ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 58031— 2017/ EN 14015: 2004

ЕМКОСТИ СТАЛЬНЫЕ ВСТРОЕННЫЕ, ВЕРТИКАЛЬНЫЕ, ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ С ПЛОСКИМ ДНОМ, СВАРНЫЕ, УСТАНАВЛИВАЕМЫЕ НАД ПОВЕРХНОСТЬЮ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ВЫШЕ

Правила проектирования и производства

**(EN 14015:2004,
Specification for the design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flat-bottomed, above ground, welded, steel tanks for the storage of liquids at ambient temperature and above,
IDT)**

Издание официальное

**Москва
Стандартинформ
2018**

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Закрытым акционерным обществом «Центральный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский и проектный институт строительных металлоконструкций им. Н.П. Мельникова» (ЗАО «ЦНИИПСК им. Мельникова») на основе официального перевода на русский язык немецкоязычной версии европейского стандарта, указанного в пункте 4, который выполнен Федеральным государственным унитарным предприятием «Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия» (ФГУП «Стандартинформ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 декабря 2017 г. № 2029-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту EN 14015:2004 «Технические условия для проектирования и изготовления монтируемых на месте эксплуатации наземных вертикальных цилиндрических сварных стальных резервуаров с плоским дном для хранения жидкостей при температуре окружающей среды и выше» (EN 14015:2004 «Auslegung und Herstellung standortgefertigter, oberirdischer, stehender, zylindrischer, geschweißter, Flachboden-Stahltanks für die Lagerung von Flüssigkeiten bei Umgebungstemperatur und höheren», IDT).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5).

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

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

© Стандартинформ, 2018

Настоящий стандарт не может быть 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, сокращения и обозначения . . . 5
4 Общие положения и требования . . . 9
5 Материалы . . . 11
6 Нагрузки и воздействия . . . 20
7 Днища резервуаров . . . 22
8 Проектирование стенок резервуаров . . . 25
9 Проектирование стационарных крыш . . . 32
10 Проектирование и расчет плавающих крыш . . . 35
11 Анкерное крепление резервуара . . . 35
12 Дополнительные элементы . . . 36
13 Теплоизоляция . . . 47
14 Изготовление частей резервуара в заводских условиях . . . 47
15 Монтаж на строительной площадке и допустимые отклонения размеров . . . 50
16 Допуски на технологию сварки и на сварщиков . . . 56
17 Сварка . . . 57
18 Испытания и контроль . . . 59
19 Требуемая техническая документация . . . 72
Приложение А (обязательное) Технические данные и требования, указываемые в документации . . . 75
Приложение В (справочное) Рекомендации по эксплуатации и безопасности резервуаров и хранилищ . . . 78
Приложение С (обязательное) Требования к понтонам . . . 80
Приложение D (обязательное) Требования к плавающим крышам . . . 91
Приложение Е (обязательное) Требования к уплотняющему затвору для плавающих крыш . . . 97
Приложение F (обязательное) Выбор нелегированных сталей по другим техническим условиям, отличным от указанных в 5.1 . . . 101
Приложение G (справочное) Рекомендации по обеспечению сейсмостойкости резервуаров для хранения . . . 106
Приложение Н (справочное) Рекомендации для других вариантов исполнения днища резервуара (двойное днище, опора на несплошное основание) . . . 112
Приложение I (справочное) Рекомендации по устройству фундаментов . . . 116
Приложение J (справочное) Примеры расчета колец жесткости (ветровых колец) . . . 121
Приложение К (обязательное) Расчет крыш резервуаров с разрывным швом . . . 124
Приложение L (обязательное) Требования к системам вентиляционного оборудования и вентиляции . . . 128
Приложение М (справочное) Анкерное крепление резервуаров . . . 136
Приложение N (справочное) Информация по сварке навесных и накладных элементов . . . 138
Приложение О (справочное) Придонные очистные люки и зумпфы резервуара . . . 141
Приложение Р (справочное) Системы подогрева и/или охлаждения . . . 147
Приложение Q (справочное) Рекомендации по проектированию и монтажу теплоизоляции . . . 149
Приложение R (обязательное) Характеристики поверхности . . . 160
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных европейских стандартов национальным и действующим в этом качестве межгосударственным стандартам . . . 162
Библиография . . . 165

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ЕМКОСТИ СТАЛЬНЫЕ ВСТРОЕННЫЕ, ВЕРТИКАЛЬНЫЕ, ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ С ПЛОСКИМ ДНОМ, СВАРНЫЕ, УСТАНАВЛИВАЕМЫЕ НАД ПОВЕРХНОСТЬЮ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ВЫШЕ

Правила проектирования и производства

Site built, vertical, cylindrical, flat-bottomed, above ground, welded, steel tanks for the storage of liquids at ambient temperature and above. Design and manufacture rules

Дата введения — 2020—01—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт распространяется на наземные вертикальные, цилиндрические, сварные, стальные резервуары с плоским днищем для хранения жидкостей при температуре окружающей среды и выше, возводимые на строительной площадке.

1.2 Настоящий стандарт распространяется на закрытые резервуары с расположенным внутри понтоном и без него, открытые резервуары с плавающей крышей.

1.3 Настоящий стандарт устанавливает требования к резервуарам с расчетным давлением менее 500 мбар и внутренним вакуумом не более 20 мбар, расчетной температурой стенки не ниже минус 40 °С и не выше плюс 300 °С, максимальным уровнем жидкости не выше верхнего края цилиндрической части оболочки. Согласно действующему законодательству Российской Федерации требования распространяются на следующие условия эксплуатации:

- наземное расположение резервуаров;
- плотность хранимых продуктов не более 1600 кг/м^3;
- максимальная температура корпуса резервуара — не выше плюс 160 °С,
- минимальная — не ниже минус 65 °С;
- нормативное внутреннее избыточное давление в газовом пространстве не более 5000 Па;
- нормативное относительное разрежение в газовом пространстве не более 500 Па;
- сейсмичность района строительства — не более 9 баллов по шкале MSK-64.

1.4 Настоящий стандарт устанавливает требования по общим конструктивным исполнениям основных частей резервуара.

1.5 Настоящий стандарт не распространяется на газовые баллоны, на проектирование, испытание, эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт предохранительного и противопожарного оборудования.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты. Для датированных ссылок следует использовать только указанное издание, для недатированных — последнее издание указанного документа (включая все поправки к нему):

EN 287-1:2004*, Qualification test of welders — Fusion welding — Part 1: Steels (Аттестация сварщиков. Сварка плавлением. Часть 1. Стали)

* Отменен. Действует EN ISO 9606-1:2012.

Издание официальное

EN 288-2*, Specification and approval of welding procedures for metallic materials — Part 2: Welding procedures specification for arc welding (Процедуры сварки металлических материалов. Технические условия и аттестация. Часть 2. Технические условия на дуговую сварку)

EN 444**, Non-destructive testing — General principles for radiographic examination of metallic materials by X- and gamma-rays (Неразрушающий контроль. Общие принципы радиографического контроля металлических материалов с применением рентгеновских и гамма-лучей)

EN 462-1***, Non-destructive testing — Image quality of radiographs — Part 1: Image quality indicators (wire type) — Determination of image quality values [Неразрушающий контроль. Качество изображения радиографических снимков. Часть 1. Индикаторы качества изображения (проволочного типа) и определение индекса значения качества изображения]

EN 462-2*4, Non-destructive testing — Image quality of radiographs — Part 2: Image quality indicators (step/hole type) — Determination of image quality values [Неразрушающий контроль. Качество изображения радиографических снимков. Часть 2. Индикаторы качества изображения (тип шаг — отверстие). Определение индекса значения качества изображения]

EN 473*5, Non-destructive testing — Qualification and certification of NDT personnel — General principles (Неразрушающий контроль. Аттестация и выдача свидетельств персоналу, занимающемуся НК. Основные принципы)

EN 485 (all parts), Aluminium and aluminium alloys — Sheet, strip and plate (Алюминий и алюминиевые сплавы. Листы, полосы и плиты) (все части EN 485)

EN 499*6, Welding consumables — Covered electrodes for manual metal arc welding of non alloy and fine grain steels — Classification (Электроды покрытые для ручной дуговой сварки металлическим электродом нелегированных и мелкозернистых сталей. Классификация)

EN 571-1*7, Non-destructive testing — Part 1: Penetrant testing — General principles (Неразрушающий контроль проникающими веществами. Часть 1. Общие принципы)

EN 754 (all parts), Aluminium and aluminium alloys — Cold drawn rod/bar and tube (Алюминий и алюминиевые сплавы. Холоднотянутые прутки и трубы)

EN 755 (all parts), Aluminium and aluminium alloys — Extruded rod/bar, tube and profiles (Алюминий и алюминиевые сплавы. Экструдированные прутки, трубы и профили)

EN 970*8, Non-destructive examination of fusion welds — Visual examination (Неразрушающий контроль швов, сваренных плавлением. Визуальный контроль)

EN 1092-1, Flanges and their joints — Circular flanges for pipes, valves, fittings and accessories, PN designated — Part 1: Steel flanges (Фланцы и их соединения. Круглые фланцы для труб, клапанов, фитингов и арматуры с обозначением PN. Часть 1. Стальные фланцы)

EN 1290*9, Non-destructive examination of welds — Magnetic partical examination of welds (Неразрушающий контроль сварных швов. Магнитопорошковая дефектоскопия)

EN 1418*10, Welding personnel — Approval testing of welding operators for fusion welding and resistance weld setters for fully mechanized and automatic welding of metallic materials (Сварочный персонал. Испытания квалификационные сварщиков на проведение полностью механизированной и автоматической сварки металлических материалов)

EN 1435*11, Non-destructive examination of welds — Radiographic examination of welded joints (Неразрушающий контроль сварных швов. Радиографический контроль сварных соединений)

EN 1593, Non-destructive testing — Leak testing — Bubble emission techniques (Неразрушающий контроль. Испытание на герметичность. Метод образования пузырей в испытательной жидкости)

---

* Отменен. Действует EN ISO 15609-1:2004.

** Отменен. Действует EN ISO 5579:2013.

*** Отменен. Действует EN ISO 19232-1:2013.

*4 Отменен. Действует EN ISO 19232-2:2013.

*5 Отменен. Действует EN ISO 9712:2012.

*6 Отменен. Действует EN ISO 2560:2015.

*7 Отменен. Действует EN ISO 3452-1:2013.

*8 Отменен. Действует EN ISO 17637:2011.

*9 Отменен. Действует EN ISO 17638:2016.

*10 Отменен. Действует EN ISO 14732:2013.

*11 Отменен. Действует EN ISO 17636-1:2013, EN ISO 17636-2:2013.

