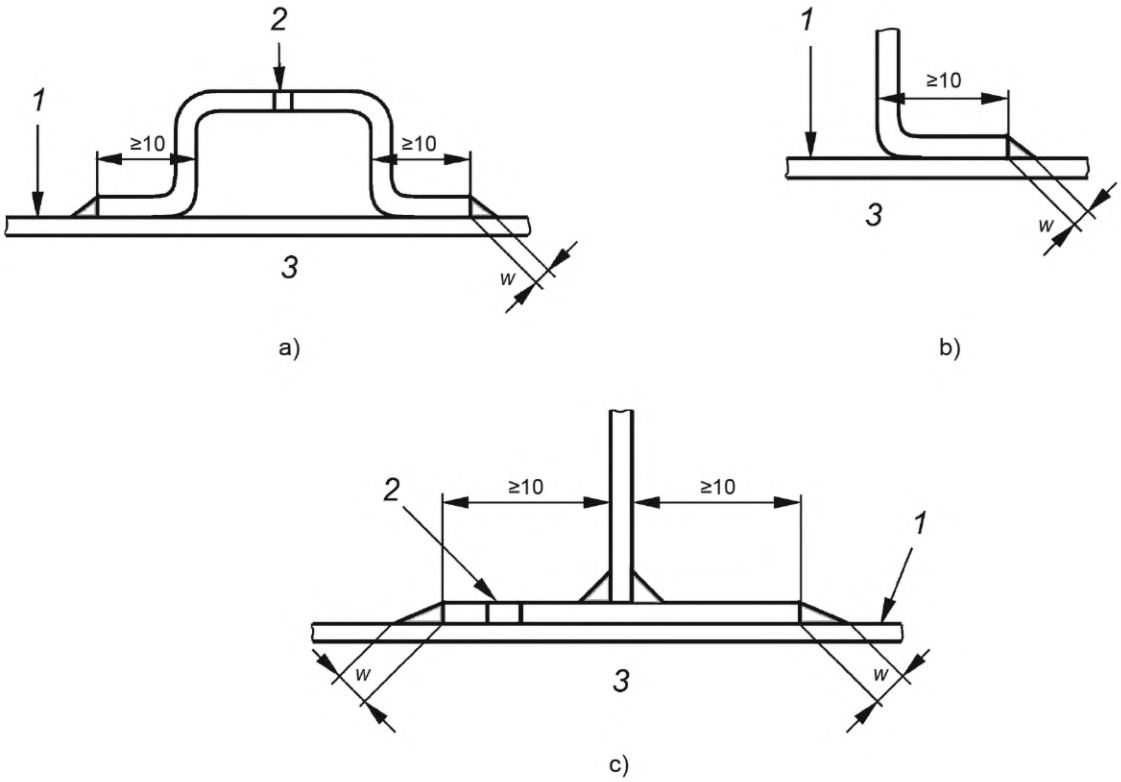
a) для угловых соединений с двусторонним сварным швом толщина каждого сварного шва должна быть как минимум в 0,7 раза больше толщины самой тонкой части (см. рисунки D.18 и D.19);

b) для нахлесточных соединений или соединений с патрубком толщина шва *w* должна быть не менее 0,7 толщины самой тонкой части, а ширина нахлестки *L* должна быть не менее чем в 3 раза больше минимальной толщины (см. рисунок D.20).



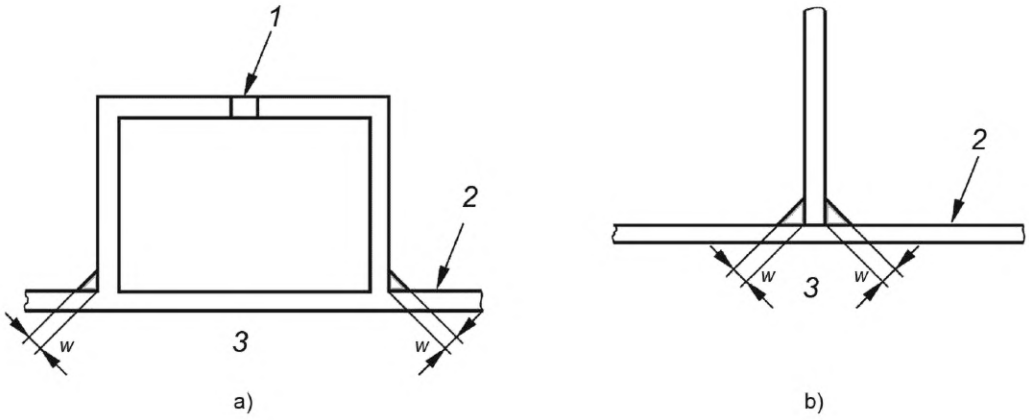
1 — корпус; *2* — внутри цистерны; *3* — сферическое днище (наклонное или вертикальное)

Рисунок D.15 — Типовые примеры соединений пластин днища с корпусом



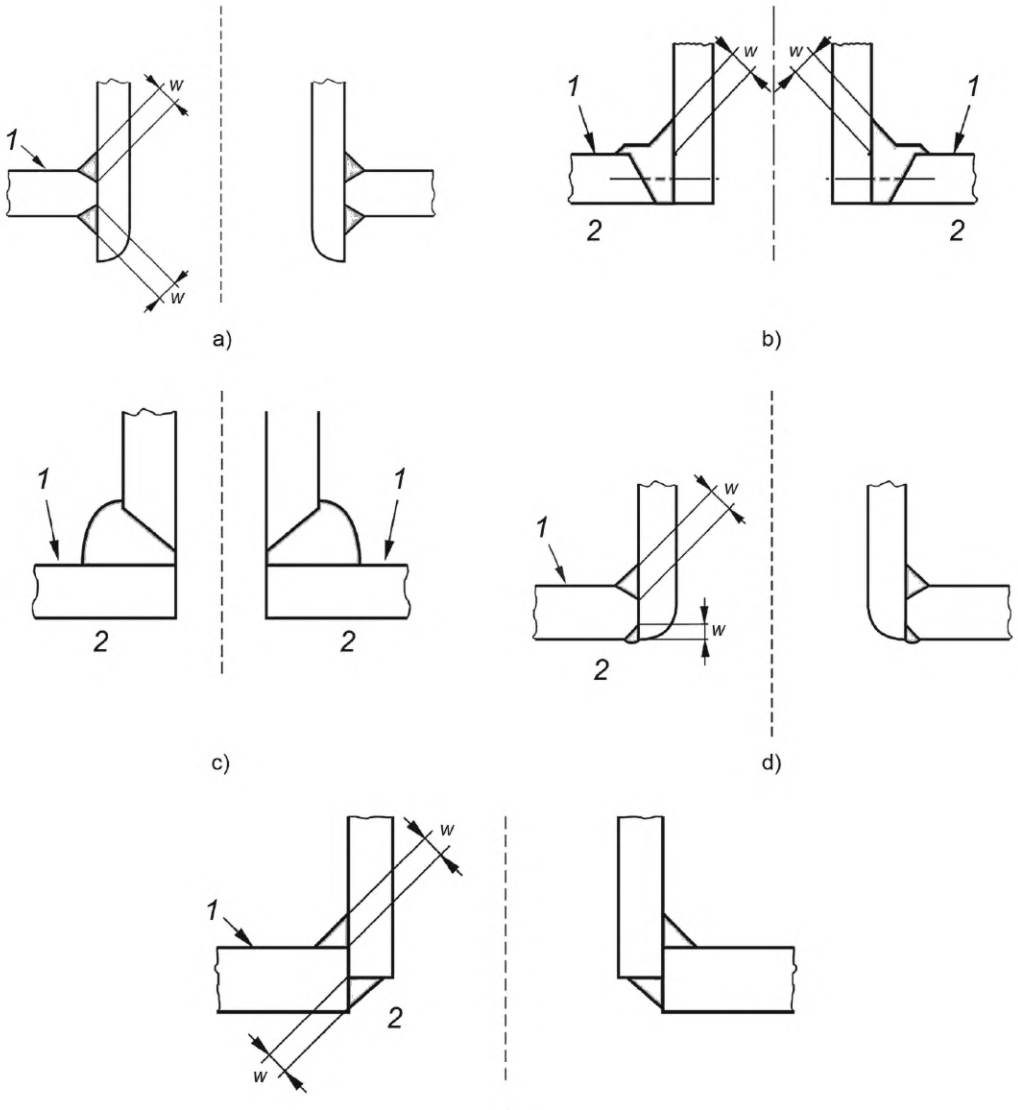
1 — корпус; *2* — контрольное отверстие; *3* — внутри цистерны