EN 1600*, Welding consumables — Covered electrodes for manual metal arc welding of stainless and heat resisting steels — Classification (Материалы, расходуемые при сварке. Покрытые электроды для ручной дуговой сварки нержавеющей и жаростойкой стали. Классификация)

EN 1714**, Non-destructive testing of welded joints — Ultrasonic examination of welded joints (Неразрушающий контроль сварных швов. Ультразвуковой контроль)

EN 1759-1, Flanges and their joints — Circular flanges for pipes, valves, fittings and accessories — Class designated — Part 1: Steel flanges, NPS 1/2 to 24 (Фланцы и их соединения. Круглые фланцы для труб, клапанов, фитингов и арматуры указанного класса. Часть 1. Фланцы стальные, NPS 1/2 до 24)

EN 1991-1-3:2003, Eurocode 1: Actions on structures — Part 1-3: General actions — Snow loads (Еврокод 1: Воздействие на строительные конструкции. Часть 1-3. Общие воздействия. Снеговые нагрузки)

EN 10025:1992***, Hot rolled products of non-alloy structural steels — Technical delivery conditions (Изделия горячекатаные из нелегированной конструкционной стали. Технические условия поставки)

EN 10028-2:1993*4, Flat products made of steels for pressure purposes — Part 2: Non-alloy and alloy steels with specified elevated temperature properties (Прокат плоский стальной для работы под давлением. Часть 2. Нелегированные и легированные стали с заданными характеристиками при повышенной температуре)

EN 10028-3:1993*5, Flat products made of steels for pressure purposes — Part 3: Weldable fine grain steels, normalized (Прокат плоский стальной для работы под давлением. Часть 3. Свариваемые мелкозернистые конструкционные стали, нормализованные)

EN 10029:1991*6, Hot rolled steel plates 3 mm thick or above — Tolerances on dimensions, shape and mass (Листы стальные горячекатаные толщиной 3 мм и более. Допуски на размеры и форму)

EN 10045-1*7, Metallic materials — Charpy impact test — Part 1: Test method (Материалы металлические. Часть 1. Испытания на ударный изгиб по Шарпи. Метод испытания)

EN 10088-1, Stainless steels — Part 1: List of stainless steels (Стали нержавеющие. Часть 1. Перечень нержавеющих сталей)

EN 10088-2:1995*8, Stainless steels — Part 2: Technical delivery conditions for sheet/plate and strip for general purposes (Стали нержавеющие. Часть 2. Технические условия поставки листовой и полосовой стали, стойкой к коррозии общего назначения)

EN 10088-3:1995*9, Stainless steels — Part 3: Technical delivery conditions for semi-finished products, bars, rods and sections for general purposes (Стали нержавеющие. Часть 3. Технические условия на поставку полуфабрикатов, стержней, прутков, катанки и профилей и продукции со специальной отделкой из коррозионно-стойких сталей общего назначения)

EN 10113-2:1993*10 Hot-rolled products in weldable fine grain structural steels — Part 2: Delivery conditions for normalized/normalized rolled steels (Изделия горячекатаные из свариваемой мелкозернистой конструкционной стали. Часть 2. Условия поставки для нормализованной/нормализованной катаной стали)

EN 10113-3:1993*11, Hot-rolled products in weldable fine grain structural steels — Part 3: Delivery conditions for thermomechanical rolled steels (Изделия горячекатаные из свариваемой мелкозернистой конструкционной стали. Часть 3. Технические условия поставки для катаной стали, подвергнутой термомеханической обработке)

---

* Отменен. Действует EN ISO 3581:2012.

** Отменен. Действует EN ISO 17640:2010.

*** Отменен. Действует EN 10025-1:2004, EN 10025-2:2004, EN 10025-3:2004, EN 10025-4:2004, EN 10025-5:2004, EN 10025-6:2004.

*4 Отменен. Действует EN 10028-2:2009.

*5 Отменен. Действует EN 10028-3:2009.

*6 Отменен. Действует EN 10029:2010.

*7 Отменен. Действует EN ISO 148-1:2016.

*8 Отменен. Действует EN 10088-2:2014.

*9 Отменен. Действует EN 10088-3:2014.

*10 Отменен. Действуют EN 10025-1:2004, EN 10025-3:2004.

*11 Отменен. Действуют EN 10025-1:2004, EN 10025-4:2004.

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

EN 10210-1:1994*, Hot finished structural hollow sections of non-alloy and fire grain structural steels — Part 1: Technical delivery requirements (Профили конструкционные полые, изготовленные методом горячего формования из нелегированных и мелкозернистых сталей. Часть 1. Технические условия поставки)

EN 10216-1, Seamless steel tubes for pressure purposes — Technical delivery conditions — Part 1: Non-alloy steel tubes with specified room temperature properties (Трубы стальные бесшовные для работы под давлением. Технические условия поставки. Часть 1. Трубы из нелегированной стали с установленными свойствами для нормальной температуры)

EN 10216-2, Seamless steel tubes for pressure purposes — Technical delivery conditions — Part 2: Non-alloy and alloy steel tubes with specified elevated temperature properties (Трубы стальные бесшовные для работы под давлением. Технические условия поставки. Часть 2. Нелегированные и легированные стали с установленными свойствами для повышенной температуры)

EN 10216-3, Seamless steel tubes for pressure purposes — Technical delivery conditions — Part 3: Alloy fine grain steel tubes (Трубы стальные бесшовные для работы под давлением. Технические условия поставки. Часть 3. Трубы из легированной мелкозернистой конструкционной стали)

EN 10216-5, Seamless steel tubes for pressure purposes — Technical delivery conditions — Part 5: Stainless steel tubes (Трубы стальные бесшовные для работы под давлением. Технические условия поставки. Часть 5. Нержавеющие стали)

EN 10217-1, Welded steel tubes for pressure purposes — Technical delivery conditions — Part 1: Non-alloy steel tubes with specified room temperature properties (Трубы стальные сварные для работы под давлением. Технические условия поставки. Часть 1. Трубы из нелегированной стали с установленными свойствами для нормальной температуры)

EN 10217-2, Welded steel tubes for pressure purposes — Technical delivery conditions — Part 2: Electric welded non-alloy and alloy steel tubes with specified elevated temperature properties (Трубы стальные сварные для работы под давлением. Технические условия поставки. Часть 2. Трубы из нелегированной и легированной стали, полученные электросваркой, с установленными свойствами для повышенной температуры)

EN 10217-3, Welded steel tubes for pressure purposes — Technical delivery conditions — Part 3: Alloy fine grain steel tubes (Трубы стальные сварные для работы под давлением. Технические условия поставки. Часть 3. Трубы из легированной мелкозернистой конструкционной стали)

EN 10217-5, Welded steel tubes for pressure purposes — Technical delivery conditions — Part 5: Submerged arc welded non-alloy and alloy steel tubes with specified elevated temperature properties (Трубы стальные сварные для работы под давлением. Технические условия поставки. Часть 5. Трубы из нелегированной и легированной стали, полученные электросваркой, с установленными свойствами для пониженной температуры)

prEN 10217-7**, Welded steel tubes for pressure purposes — Technical delivery conditions — Part 7: Stainless steel tubes (Трубы стальные сварные для работы под давлением. Технические условия поставки. Часть 7. Нержавеющие стали)

EN 10222 (all parts), Steel forgings for pressure purposes (Поковки стальные для сосудов, работающих под давлением)

EN 10250 (all parts), Open steel die forgings for general engineering purposes (Заготовки для свободной ковки стальные общего назначения)

EN 12874***, Flame arresters — Performance requirements, test methods and limits for use (Пламягасители. Требования к рабочим характеристикам, методы испытаний и пределы использования)

ENV 1991-2-1*4, Eurocode 1: Basis of design and actions on structures — Part 2-1: Actions on structures — Densities, self-weight and imposed loads (Еврокод 1: Основные положения по проектированию строительных конструкций. Часть 2-1. Вес, собственная нагрузка и полезная нагрузка)

ENV 1993-1-1*5, Eurocode 3: Design of steel structures — Part 1-1: General rules and rules for buildings (Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий)

---

* Отменен. Действует EN 10210-1:2006.

** Отменен. Действует EN 10217-7:2014.

*** Отменен. Действует EN ISO 16852:2016.

*4 Отменен. Действует EN 1991-1-1:2002.

*5 Отменен. Действует EN 1993-1-1:2005.

ENV 1993-4-2*, Eurocode 3: Design of steel structures — Part 4-2: Silos, tanks and pipelines — Tanks (Еврокод 3: Проектирование стальных конструкций. Часть 4-2. Силосы, резервуары и трубопроводы)

EN ISO 4063**, Welding and allied processes — Nomenclature of processes and reference numbers (ISO 4063:1998) [Сварка и смежные процессы. Перечень процессов и ссылочные номера(ISO 4063:1998)]

EN ISO 6520-1*4, Welding and allied processes — Classification of geometric imperfections in metallic materials — Part 1: Fusion welding (ISO 6520-1:1998) [Сварка и смежные процессы. Классификация геометрических дефектов в металлических материалах. Часть 1. Сварка плавлением (ISO 6520-1:1998)]

EN ISO 14122-1*5, Safety of machinery — Permanent means of access to machinery — Part 1: Choice of fixed means of access between two levels (ISO 14122-1:2001) [Безопасность машин. Постоянные средства доступа к машинам. Часть 1. Выбор стационарных средств доступа между двумя уровнями (ISO 14122-1:2001)]

EN ISO 14122-2*6, Safety of machinery — Permanent means of access to machinery — Part 2: Working platforms and walkways (ISO 14122-2:2001) [Безопасность машин. Постоянные средства доступа к машинам. Часть 2. Рабочие платформы и мостики (ISO 14122-2:2001)]

EN ISO 14122-3*7, Safety of machinery — Permanent means of access to machinery — Part 3: Stairs, stepladders and guard-rails (ISO 14122-3:2001) [Безопасность машин. Постоянные средства доступа к машинам. Часть 3. Лестницы, стремянки и перила (ISO 14122-3:2001)]

EN ISO 14122-4*8, Safety of machinery — Permanent means of access to machinery — Part 4: Fixed ladders (ISO 14122-4:1996) [Безопасность машин. Постоянные средства доступа к машинам. Часть 4. Стационарные лестницы (ISO 14122-4:1996)]

EN ISO 15607:2003, Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — General rules (ISO 15607:2003) [Спецификация и квалификация процедур сварки металлических материалов. Общие правила (ISO 15607:2003)]

EN ISO 15614-1:2004*9, Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Welding procedure test — Part 1: Arc and gas welding of steels and arc welding of nickel and nickel alloys (ISO 15614-1:2004) [Технические требования и оценка процедур сварки металлических материалов. Испытание процедур сварки. Часть 1. Дуговая и газовая сварка сталей, дуговая сварка никеля и никелевых сплавов (ISO 15614-1:2004)]

3 Термины, определения, сокращения и обозначения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **аварийная вентиляция** (emergency veuting*10; not – ent – und/oder – belüftung*11): Вентиляция в случае пожара или вентиляция при ненадлежащем функционировании оборудования резервуара.

3.1.2 **аккумуляция** (accumulation*10; akkumulation*11): Разность установленного избыточного давления клапана и избыточного давления в резервуаре или, соответственно, установленного вакуума клапана и вакуума в резервуаре, при которой достигается требуемая мощность потока.

3.1.3 **вентиляция в результате испарения** (eraporation venting*10; entlüftung durch verdampfung*11): Отток воздуха и паров, образовавшихся вследствие испарения жидкого продукта.