Рисунок D.16 — Типовые соединения усилительных элементов



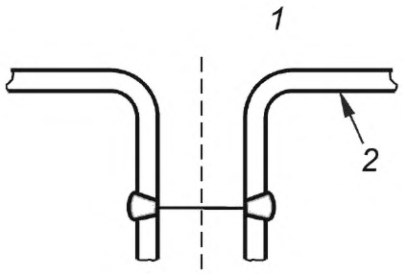
1 — контрольное отверстие (при сплошном сварном шве); *2* — корпус; *3* — внутри цистерны

Рисунок D.17 — Типовые соединения непоглощающих усилительных элементов



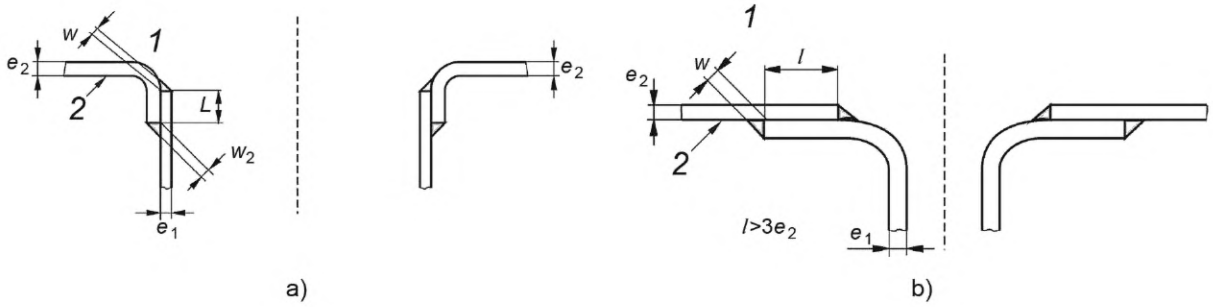
1 — корпус; *2* — внутри цистерны

Рисунок D.18 — Типовые двусторонние сварные соединения отводящих труб



1 — внутри цистерны; *2* — корпус

Рисунок D.19 — Типовое двустороннее стыковое сварное соединение



1 — внутри цистерны; *2* — корпус

Рисунок D.20 — Типовые крепления соединений патрубков

D.5 Крепление фланцев, колец и усилительных накладок к корпусу

Фланцы, кольца и усилительные накладки соединяют одним из следующих способов:

a) швом с полным проплавлением (см. рисунок D.21, a) и b));

b) двусторонним швом с полным проплавлением (см. рисунок D.21, c) и d));

c) двумя сварными швами, толщина каждого из которых в 0,7 раза больше толщины самой тонкой части (см. рисунок D.21, e)—i)).

D.6 Крепление фланцев к патрубкам

Типовые примеры соединений фланцев с патрубками показаны на рисунке D.22.