3.1.4 **вентиляция вследствие изменения температуры** (thermal outbreathing/inbreathing*10, wärmebedingte entlüftung*11): Отток воздуха при создании избыточного давления в результате атмосферного нагрева охлаждения резервуара.

---

* Отменен. Действует EN 1993-4-2:2007.

** Отменен. Действует EN ISO 4063:2011 (ISO 4063:2009).

*4 Отменен. Действует EN ISO 6520-1:2007 (ISO 6520-1:2007).

*5 Отменен. Действует EN ISO 14122-1:2016 (ISO 14122-1:2016).

*6 Отменен. Действует EN ISO 14122-2:2016 (ISO 14122-2:2016).

*7 Отменен. Действует EN ISO 14122-3:2016 (ISO 14122-3:2016).

*8 Отменен. Действует EN ISO 14122-4:2016 (ISO 14122-4:2016).

*9 Отменен. Действует ISO 15614-1:2017.

*10 en.

*11 de.

3.1.5 **вентиляционный клапан** (bleeder vent*; entlüfter**): Устройство в понтоне, через которое в процессе заполнения резервуара отводятся газы из пространства между поверхностью жидкости и понтоном, а при откачке хранимого продукта при нахождении понтона на опорах осуществляется выравнивание давления. Вентиляционные клапаны обычно устанавливают на крыше резервуара.

3.1.6 **вентиляционная труба** (vent pipes*; ent-/belüftungsrohre**): Труба для клапана с подключением к трубопроводу.

3.1.7 **вентиляционные окна с кожухами** (free vents*; lüfterhauben**): Открытые вентиляционные отверстия.

3.1.8 **вентиляция при избыточном давлении в нормальных условиях эксплуатации** (normal pressure ventig*; normale entlüftung bei überdruck**): Отток воздуха в нормальных условиях эксплуатации (при закачке хранимого продукта в резервуар и при оттоке воздуха вследствие изменения температуры).

3.1.9 **вентиляция при вакууме в нормальных условиях эксплуатации** (normal vacuum ventig*; normale belüftung bei unterdruck): Приток воздуха в нормальных условиях эксплуатации (при откачке хранимого продукта из резервуара и при притоке воздуха вследствие изменения температуры).

3.1.10 **впускной диффузор** (inlet diffuser*; eintrittsdiffusor**): Конструктивный элемент, подсоединяемый к впускной трубе, который распределяет подаваемый в резервуар хранимый продукт.

3.1.11 **заказчик** (purchaser*; besteller**): Предприятие или его представитель, который подготавливает и заключает с подрядчиком договор на расчет, конструирование и испытание резервуаров для хранения жидкостей.

3.1.12 **защитное ограждение крыши** (cover*; deckenrandprofil**): Несущая конструкции контурного уплотнения.

3.1.13 **изготовитель** (manufacturer*; hersteller**): Предприятие, которое изготовляет части резервуара в заводских условиях.

Примечание — Одно отдельное предприятие может выполнять две или несколько этих функций.

3.1.14 **изготовитель сварочных материалов** (welding consumables manufacturer*; schweißzusatzhersteller**): Определенный изготовитель материалов для сварных соединений.

Примечание — Одно отдельное предприятие может выполнять две или несколько этих функций.

3.1.15 **инспектор** (inspector*; abnahmebeauftragter**): Человек или предприятие, который (которое) выполняет проверку резервуара в рамках выполнения своих служебных обязанностей, а также по поручению заказчика.

3.1.16 **испытательное давление** (test pressure*; prüfdruck**): Давление в пространстве над испытательной жидкостью во время испытания.

3.1.17 **клапаны аварийной вентиляции** (emergency venting valves*; not — ent — und/oder belüftungsventile**): Предохранительные клапаны по избыточному давлению и вакууму для сброса давления или вакуума в случае аварии.

3.1.18 **клапаны с подключением к трубопроводу** (pipe away valves*; ventile mit rohrleitungsanschluss**): Предохранительные клапаны по избыточному давлению или вакууму, к которым может быть подключена вентиляционная труба.

3.1.19 **конструктор** (designer*; konstrukteur**): Человек или предприятие, который (которое) выполняет расчет и техническое проектирование резервуара.

Примечание — Одно отдельное предприятие может выполнять две или несколько этих функций.

3.1.20 **максимальное расчетное землетрясение** [safe shutdown earthquake (SSE)*; sicherheitserdbeben**]: Землетрясение, которое повреждает резервуар, но не приводит к его отказу или связанным с ним серьезным рискам.

3.1.21 **максимальная расчетная температура стенки корпуса** (maximum design metal temperature*; höchste auslegungswandtemperatur**): Температура, для которой устанавливаются допустимые пластические характеристики металла.

3.1.22 **максимальный уровень жидкости в резервуаре с плавающей крышей** (maximum liquid operating height in tank with floating cover*; maximale füllhöhe in tanks mit schwimmdecke**): Уровень хранимого продукта в резервуаре перед введением в эксплуатацию.

---

* en.

** de.

3.1.23 **минимальная расчетная температура стенки корпуса** (minimum design metal temperature*; niedrigste auslegungswandtemperatur**): Минимальная температура, которую принимают по статистическим данным для данной местности.

3.1.24 **оксигенирующие добавки** (oxygenates*; oxygenierungsstoffe**): Обогащенные кислородом соединения, которые могут быть добавлены к топливу для увеличения производительности.

3.1.25 **периферийное кольцо жесткости** [peripheral (rim) seal*; deckenrandkonstruktion**]: Несущая конструкция, к которой крепится уплотняющий затвор.

3.1.26 **плавучесть** (byoyaney*; schwimmfähigkeit**): Способность конструктивного элемента плавать на поверхности жидкости.

3.1.27 **плавающее всасывающее устройство** (floating suction device*; schwimmsaugeinrichtung**): Механическое устройство в резервуаре (при необходимости расположенное наклонно) определенной конструкции и назначения, которое позволяет выполнять откачку хранимого продукта вблизи поверхности.

Примечание — Плавающее всасывающее устройство применяют, например, в резервуарах для хранения авиационного топлива.

3.1.28 **плавающая крыша** (floating roof*; schwimmdach**): Металлическая конструкция, плавающая на поверхности жидкости для защиты хранимого продукта от атмосферных осадков.

3.1.29 **подрядчик** (contractor*; auftragnehmer**): Предприятие, с которым заказчик заключает договор на расчет, изготовление, монтаж и испытание резервуаров для хранения жидкостей.

Примечание — Одно отдельное предприятие может выполнять две или несколько этих функций.

3.1.30 **понтон** (floating cover*; schwimmdecke**): Конструкция, которая плавает на поверхности жидкости в резервуаре со стационарной крышей для уменьшения потерь от испарения.

3.1.31 **понтон контактного типа** (contact type floating cover*; aufliegende schwimmdecke**): Понтон, который плавает непосредственно на поверхности жидкости без образования пространства между нижней стороной понтона и поверхностью жидкости.

3.1.32 **понтон поплавкового типа** (non-contact type floating cover*; maximale füllhöhe in tanks mit schwimmdecke**): Понтон, опирающийся на камеры, короба или поплавки, которые приподнимают понтон над уровнем жидкости таким образом, что между нижней стороной понтона и поверхностью жидкости образуется свободное пространство.

3.1.33 **поставщик** (supplier*; lieferant**): Предприятие, которое изготавливает и поставляет элементы конструкции.

3.1.34 **предохранительные клапаны по избыточному давлению и вакууму** (pressure/vacuum valves*; überdruck-/unterdruckventile**): Клапаны для сброса давления при избыточном давлении или вакууме соответственно.

3.1.35 **проектное землетрясение** [operating basis earthquake (OBE)*; auslegungserdbeben**]: Землетрясение, которое резервуар выдерживает без повреждений.

3.1.36 **производитель работ** (erector*; errichter**): Предприятие, которое может выполнять работы по изготовлению, а также осуществляет монтаж резервуара на строительной площадке.

Примечание — Одно отдельное предприятие может выполнять две или несколько этих функций.

3.1.37 **расчетное давление** (design pressure*; auslegungsdruck**): Максимально допустимое избыточное давление в пространстве над хранимым продуктом.

3.1.38 **расчетное внутреннее отрицательное давление** (design internal negative pressure*; auslegungsunterdruck**): Максимально допустимый вакуум в пространстве над хранимым продуктом.

3.1.39 **система вентиляционных устройств с огневыми предохранителями** (venting system with flame arresting capability*; ent- bzw belüftungssystem mit flammendurchschlagsicherung**): Вентиляционные патрубки или клапаны по избыточному давлению или вакууму в комбинации с огневыми предохранителями или встроенными огнепреградителями.

3.1.40 **статическое электричество** (static electricity*, statische elektrizität**): Образование разности потенциалов или зарядов вследствие трения различных веществ, например при течении жидкости по трубопроводам.

---

* en.

** de.

3.1.41 **температура наиболее холодных суток** [LODMAT (lowest one day mean ambient temperature)*; niedrigste über einen tag gemittelte umgebungstemperatur**]: Минимальная среднесуточная температура для данной местности, зафиксированная для любого периода в течение года.

Примечание — Среднесуточная температура соответствует половине суммы максимальной и минимальной температур за эти сутки.

3.1.42 **установленное давление** (set pressure*; einstelldruck**): Давление, при котором происходит первое открытие устройства для сброса давления.

3.1.43 **установленный вакуум** (set vacuum*; einstellunterdruck**): Вакуум, при котором происходит первое открытие устройства для сброса давления.

3.1.44 **уплотнение по периметру** (cover skirt*; randabdichtung**): Уплотнение по краю плавающей крыши или понтона, которое прилегает к оболочке резервуара с применением уплотняющего затвора.

3.2 Обозначения

В настоящем стандарте применены следующие условные обозначения:

c — припуск на коррозию, мм;
D — диаметр резервуара, м;
d — диаметр отверстий, мм;
d_h — диаметр отверстий в крыше, мм;
d_i — внутренний диаметр патрубков, мм;
d_n — наружный диаметр патрубков, мм;
d_O — наружный диаметр усиливающей накладки смотрового люка, мм;
d_r — наружный диаметр усиливающей накладки, мм;
e — номинальная толщина листа, мм;
e_a — номинальная толщина листа окрайки, мм;
e_b — толщина листа днища, мм;
e_{br} — толщина усиления днища (придонный очистной люк), мм;
e_c — расчетная минимальная толщина листа, включая припуск на коррозию, мм;
e_f — толщина фланца, мм;
e_i — толщина врезного усиливающего листа днища, мм;
e_n — толщина патрубка, мм;
e_p — толщина листа крыши, мм;
e_r — толщина усиливающего листа, мм;
e_s — толщина листа стенки, мм;
e_t — толщина листа стенки в условиях испытания, мм;
e_1 — толщина первого пояса стенки, мм;
F — коэффициент перегрузки;
H — расчетный уровень жидкости, м;
H_c — высота от рассматриваемого нижнего пояса до расчетного уровня жидкости, м;
h_n — высота патрубка, мм;
L_r — эффективная длина стенки, мм;
L_s — эффективная длина крыши, мм;
l_a — ширина листа окрайки между внутренним краем листа днища и внутренней стороной стенки, мм;
l_d — расстояние между наружной стороной листа стенки и наружным краем листа днища или листа окрайки, мм;
l_w — ширина нахлеста листа днища и листа окрайки, мм;
p — расчетное давление, мбар;
p_i — внутреннее давление за вычетом давления, вызванного крышей, мбар;
p_t — испытательное давление, мбар;
R — радиус резервуара, м;
r_1 — радиус кривизны крыши, м;
r_i — внутренний радиус патрубка, мм;

---

* en.