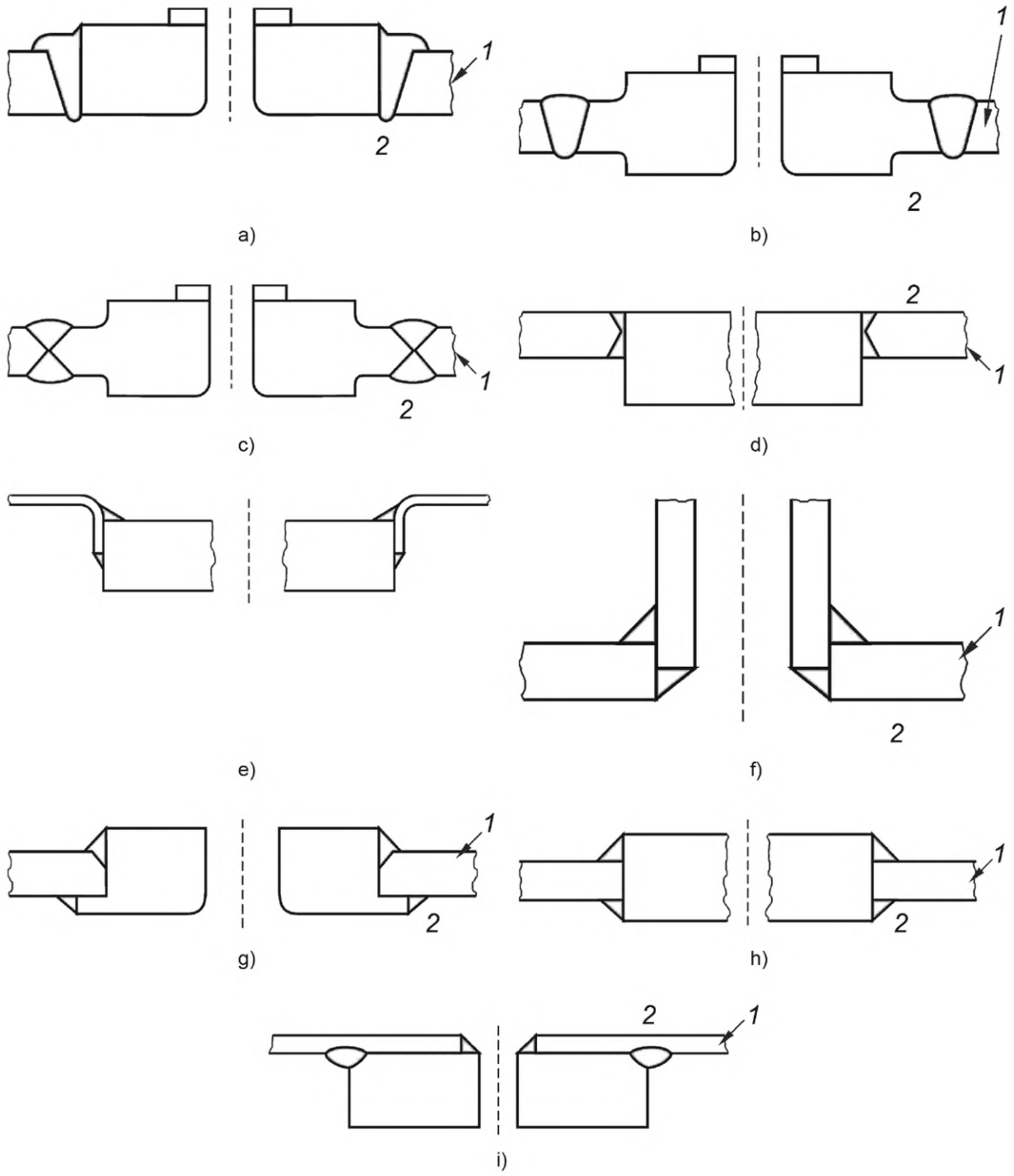
D.7 Крепление нагревательных каналов к корпусам

Крепления не должны быть несущими. Метод крепления, корпус и нагревательный канал должны быть сконструированы так, чтобы выдерживать давление, вызываемое средствами нагревания.

Крепления могут быть присоединены к корпусу одним из следующих способов:

a) односторонним сварным швом на обработанной кромке (см. рисунок D.23, a) и b));

b) с помощью приваренной промежуточной части (см. рисунок D.23, c)—e)).