** de.

r_m — средний радиус патрубка, мм;
r_O — наружный диаметр патрубка, мм;
S — допустимое расчетное напряжение, Н/мм^2;
S_c — допустимое напряжение сжатия, Н/мм^2;
S_t — допустимое напряжение в условиях испытаний, Н/мм^2;
t — общее отклонение толщины, мм;
T_{DM} — расчетная температура стенки корпуса, °С;
V — расчетная скорость ветра, м/с;
W — плотность хранимого продукта, кг/л;
W_t — плотность испытательной среды, кг/л;
Z — момент сопротивления, см^3.

3.3 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:
HAZ — зона термического влияния;
LODMAT — температура наиболее холодных суток;
MTBE — метил-тетрабутиловый эфир;
NDE — неразрушающий контроль и испытания;
NDT — неразрушающий контроль и испытания;
PCD — диаметр установки болтов;
PWHT — тепловая обработка после сварки;
TBA — тетрабутиловый спирт.

4 Общие положения и требования

4.1 Технические данные и требования

Технические данные и требования, указываемые в документации при оформлении заказа, представлены в приложении А.

4.2 Все резервуары должны быть заземлены

4.3 Расчетное давление

4.3.1 Расчетное избыточное давление и расчетный вакуум должны находиться в пределах, указанных в таблице 1 для типа резервуара, установленного заказчиком (см. 4.3.2, 4.3.3 и А.1 приложения А).

4.3.2 Сумма установленного избыточного давления устройства для сброса давления и дифференциального давления для требуемой мощности потока не должна превышать расчетное избыточное давление.

4.3.3 Сумма установленного расчетного вакуума устройства для сброса давления и дифференциального давления для требуемой мощности потока не должна превышать расчетный вакуум.

Таблица 1 — Предельные значения расчетного давления для резервуаров

Тип резервуара	Расчетное избыточное давление p,мбар (газ)	Расчетный вакуум p_v, мбар (газ)
Открытые резервуары или резервуары с плавающей крышей[a]	0	5
Закрытые резервуары		
Резервуары без давления[b]	≤10	≤5
Резервуары с низким давлением[b, c]	≤25	≤8,5
Резервуары с высоким давлением[b, c]	≤60	≤8,5
Резервуары с очень высоким давлением[c, d, e]	≤500	≤20
Для определенных комбинаций диаметров резервуара и расчетного вакуума требования данного документа к листам крыши и усилению патрубков в крыше могут быть недостаточными. Связанные с этим дополнительные требования должны быть согласованы (см. А.2 приложения А).		

Окончание таблицы 1

[a] Значения расчетного вакуума используются только для расчета устойчивости стенки (см. 8.3).

[b] Установленные расчетные давления являются теми значениями, при которых наступают указанные в 6.2 состояния нагрузки. Эти значения используются для расчета толщины стенки (см. 6.2.1), устойчивости стенки (см. 8.3), толщины крыши (см. 9.3), нагруженной давлением области соединения стенки и крыши (см. 9.4), для выбора и проектирования вентиляционной аппаратуры (см. 9.5), для анкерного крепления резервуара (см. раздел 11) и выбора типа крыши и ее расчета.

[c] Требования 8.3 к устойчивости стенки не действуют при расчетном вакууме выше 5,0 мбар. Метод проектирования и допуски на изготовление для расчетного вакуума выше 5,0 мбар должны быть согласованы.

[d] Фактическое расчетное избыточное давление и фактический расчетный вакуум, установленный заказчиком в пределах названных диапазонов (см. А.1 приложения А).

[e] Максимально возможный диаметр резервуара, который рассчитывается для очень высоких давлений, ограничен практическими соображениями. Предельный диаметр зависит от фактического расчетного избыточного давления и фактического расчетного вакуума, которые используются для расчетов, перечисленных в сноске b.

4.4 Расчетная температура стенки корпуса

4.4.1 Максимальная расчетная температура стенки корпуса не должна превышать 300 °С.

4.4.2 Минимальная расчетная температура стенки корпуса должна соответствовать минимальной температуре хранимого продукта или температуре, указанной в таблице 2, в зависимости от того, какая температура ниже.

Примечание — Если температура окружающей среды ниже минус 40 °С, то необходимо руководствоваться действующими на территории Российской Федерации нормативными документами (т. к. ЕН 14015 не распространяется на температуру ниже минус 40 °С, см. раздел 1).

Таблица 2 — Минимальная расчетная температура стенки на основании средних данных

Температура наиболее холодных суток (LODMAT) T_1, °С	Минимальная расчетная температура стенки корпуса	
	Значение за 10 лет, °С	Значение за 30 лет, °С
от –10 и выше	T_1 + 5	T_1 + 10
от –25 < до –10	T_1	T_1 + 5
Ниже –25	T_1 минус 5	T_1
При расчетных температурах стенки 0°С и выше при определении минимальной расчетной температуры стенки для резервуара допускается не учитывать положительное воздействие отопления или теплоизоляции. Если минимальная расчетная температура стенки ниже 0 °С, необходимость учета положительного влияния теплоизоляции или отопления должна быть согласована, но при этом расчетная температура стенки должна быть не выше 0 °С.		

4.5 Расчетная плотность и предел текучести

4.5.1 Расчетная плотность должна соответствовать максимальной плотности, установленной для хранимого продукта.

Примечание — Если для резервуара или группы резервуаров требуется возможность использования для хранения различных продуктов, расчетная плотность должна соответствовать максимальной ожидаемой плотности хранимых продуктов.

4.5.2 Предел текучести материала должен соответствовать следующим минимальным значениям:

- для нелегированных сталей — пределу текучести при нормальной температуре или пределу текучести, при котором остаточная деформация составляет 0,2 %;
- для нелегированных сталей — пределу текучести, при котором остаточная деформация составляет 0,2 % при повышенной температуре (более 100 °С);
- для нержавеющих сталей — пределу текучести, при котором остаточная деформация составляет 1,0 % при нормальной температуре;
- для нержавеющих сталей — пределу текучести, при котором остаточная деформация составляет 1,0 % при повышенной температуре (более 50 °С).

5 Материалы

5.1 Требования к материалам

Существует возможность применения основных и сварочных материалов отечественного производства в соответствии с нормативными документами, действующими на национальном уровне. Требования к свойствам отечественных материалов должны соответствовать нормативным документам, действующим на национальном уровне. При этом значения основных характеристик применяемых материалов должны быть не ниже требований, приведенных в приложении F. В случае разночтений в европейских нормах и нормативных документах, действующих на национальном уровне, необходимо применять более жесткие требования.

Допускается применение основных сварочных материалов в соответствии с нормативными документами, действующими на национальном уровне, при этом значения основных свойств должны быть не ниже требований настоящего стандарта. При наличии разночтений в европейских нормах и нормативных документах, действующих на национальном уровне, руководствоваться более жесткими требованиями.

5.2 Нелегированные стали

5.2.1 Все листы из нелегированных сталей, которые применяются для изготовления резервуаров в соответствии с настоящим стандартом, должны удовлетворять минимальным требованиям согласно таблицам 3—5 в сочетании с таблицей 7 и рисунком 1, если не согласовано иное (см. А.2 приложения А). При применении марки стали, отличной от указанных в таблицах 3—5, она должна удовлетворять требованиям приложения F.

Таблица 3 — Горячекатаные изделия с минимальными значениями предела текучести не более 275 Н/мм^2

Стандарт	Краткое обозначение марки стали	Опция	Тип марки стали на рисунке 1	Максимальная толщина[a], мм
EH 10025:1993	S235JRG2	1, 12	Тип I	12
	S235J0	1, 5, 12	Тип II	30
	S235J2G3	1, 5, 12	Тип III	40
	S235J2G4	1, 5, 12	Тип III	40
	S275JR	1, 12	Тип I	12
	S275J0	1, 5, 12	Тип II	30
	S275J2G3	1, 5, 12	Тип III	40
	S275J2G4	1, 5, 12	Тип III	40
Вариант 1: требуется указать метод изготовления стали. Вариант 5: для листов толщиной более 20 мм углеродный эквивалент должен быть равным или меньше 0,42 %. Вариант 12: свидетельство о прохождении испытаний должно соответствовать свидетельству о прохождении приемочных испытаний 3.1B по EH 10204:2004, за исключением номинальной толщины листов (например, листов крыши, днища, листов стенки с номинальной толщиной), для которых требуется составление заводского свидетельства об испытании 2.2 согласно EH 10204:2004.				
Стандарт	Краткое обозначение марки стали	Опция	Тип марки стали на рисунке 1	Максимальная толщина[a], мм
EH 10113-2:1993	S275N	1, 2, 19a	Тип IV	40
	S275NL	1, 2, 19a	Тип IV	40
EH 10113-3:1993	S275M	1, 2, 19a	Тип IV	40
	S275ML	1, 2, 19a	Тип IV	40
Вариант 1: требуется указать метод изготовления стали. Вариант 2: для листов толщиной более 20 мм углеродный эквивалент должен быть равным или меньше 0,42 %. Вариант 19a: для листов толщиной более 20 мм требуется подтверждение характеристики ударной вязкости на основании поглощенной энергии.				
[a] Значение максимальной толщины должно быть меньшим из двух значений: указанного в настоящей таблице и полученного по рисунку 1.				