1 — внутри цистерны; *2* — корпус

Рисунок D.21 — Типовые соединения фланцев, колец и усилительных накладок

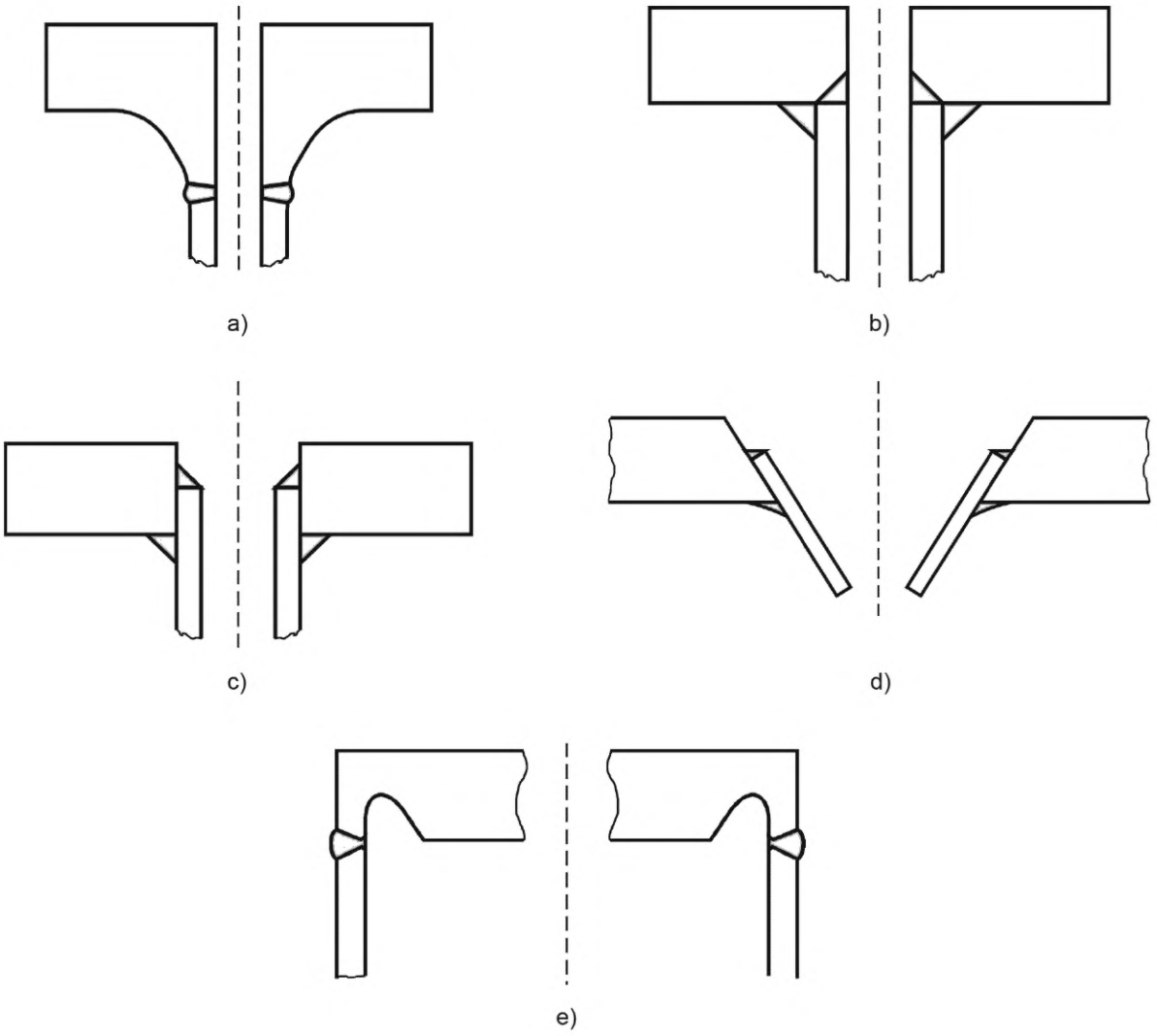


Рисунок D.22 — Типовые крепежные соединения фланцев с патрубками

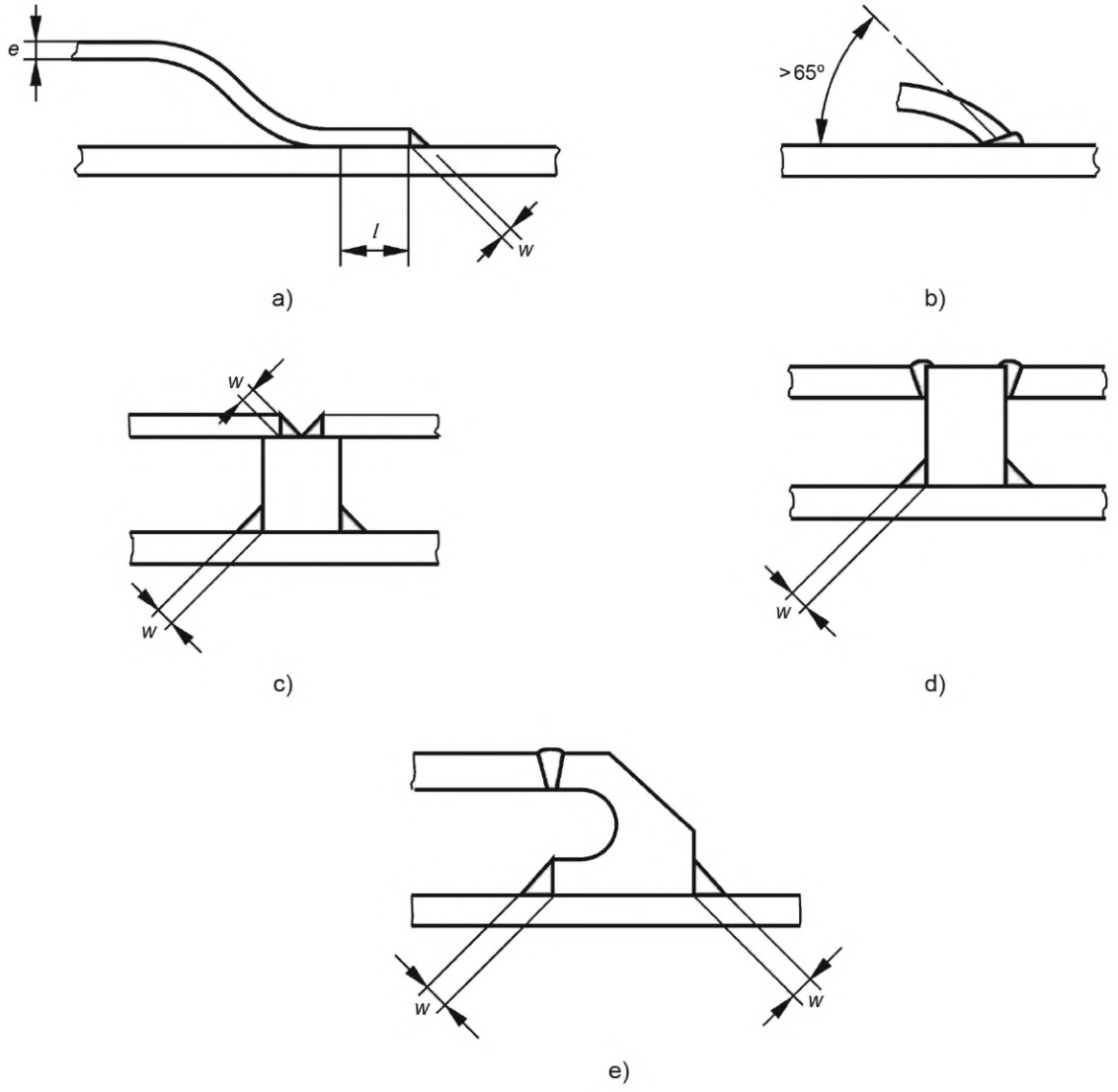


Рисунок D.23 — Типовые крепежные соединения нагревательных каналов с корпусами

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных европейских и международных стандартов межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного европейского, международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
EN 10204	—	*
EN 12972:2007	—	*
EN 13317	—	*
EN 14025	—	*
EN 14595	—	*
EN ISO 148-1	—	*
EN ISO 3834-1 (ISO 3834-1)	—	*
EN ISO 3834-2 (ISO 3834-2)	—	*
EN ISO 5817 (ISO 5817)	—	*
EN ISO 6892-1 (ISO 6892-1)	—	*
EN ISO 7500-1 (ISO 7500-1)	—	*
EN ISO 9606-1 (ISO 9606-1)	—	*
EN ISO 9606-2 (ISO 9606-2)	—	*
EN ISO 9712 (ISO 9712)	—	*
EN ISO 10042 (ISO 10042)	—	*
EN ISO 14732 (ISO 14732)	—	*
EN ISO 15607 (ISO 15607)	—	*
EN ISO 15609-1 (ISO 15609-1)	—	*
EN ISO 15609-2 (ISO 15609-2)	—	*
EN ISO 15613	—	*
EN ISO 15614 (все части) (ISO 15614)	—	*
EN ISO 17635 (ISO 17635)	IDT	ГОСТ ISO 17635—2018 «Неразрушающий контроль сварных соединений. Общие правила для металлических материалов»
EN ISO 17636-1 (ISO 17636-1)	IDT	ГОСТ ISO 17636-1—2017 «Неразрушающий контроль сварных соединений. Радиографический контроль. Часть 1. Способы рентгено- и гаммографического контроля с применением пленки»
EN ISO 17637 (ISO 17637)	—	*
EN ISO 17640 (ISO 17640)	—	*
ISO 1496-3	—	*

* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует.

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты.