Таблица 4 — Горячекатаные изделия с минимальными значениями предела текучести более 275 Н/мм^2 и не более 355 Н/мм^2

Стандарт	Краткое наименование марки стали	Опция	Тип марки стали на рисунке 1	Максимальная толщина[a], мм
ЕН 10025:1993	S355JR	1, 6, 12	Тип V	10
	S355J0	1, 6, 12	Тип VI	15
	S355J2G3	1, 5, 6, 12, 20	Тип VII	40
	S355J2G4	1, 5, 6, 12, 20	Тип VII	40
	S355K2G3	1, 5, 6, 12, 20	Тип VIII	40
	S355K2G4	1, 5, 6, 12, 20	Тип VIII	40
Вариант 1: требуется указать метод изготовления стали. Вариант 5: для листов толщиной более 20 мм углеродный эквивалент должен быть равным или меньше 0,42 %. Вариант 6: требуется указать содержание Cr, Cu, Mo, Nb, Ni, Ti и V. Вариант 12: свидетельство о прохождении испытаний должно соответствовать свидетельству о прохождении приемочных испытаний 3.1B в ЕН 10204:2004, за исключением номинальной толщины листов (например, листов крыши, днища, листов стенки с номинальной толщиной), для которых требуется составление заводского свидетельства об испытании 2.2 согласно ЕН 10204:2004. Вариант 20: для листов толщиной более 20 мм требуется подтверждение характеристики ударной вязкости на основании поглощенной энергии.				
Стандарт	Краткое наименование марки стали	Опция	Тип марки стали на рисунке 1	Максимальная толщина[a], мм
ЕН 10113-2:1993	S355N	1, 2, 19a	Тип VIII	40
	S355NL	1, 2, 19a	Тип IX	40
ЕН 10113-3:1993	S355M	1, 2, 19a	Тип VIII	40
	S355ML	1, 2, 19a	Тип IX	40
Вариант 1: требуется указать метод изготовления стали. Вариант 2: для листов толщиной более 20 мм углеродный эквивалент должен равняться или быть меньше 0,42 %. Вариант 19a: для листов толщиной более 20 мм требуется подтверждение характеристики ударной вязкости на основании поглощенной энергии.				
[a] Значение максимальной толщины должно быть меньшим из двух значений: указанного в настоящей таблице и полученного по рисунку 1.				

Таблица 5 — Горячекатаные изделия с минимальными значениями предела текучести более 355 Н/мм^2

Стандарт	Краткое наименование марки стали	Опция	Тип марки стали на рисунке 1	Максимальная толщина[a], мм
ЕН 10113-2:1993	S420N	1, 2, 19a	Тип X	40
	S420NL	1, 2, 19a	Тип XI	40
ЕН 10113-3:1993	S420M	1, 19a	Тип X	40
	S420ML	1, 2, 19a	Тип XI	40
Вариант 1: требуется указать метод изготовления стали. Вариант 2: для листов толщиной более 20 мм углеродный эквивалент должен равняться или быть меньше 0,42 %. Вариант 19a: для листов толщиной более 20 мм требуется подтверждение характеристики ударной вязкости на основании поглощенной энергии.				
[a] Значение максимальной толщины должно быть меньшим из двух значений: указанного в настоящей таблице и полученного по рисунку 1.				

Таблица 6 — Горячекатаные изделия для применения при повышенных температурах (более 100 °С)

Стандарт	Краткое наименование марки стали	Тип марки стали на рисунке 1	Максимальная толщина[a], мм
ЕН 10028-2:1993	P235GH	Тип II A	30
	P265GH	Тип II A	30
	P295GH	Тип VI A	40
	P355GH	Тип VI A	40
ЕН 10028-3:1993	P275NH	Тип IV	40
	P275NL2	Тип IV	40
	P355NH	Тип VIII	40
	P355NL2	Тип IX	40
Примечание — Для листов толщиной более 20 мм углеродный эквивалент должен равняться или быть меньше 0,42 %.			
[a] Значение максимальной толщины должно быть меньшим из двух значений, а именно указанного в этой таблице и полученного из рисунка 1.			

Таблица 7 — Ударная вязкость образца с надрезом для типов марок стали

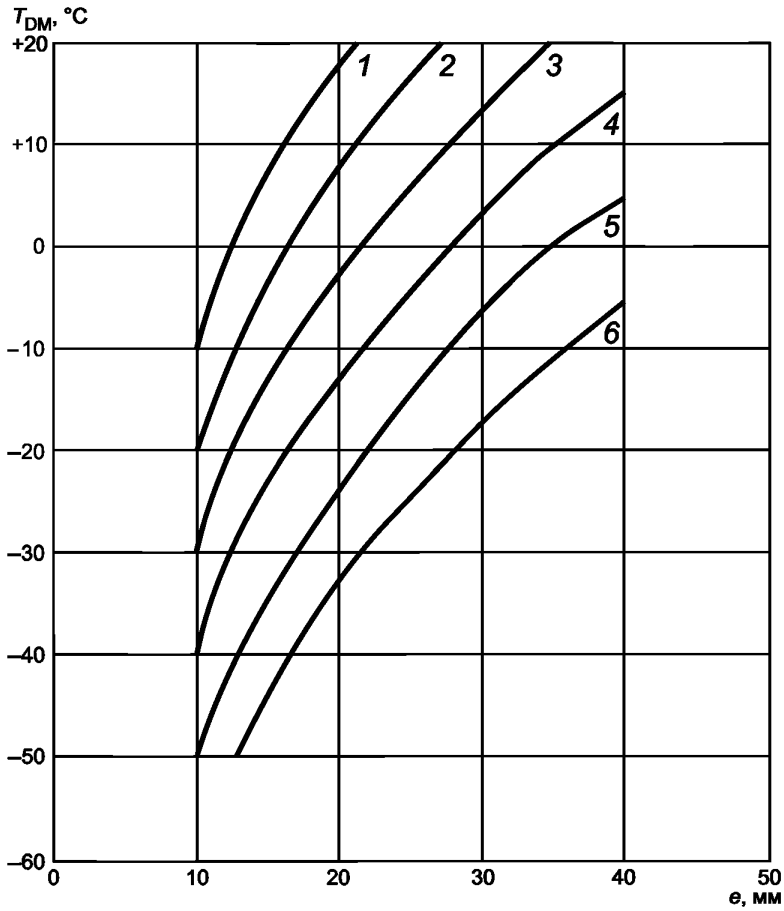
Тип марки стали	Ударная вязкость
I	27 Дж при +20 °С
II	27 Дж при 0 °С
II A	27 Дж при –10 °С
III	27 Дж при –20 °С
IV	27 Дж при –30 °С
V	40 Дж при +30 °С[a]
VI	40 Дж при +10 °С[b]
VI A	40 Дж при +0 °С
VII	40 Дж при –10 °С[c]
VIII	40 Дж при –20 °С
IX	40 Дж при –30 °С
X	55 Дж при +20 °С
XI	55 Дж при 0 °С
Примечание 1 — Требуемые значения энергии, затраченной на разрушение образца, представляют собой значения, полученные для образца, вырезанного в продольном направлении относительно прокатки: - 27 Дж для марок стали 235 и 275; - 40 Дж для марки стали 355; - 55 Дж для марок стали выше 355. Примечание 2 — Для климатических условий европейского континента не требуется применять стали с ударной вязкостью выше указанной в строке 6, однако были включены марки 275 ML и т. д., так как они отвечают требования типа IV.	
[a] Экстраполяция 27 Дж при +20 °С. [b] Экстраполяция 27 Дж при 0 °С. [c] Экстраполяция 27 Дж при –20 °С.	

5.2.2 Если расчетная температура стенки выше 100 °С, то марки стали с установленными значениями пределов текучести при повышенных температурах должны соответствовать таблице 8.

Для других марок сталей, для которых в стандартах на материалы не установлены значения предела текучести при повышенной температуре, фактическое значение для каждой плавки поставляемого материала должно быть подтверждено в документации производителем стали в соответствии с ЕН 10025 (см. А.4 приложения А).

5.2.3 Результаты испытаний должны быть указаны в свидетельстве о прохождении приемочных испытаний 3.1В по ЕН 10204:2004.

5.2.4 Если максимальная расчетная температура стенки превышает 250 °С, следует применять стали, для которых подтверждена нечувствительность к старению. Метод подтверждения должен быть согласован (см. А.5 приложения А).



T_{DM} — расчетная температура стенки; *e* — номинальная толщина; *1* — марка стали типов I, V и X (испытание на ударный изгиб при +20 °С); *2* — марка стали типа VI (испытание на ударный изгиб при +10° С); *3* — марка стали типов II, VI A и XI (испытание на ударный изгиб при 0 °С); *4* — марка стали типов II A и VII (испытание на ударный изгиб при –10 °С); *5* — марка стали типов III и VIII (испытание на ударный изгиб при –20 °С); *6* — марка стали типов IV и IX (испытание на ударный изгиб при –30 °С)

Рисунок 1 — Самые низкие температуры применения марок стали

5.3 Стальные профили

5.3.1 Все стальные профили из нелегированных сталей, которые применяются для изготовления резервуаров, должны удовлетворять требованиям таблиц 3—5 или 8 в соответствии с настоящим стандартом.

Таблица 8 — Стальные профили

Стандарт	Краткое наименование марки стали	Тип марки стали
EH 10210-1:1994	S235JRH	Тип I
	S275JOH	Тип II
	S275J2H	Тип III
	S275NH	Тип IV
	S275NLH	Тип IV
	S355JOH	Тип VI
	S355J2H	Тип VII
	S355NH	Тип VIII
	S355NLH	Тип IX

5.3.2 Стальные профили следует поставлять со свидетельством о прохождении испытаний согласно EH 10204:2004, заводской сертификат 2.2, за исключением марок сталей S275NH/NLH и S355NH/NLH, которые следует поставлять со свидетельством о прохождении приемочных испытаний 3.1B.

5.3.3 Усиливающие листы и накладки, элементы жесткости и т. д. следует изготовлять из марок стали согласно 5.1.1.

5.4 Поковки

5.4.1 Поковки из стали должны быть изготовлены свободной ковкой или раскатыванием колец в соответствии с EH 10250 и EH 10222.

5.4.2 Механические характеристики поковок также должны соответствовать 5.7.1 и 5.7.4.

5.4.3 Фланцы для патрубков в стенке резервуара должны иметь маркировку, выполненную клеймением или стойкой краской. В маркировке должны быть указаны следующие данные: название или логотип изготовителя; значение ступеней давления; марка стали; условное обозначение стали; знак инспектора завода.

5.4.4 Свидетельство о прохождении испытаний в виде свидетельства о прохождении приемочных испытаний 3.1B по EH 10204:2004 должно быть предоставлено при поставке фланцев патрубков, устанавливаемых на такие конструктивные элементы резервуаров, для которых требуется свидетельство о прохождении испытаний в виде свидетельства о прохождении приемочных испытаний 3.1B по EH 10204:2004. Эти свидетельства также должны содержать имена изготовителя исходного материала и значения механических характеристик готовых поковок.

5.4.5 Свидетельство о прохождении испытаний в виде заводского сертификата 2.2 по EH 10204:2004 следует предоставлять при поставке других фланцев.

Примечание — Фланцы для патрубков крыши, смотровых люков или люков для очистки могут быть вырезаны из листов. Качество вырезанных фланцев должно быть гарантировано изготовителем фланцев одним из следующих способов: или применением листов со специальными свойствами в поперечном направлении в соответствии с классом качества Z15 в [4], или посредством ультразвукового контроля для исключения расслоения.

5.5 Трубы

5.5.1 Для изготовления патрубков следует применять бесшовные трубы или прямошовные сварные трубы согласно положениям стандартов серии prEH 10216 или prEH 10217.

5.5.2 Механические характеристики труб также должны соответствовать требованиям 6.1.6 и 6.1.7.

5.5.3 Трубы для трубопроводов, подсоединяемых к стенке, должны быть маркированы согласно положениям в соответствующих стандартах серии prEH 10216 или prEH 10217.