Библиография

[1] Directive 2008/68/EC of the European Parliament and of the Council of 24 September 2008 on the inland transport of dangerous goods (Директива 2008/68/ЕС Европейского парламента и Совета от 24 сентября 2008 г. по внутренней перевозке опасных грузов)

[2] European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов*)

[3] Regulations concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail (Правила международной перевозки опасных грузов по железным дорогам**)

[4] EN ISO 2566-1, Steel — Conversion of elongation values — Part 1: Carbon and low alloy steels (ISO 2566-1) (Сталь. Таблицы перевода величин относительного удлинения. Часть 1. Сталь углеродистая и низколегированная)

[5] EN ISO 2566-2, Steel — Conversion of elongation values — Part 2: Austenitic steels (ISO 2566-2) (Сталь. Таблицы перевода величин относительного удлинения. Часть 2. Сталь аустенитная)

[6] EN ISO 15609-3, Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Welding procedures specification — Part 3: Electron beam welding (ISO 15609-3) (Технические требования и квалификация технологии сварки металлических материалов. Технические требования к процессу сварки. Часть 3. Электронно-лучевая сварка)

[7] EN ISO 15609-4, Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Welding procedure specification — Part 4: Laser beam welding (ISO 15609-4) (Технические требования и квалификация технологии сварки металлических материалов. Технические требования к процессу сварки. Часть 4. Сварка лазерным лучом)

[8] EN ISO 15610, Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Qualification based on tested welding consumables (ISO 15610) (Технические требования и квалификация технологии сварки металлических материалов. Оценка на основе проверенных присадочных материалов)