5.5.4 Свидетельство о прохождении испытаний в виде свидетельства о прохождении приемочных испытаний 3.1B по EH 10204:2004 следует предоставлять при поставке труб, устанавливаемых на такие конструктивные элементы резервуаров, для которых требуется свидетельство о прохождении испытаний в виде свидетельства о прохождении приемочных испытаний 3.1B по EH 10204:2004. Эти свидетельства также должны содержать название изготовителя исходного материала и значения механических характеристик готовых труб.

5.5.5 Свидетельство о прохождении испытаний в виде заводского сертификата 2.2 по EH 10204:2004 следует предоставлять при поставке других труб.

5.5.6 Трубы для изготовления элементов системы нагрева следует поставлять в соответствии со стандартом на материалы. Трубы должны соответствовать положениям [7].

5.6 Материалы для сварных соединений

5.6.1 Сварочные материалы должны соответствовать ЕН 499 и применяться при испытаниях технологических процессов сварки в соответствии с разделом 16. На сварочные материалы должны быть предоставлены необходимые свидетельства о прохождении испытаний.

5.6.2 Аттестация процесса сварки должна дать подтверждение, что значения пределов текучести и прочности на растяжение сварного шва больше соответствующих значений для соединяемых друг с другом основных металлов.

5.6.3 Сварные швы с точки зрения их химического состава должны быть совместимы с соединяемыми материалами и хранимым продуктом.

5.7 Требования к ударной вязкости нелегированных сталей

5.7.1 Общие положения

5.7.1.1 При необходимости по указаниям соответствующих разделов настоящего стандарта должны быть проведены испытания на ударный изгиб образца с надрезом согласно ЕН 10045-1.

5.7.1.2 Характеристика ударной вязкости, выраженная как величина поглощенной энергии, затраченной на разрушение образца, должна удовлетворять требованиям соответствующих спецификаций на материал или требованиям к сварочным материалам согласно 5.7.3.

5.7.1.3 Требуемые значения поглощенной энергии при испытаниях по Шарпи образцов с V-образным надрезом для листов, поковок, труб и сварочных материалов определяют по результатам испытаний трех образцов, при этом определяют среднее значение трех результатов испытаний. Ни одно из значений не должно быть меньше 70 % установленного среднего значения.

Если изделие имеет толщину менее 10 мм, испытания проводят на образцах с поперечным сечением 10 × 5 мм, и для этих образцов должно быть получено значение поглощенной энергии, которое составляет 50 % значения, требуемого для образцов шириной 10 мм.

5.7.2 Листы

5.7.2.1 Температуры испытаний и значения поглощенной энергии, требуемые для листов стенок, окрайки днищ и нагруженных давлением частей крыши, должны соответствовать требованиям технических условий на поставки материалов, которые установлены в 5.2.1. Для листов стенки и окрайки днища, которые заказывают по другим спецификациям, температуры испытаний и значения поглощенной энергии должны соответствовать требованиям приложения F.

5.7.2.2 Для других листов днища, кроме листов окрайки, подтверждение характеристики ударной вязкости на основании поглощенной энергии не требуется.

5.7.2.3 Для листов окрайки подтверждение характеристики ударной вязкости на основании поглощенной энергии не требуется, если такое подтверждение не требуется для примыкающих листов стенок.

5.7.2.4 Подтверждение характеристики ударной вязкости на основании поглощенной энергии не требуется для листов стенки и соединяемых с листами стенки элементов конструкции толщиной менее 6 мм или если минимальная расчетная температура стенки и толщина изделия лежат в пределах, указанных в таблице 9.

Примечание — Для листов крыши подтверждение характеристики ударной вязкости на основании поглощенной энергии обычно не требуется. Однако для листов крыши резервуаров с очень высоким давлением подтверждение характеристики ударной вязкости на основании поглощенной энергии может потребоваться, если толщина листа превышает 6 мм (см. рисунок 1).

Таблица 9 — Условия для отказа от подтверждения характеристики ударной вязкости на основании поглощенной энергии

Минимальная расчетная температура стенки, °С	Толщина изделия, мм
10 и выше	20 и меньше
0 и выше	13 и меньше
–10 и выше	10 и меньше
ниже –10	6 и меньше

5.7.3 Наплавленный металл

5.7.3.1 Для наплавленного металла сварного соединения нелегированных сталей должна быть подтверждена характеристика ударной вязкости на основании поглощенной энергии, если для соединяемых элементов конструкции требуется такое подтверждение при температуре 0 °С или ниже.

5.7.3.2 Подтверждение характеристики ударной вязкости на основании поглощенной энергии наплавленного металла не требуется, если свариваемые листы согласно 5.6.2 освобождены от такого подтверждения.

5.7.3.3 Если требуется подтверждение характеристики ударной вязкости на основании поглощенной энергии, то образцы наплавленного металла должны быть взяты из испытываемых образцов, применяемых для аттестации технологии сварки согласно разделу 15, и должны отвечать требованиям 5.7.3.4 или 5.7.3.7.

5.7.3.4 Подтверждение характеристики ударной вязкости на основании поглощенной энергии наплавленного металла вертикальных сварных швов стенки следует производить при минимальной расчетной температуре в соответствии с F.5.2.5—F.5.2.7 и номограммы F1 (приложение F).

5.7.3.5 Значение поглощенной энергии не должно быть ниже значения, требуемого для более толстых листов стенки.

5.7.3.6 Если соединение выполняется между элементами конструкции различной толщины или из различных марок стали, то для наплавленного металла действует требование к металлу по менее прочной стали.

5.7.3.7 Подтверждение характеристики ударной вязкости на основании поглощенной энергии наплавленного металла горизонтальных сварных швов стенки следует проводить при той же температуре испытания, что и для более толстого листа, или при минус 10 °С, в зависимости от того, какая из указанных температур меньше.

5.7.3.8 Значение поглощенной энергии не должно быть меньше 27 Дж.

5.7.4 Навесные и накладные элементы

5.7.4.1 Усиливающие накладки, вваренные листы (врезки), патрубки и фланцы должны быть изготовлены из материала такого же основного типа, что и материал листов стенки, с которыми они свариваются, если не согласовано иное (см. А.2 приложения А). Кроме того, они должны соответствовать требованиям по характеристике ударной вязкости на основании поглощенной энергии согласно 5.8.1.

5.7.4.2 В качестве номинальной толщины патрубка или привариваемого фланца e на рисунке 1 принимают номинальную толщину конструктивного элемента со следующими исключениями:

a) приваренные встык фланцы (в качестве номинальной толщины принимают большее значение толщины на сварном шве или 25 % толщины фланца);

b) приваренные внахлест фланцы с выступом или без (в качестве номинальной толщины принимают большее значение номинальной толщины патрубка, к которому приваривается фланец, или 25 % толщины фланца).

5.7.4.3 Ударная вязкость вваренных листов (врезок) из ферритных сталей толщиной более 40 мм независимо от расчетной температуры стенки должна быть больше или равна 27 Дж при минус 50 °С.

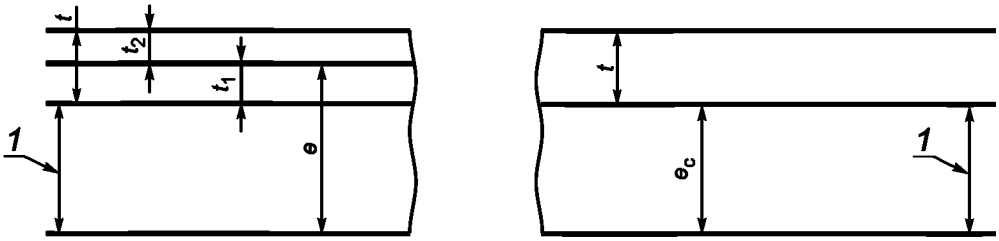
5.7.4.4 Установленное минимальное значение предела текучести усиливающих и вваренных листов (врезок) должно составлять ≥ 90 % установленного минимального значения предела текучести листов стенки, с которыми они свариваются. Патрубки также должны выполнять это требование, если они учитываются при расчете зоны усиления.

5.7.4.5 Материалы постоянных навесных и накладных элементов должны иметь такую же ударную вязкость, что и листы стенки, с которыми они свариваются. В том случае, когда элементы сваривают со стенкой, они не могут быть навесными.

5.7.5 Допустимые отклонения по толщине

5.7.5.1 Для листов с номинальной толщиной e толщина, измеренная в любой точке на расстоянии более 25 мм от края любого листа днища, стенки, крыши или окрайки, не должна быть меньше установленной толщины, уменьшенной на половину допустимого суммарного отклонения по толщине, согласно ЕН 10029:1991, таблица 1: класс D [см. рисунок 2 a)].

5.7.5.2 Для листов с рассчитанной толщиной толщина, измеренная в любой точке на расстоянии более 25 мм от края любого листа днища, стенки, крыши или окрайки, не должна быть меньше рассчитанной минимальной толщины e_c, например, согласно ЕН 10029:1991, таблица 1: класс С; допускаются лишь положительные отклонения размера [см. рисунок 2 b)].



a) Листы с номинальной толщиной (см. 5.6.5.1)

b) Листы с рассчитанной толщиной (см. 5.6.5.2)

e — номинальная толщина (листы днища, окрайки, стенки и крыши); e_c — рассчитанная минимальная толщина листов, включая все припуски на коррозию; *t* — суммарное допустимое отклонение по толщине; t_1 — минус половина допустимого суммарного отклонения по толщине; t_2 — плюс половина допустимого суммарного отклонения по толщине; *1* — допустимая минимальная толщина

Рисунок 2 — Допустимые отклонения по толщине для листов

5.8 Нержавеющие стали

5.8.1 Общие положения

5.8.1.1 Все листы и конструктивные стальные элементы из нержавеющих сталей, используемые для изготовления резервуаров в соответствии с настоящим стандартом, должны удовлетворять минимальным требованиям, установленным в EH 10088-1:1995, EH 10088-2:1995.

5.8.1.2 Мартенситные нержавеющие стали использовать не допускается.

5.8.1.3 Изделия из ферритных нержавеющих сталей допускается использовать только при толщине максимум 10 мм.

5.8.1.4 Аустенитные и аустенитно-ферритные нержавеющие стали следует выбирать из марок сталей, указанных в таблице 10.

5.8.2 Химические характеристики

Установленные марки сталей должны подходить для хранимого продукта (см. А.1, приложения А) и соответствовать EH 10088-2:1995 или EH 10088-3:1995 таблицы 5, 8 и 9.

5.8.3 Механические характеристики

5.8.3.1 Установленные минимальные значения механических характеристик должны соответствовать значениям, указанным в соответствующем стандарте серии EH 10088. Для резервуаров, эксплуатируемых при повышенных температурах, требуемые значения предела текучести следует определять интерполяцией значений, установленных в таблицах 8 и 13 EH 10088-2:1995, EH 10088-3:2005.