[9] EN ISO 15611, Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Qualification based on previous welding experience (ISO 15611) (Технические требования и квалификация технологии сварки металлических материалов. Квалификация на основе предыдущего опыта сварки)

[10] EN ISO 15612, Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Qualification by adoption of a standard welding procedure (ISO 15612) (Техническое описание и квалификация технологических процессов сварки металлических материалов. Квалификация на основе стандартного технологического процесса сварки)

* Общеизвестное как ДОПОГ.

** Общеизвестное как МПОГ.

УДК 621.642.34-98-034:656.073.436(083.74)(476) МКС 13.300; 23.020.20 IDT

Ключевые слова: цистерны металлические, перевозка опасных грузов, требования к конструкции и изготовлению

Редактор *В.Н. Шмельков*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *Е.О. Асташина*

Сдано в набор 06.09.2022. Подписано в печать 16.09.2022. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 7,44. Уч.-изд. л. 6,70.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «РСТ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Поправка к ГОСТ EN 13094—2020 Цистерны для перевозки опасных грузов. Цистерны металлические с рабочим давлением не более 0,5 бар. Требования к конструкции и изготовлению

В каком месте	Напечатано	Должно быть		
Предисловие. Таблица согласования	—	Армения	AM	ЗАО «Национальный орган по стандартизации и метрологии» Республики Армения

(ИУС № 8 2025 г.)

gost.e-ecolog.ru