Таблица 10 — Нержавеющие стали для изготовления резервуаров

Марка стали	
Краткое обозначение	Номер материала
Аустенитные стали	
X2CrNi18-9	1,4307
X2CrNi19-11	1,4306
X2CrNiN18-10	1,4311
X5CrNi18-10	1,4301
X6CrNiTi18-10	1,4541
X6CrNiNb18-10	1,4550
X1CrNi25-21	1,4335
X2CrNiMo17-12-2	1,4404
X2CrNiMoN17-11-2	1,4406
X5CrNiMo17-12-2	1,4401
X1CrNiMoN25-22-2	1,4466
X6CrNiMoTi17-12-2	1,4571
X6CrNiMoNb17-12-2	1,4580

Окончание таблицы 10

Марка стали	
Краткое обозначение	Номер материала
Аустенитные стали	
X2CrNiMo17-12-3	1,4432
X2CrNiMoN17-13-3	1,4429
X2CrNiMo17-13-3	1,4436
X2CrNiMo18-14-3	1,4435
X2CrNiMoN18-12-4	1,4434
X2CrNiMoN18-15-4	1,4438
X2CrNiMoN17-13-5	1,4439
X1NiCrMoCu31-27-4	1,4563
X1NiCrMoCu25-20-5	1,4539
X1CrNiMoCuN25-25-5	1,4537
X1CrNiMoCuN20-18-7	1,4547
X1CrNiMoCuN25-20-7	1,4529
Аустенитно-ферритные стали	
X2CrNiN23-4	1,4362
X2CrNiMoN22-5-3	1,4462
X2CrNiMoCuN25-6-3	1,4507
X2CrNiMoN25-7-4	1,4410
X2CrNiMoCuWN25-7-4	1,4501
Нержавеющие стали, выбранные в соответствии с EH 10088-1:1995.	

5.8.3.2 В зависимости от хранимого продукта должны быть указаны все данные, которые позволяют изготовителю заказать материал с учетом положений таблицы 6 EH 10088-2:1995 и EH 10088-3:2005 (см. А.1 приложения А).

5.8.4 Листы

5.8.4.1 Листы маркируют в соответствии с указаниями изготовителя резервуара (см. А.5 приложения А) с учетом положений EH 10088-2:1995, таблица 20.

5.8.4.2 Для всех листов должны быть предоставлены свидетельства о прохождении испытаний согласно EH 10204:2004 в виде свидетельств о прохождении приемочных испытаний 3.1В.

5.8.5 Стальной профиль

Если не согласовано иное, для стальных профилей из нержавеющих сталей свидетельства о прохождении испытаний по EH 10204:2004 следует предоставлять в виде заводских сертификатов 2.2.

5.8.6 Поковки

5.8.6.1 Поковки из нержавеющих сталей должны быть изготовлены свободной ковкой или раскатыванием колец в соответствии с EH 10222-4 и EH 10250-4.

5.8.6.2 Механические характеристики поковок должны быть равнозначны тем характеристикам, которые были положены в основу при расчете резервуара.

5.8.6.3 Фланцы на стенке резервуара должны иметь маркировку, выполненную клеймением или стойкой краской. В маркировке должны быть указаны следующие данные:

- имена или логотип изготовителя;
- значение ступеней давления;
- марка стали;
- условное обозначение стали;
- знак инспектора завода.

5.8.6.4 Фланцы следует поставлять со свидетельством о прохождении испытаний по EH 10204:200, в виде свидетельства о прохождении приемочных испытаний 3.1В. Свидетельство о прохождении испытаний должно содержать имена изготовителя исходного материала и значения механических характеристик готовых фланцев.

Примечание — Фланцы для патрубков крыши, смотровых люков или придонных очистных люков могут быть вырезаны из листов.

5.8.7 Трубы

5.8.7.1 Трубы для изготовления патрубков должны представлять собой бесшовные трубы или прямошовные сварные трубы согласно положениям в соответствующих стандартов серии prEN 10216-5 или prEH 10217-7.

5.8.7.2 Механические характеристики труб должны быть равнозначны тем характеристикам, которые были положены в основу при расчете резервуара.

5.8.7.3 Трубы для трубопроводов, соединенных со стенкой, должны иметь маркировку, выполненную клеймением или стойкой краской. В маркировке должны быть указаны следующие данные:

- имена или логотип изготовителя;
- марка стали;
- условное обозначение стали;
- знак инспектора.

5.8.7.4 Трубы следует поставлять со свидетельством о прохождении испытаний согласно EH 10204:2004 в виде свидетельства о прохождении приемочных испытаний 3.1B. Свидетельство о прохождении испытаний должно содержать имена изготовителя исходного материала.

5.8.7.5 Трубы для изготовления элементов системы нагрева должны соответствовать EH 10216-5 или prEH 10217-7 и при необходимости рассчитываться и поставляться в соответствии с [7].

5.8.8 Материалы для сварных соединений

5.8.8.1 Сварочные материалы должны соответствовать EH 1600, поставляться со свидетельством о прохождении испытаний установленной формы и должны применяться при испытаниях технологических процессов сварки в соответствии с разделом 16.

5.8.8.2 Аттестация технологии сварки должна дать подтверждение, что значения пределов текучести и прочности на растяжение сварного шва больше соответствующих значений для соединяемых друг с другом основных металлов.

5.8.8.3 Сварные швы с точки зрения их химического состава должны быть совместимы с соединяемыми материалами и хранимым продуктом.

6 Нагрузки и воздействия

6.1 Значения нагрузок

При расчете необходимо учитывать виды нагрузок, описываемые ниже, а также нагрузки, указанные в 6.2.1—6.2.14:

a) нагрузки от действия хранимого продукта при эксплуатации и испытаниях;
b) нагрузки от действия внутреннего давления при эксплуатации и испытаниях;
c) нагрузки от температурных воздействий;
d) собственный вес;
e) нагрузки от веса теплоизоляции;
f) полезные нагрузки;
g) специальные нагрузки;
h) снеговые нагрузки;
i) дождевые нагрузки;
j) ветровые нагрузки;
k) сейсмические нагрузки;
l) нагрузки от действия подсоединенных трубопроводов и других навесных и накладных элементов;
m) нагрузки от осадки фундамента;
n) особые нагрузки.

6.2 Величины нагрузок

6.2.1 Нагрузки от хранимого продукта

6.2.1.1 Нагрузки от действия хранимого продукта должны соответствовать максимальному расчетному уровню жидкости в процессе эксплуатации.

6.2.1.2 Нагрузки от действия испытательной среды должны соответствовать максимальному расчетному уровню жидкости во время испытания.

6.2.2 Нагрузки от внутреннего давления

6.2.2.1 Нагрузки от действия внутреннего давления должны соответствовать установленному расчетному избыточному давлению или соответственно расчетному внутреннему давлению в процессе эксплуатации.

6.2.2.2 Нагрузки от действия внутреннего давления должны соответствовать установленному испытательному избыточному давлению или соответственно расчетному внутреннему давлению во время испытания.

6.2.3 Нагрузки вследствие температурных воздействий

Если продукт хранится при повышенной температуре, необходимо учитывать связанные с этим термические нагрузки.

Примечание — Для резервуаров, рассчитанных для эксплуатации при температурах не выше 100 °С, нагрузками вследствие температурных воздействий можно пренебречь.

6.2.4 Собственный вес

Под собственным весом понимают вес всех частей резервуара, навесных или накладных элементов.

6.2.5 Нагрузки от веса теплоизоляции

Все нагрузки от веса теплоизоляции следует рассматривать как обусловленные собственным весом теплоизоляционных материалов.

6.2.6 Полезные нагрузки

Распределенные полезные нагрузки следует принимать по ENV 1991-2-1 и согласовывать по указаниям (см. А.2 приложения А).

6.2.7 Специальные нагрузки

Специальные нагрузки должны быть согласованы (см. А.2 приложения А).

6.2.8 Снеговые нагрузки

Снеговые нагрузки следует принимать по ЕН 1991-1-3.

6.2.9 Дождевые нагрузки

Нагрузки на плавающие крыши должны соответствовать D.3.2 приложения D.

6.2.10 Ветровые нагрузки

6.2.10.1 В качестве скорости трехсекундного порыва ветра при расчете следует принимать не менее 45 м/с.

6.2.10.2 Если возможны порывы ветра со скоростью более 45 м/с, то необходимо согласовать (см. А.2 приложения А) подходящее значение.

Примечание — Особое внимание следует обратить на открытый сверху резервуар без какой-либо крыши, так как содержимое под действием ветра может прийти в сильное движение, что может привести к переливу и чрезмерным нагрузкам на резервуар. Если эти нагрузки невозможно оценить количественно, для таких резервуаров рекомендуется предусмотреть крышу в том случае, если в месте применения накоплен негативный опыт для сравнимых условий.

6.2.11 Сейсмические нагрузки

6.2.11.1 Резервуар должен быть устойчивым к нагрузкам, вызванным местными сейсмическими воздействиями, характеристики которых определяются по документации для строительной площадки резервуара.

6.2.11.2 Значения горизонтальных и вертикальных ускорений для расчета должны быть согласованы (см. А.1 приложения А).

Примечание 1 — Расчет устойчивости к сейсмическим воздействиям следует проводить в соответствии с приложением G.

Примечание 2 — Для проектного землетрясения используют сейсмические нагрузки с вероятностью превышения до 10 % в течение срока службы резервуара.

Примечание 3 — Для максимального расчетного землетрясения используют сейсмические нагрузки с вероятностью превышения до 1 % в течение срока службы резервуара.

6.2.12 Нагрузки от действия подсоединенных трубопроводов и других навесных и накладных элементов

6.2.12.1 При расчете необходимо учитывать нагрузки, вызванные трубопроводами, клапанами и другими навесными и накладными элементами резервуара, а также нагрузки вследствие осадки отдельных опор независимо от фундамента резервуара.

6.2.12.2 Трубопроводы следует рассчитывать таким образом, чтобы вызванные ими нагрузки были минимальны.

6.2.13 Нагрузки от осадки фундамента

6.2.13.1 Нагрузки от осадки фундамента, которые следует учитывать в расчете резервуара, необходимо согласовать (см. А.2 приложения А).

6.2.13.2 Нагрузки от осадки фундамента следует учитывать только в том случае, когда в течение срока службы ожидается неравномерная осадка фундамента (см. I.3.4 приложения I).

6.2.14 Особые нагрузки

6.2.14.1 Особые нагрузки, которые следует учитывать в расчете резервуара, необходимо согласовать (см. А.2 приложения А).

6.2.14.2 В качестве особых рассматриваются нагрузки вследствие чрезвычайных ситуаций, например ударная волна, пожар и т. д.

6.3 Сочетания нагрузок

Резервуар рассчитывают на наиболее неблагоприятную комбинацию нагрузок, за исключением следующих нагрузок, рассматриваемых как воздействия, которые не могут наступить одновременно:

a) ветровые нагрузки и сейсмические нагрузки, которые положены в основу расчета;

b) испытательные нагрузки и расчетные ветровые нагрузки;

c) испытательные нагрузки и сейсмические нагрузки;

d) полезные и снеговые нагрузки.

7 Днища резервуаров

7.1 Общие положения

7.1.1 Резервуары следует проектировать с одинарным днищем, если не установлены иные требования (см. А.1 приложения А).

Примечание 1 — Другие типы днищ описаны в приложении Н.

Примечание 2 — Типичные конструкции днищ представлены на рисунке 3.

7.1.2 Уклон днища резервуара при расчете должен составлять не больше 1:100, если не установлены иные требования.

7.1.3 Для днищ резервуаров с уклоном более чем 1:100 проектная документация на фундамент должна быть согласована (см. А.2 приложения А). При этом следует принимать с учетом условий эксплуатации значения осадки и тип фундамента.

7.1.4 Для расчета необходимо учитывать, что днище резервуара опирается на фундамент по всей поверхности.

7.1.5 Фундаменты резервуаров и типовые опорные плиты должны соответствовать требованиям приложения Н.

7.2 Материалы

7.2.1 Материалы для днищ резервуаров должны соответствовать требованиям 5.1 или 5.7 соответственно.

7.2.2 Если для нижнего пояса стенки требуется испытание на ударный изгиб образца с надрезом, то материал листа окрайки также должен быть подвергнут данному испытанию при такой же температуре.

7.2.3 Минимальная ударная вязкость материала листа окрайки (при необходимости скорректированная в зависимости от размера образца относительно размеров стандартного образца) должна быть такой, как и у нижнего пояса стенки, с которым соединяется лист окрайки (см. 5.7.2).

7.2.4 Установленная номинальная толщина, за исключением припуска на коррозию, как для прямоугольных листов днища, так и для листов с края должна быть не меньше значений, указанных в таблице 11.

7.2.5 Толщина листов, поврежденных коррозией, должна быть достаточной для предотвращения подъема листов днища при вакууме.

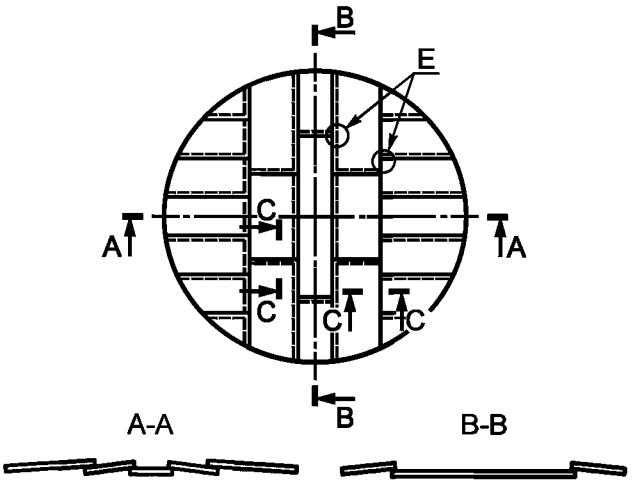
Примечание — Чтобы гарантированно предотвратить подъем днища, допускается использовать минимальное остаточное количество продукта, если это предварительно согласовано (см. А.2 приложения А).

Таблица 11 — Минимальные значения номинальной толщины листов днища

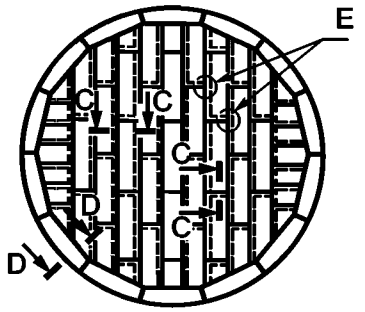
В миллиметрах

Материал	Листы днища, сваренные внахлест	Листы днища, сваренные встык
Углеродистые и марганцево-углеродистые стали	6	5
Нержавеющие стали	5	3

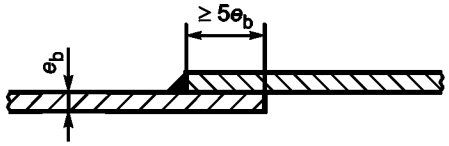
7.2.6 Листы окрайки должны иметь такой же минимальный предел текучести, что и нижний пояс, с которым они соединяются.



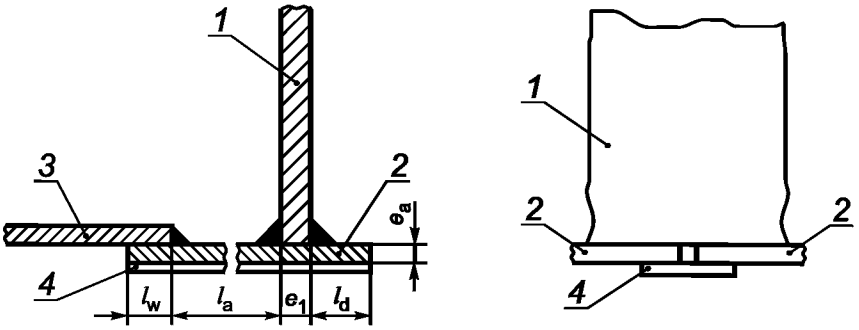
a) С листами днища до края



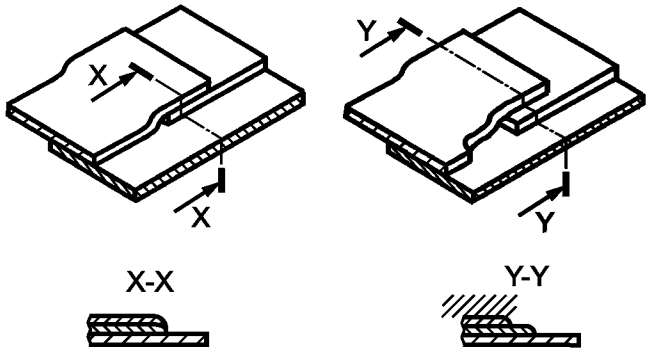
b) С листами окрайки по периметру



c) Сечение C – C, нахлест листов центральной части днища



d) Сечение D – D, листы окрайки



e) Вид E, типовое исполнение соединения трех листов различной толщины

1 — лист стенки; *2* — лист окрайки; *3* — лист днища; *4* — подкладка

Рисунок 3 — Типовые конструкции днища резервуара

7.3 Проектирование и расчет

7.3.1 Днища резервуара диаметром более 12,5 м выполняют с утолщенной окрайкой [см. рисунок 3 b)], номинальной толщиной листов e_a которая без припуска на коррозию должна быть не менее:

a) значения, рассчитанного по формуле

$$e_a = 3{,}0 + \frac{e_1}{3}, \quad (1)$$

где e_1 — толщина нижнего пояса стенки без припуска на коррозию, мм;

b) 6 мм, в зависимости от того, какое значение больше.

Примечание — Днища резервуара диаметром до 12,5 м допускается изготовлять без листов окрайки [см. рисунок 3 a)].

7.3.2 Днища резервуаров с понтонами или плавающими крышами должны быть усилены в зонах днища, на которых установлены опоры, (см. С.3.4.2 приложения С и D.3.13 приложения D).

7.3.3 Минимальное расстояние l_a [см. рисунок 3 d)] должно равняться большему из следующих двух значений:

a) рассчитанное по формуле

$$l_a > \frac{240}{\sqrt{H}} e_a, \quad (2)$$

где e_a — толщина листа окрайки, мм;

H — максимальный расчетный уровень жидкости, м;

b) 500 мм.

7.3.4 Расстояние между наружной стороной листа стенки и наружным краем листа днища или листа окрайки l_d не должно быть меньше 50 мм и больше 100 мм [см. рисунок 3 d)].

7.3.5 Минимальное расстояние между вертикальными стыками самого нижнего пояса и соединительными стыками листов окрайки должно быть в десять раз больше толщины листов самого нижнего пояса.

7.4 Изготовление

7.4.1 Все листы днища следует сваривать внахлест, если проектом не предусмотрены стыковые швы (см. А.1 приложения А).

7.4.2 Свариваемые внахлест швы в прямоугольных листах центральной и крайней части днища выполняют односторонним непрерывным угловым швом только с верхней стороны, при этом ширина нахлеста должна минимум в пять раз превышать толщину листа [см. рисунок 3 c)].

7.4.3 Все листы центральной части днища следует укладывать внахлест поверх листов окрайки и приваривать непрерывным угловым швом только с верхней стороны, при этом ширина нахлеста l_w должна составлять минимум 60 мм [см. рисунок 3 d)].

7.4.4 Если внахлест сваривают три листа различной толщины, верхний лист, как показано на рисунке 3 e) (сечения X — X или Y — Y), плоско обрабатывают молотком и сваривают, при этом при необходимости выполняют требуемый отступ верхнего листа относительно среднего листа днища.

7.4.5 Если листы днища сваривают между собой, следует применять подкладные полосы (временные или остающиеся).

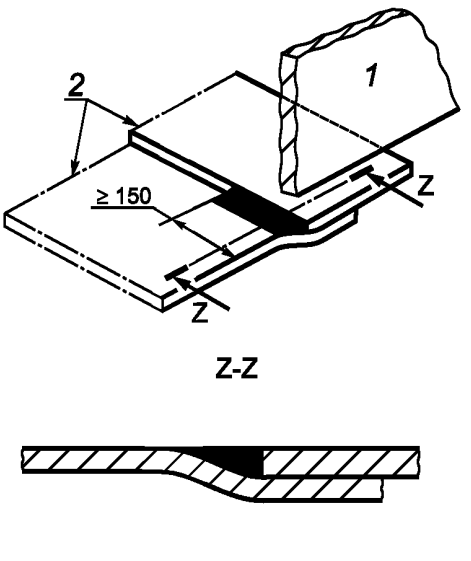
7.4.6 Если применяют остающиеся подкладные полосы, необходимо учитывать влияние тепловых перемещений и вид фундамента.

7.4.7 Для резервуаров без окраек концы нахлесточных швов под стенкой на длине 150 мм должны быть переведены в стыковые на подкладке по схеме «ласточкин хвост» (см. рисунок 4).

7.4.8 Для резервуаров с окрайкой радиальные сварные швы соединения листов выполняют как стыковые с полным проплавлением. Допускается применение подкладных полос с формой, показанной на рисунке 5.

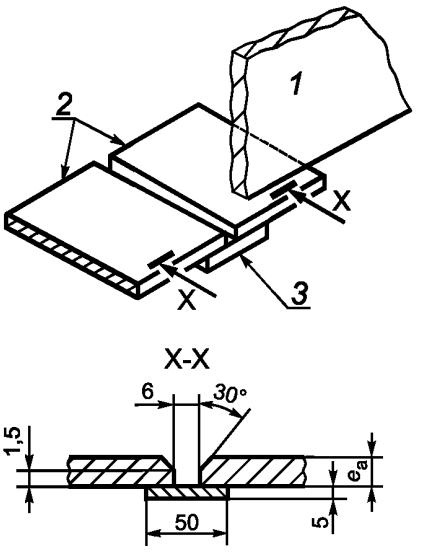
7.4.9 Для соединения между нижней кромкой нижнего листа стенки и листами днища, доходящими до края, или, соответственно, листами окрайки следует применять двустороннее тавровое соединение, непрерывные угловые швы которого располагаются с обеих сторон стенки резервуара.

7.4.10 Расчетное сечение угловых швов должно соответствовать минимум толщине листа днища в краевой части или листа окрайки [см. рисунок 3 d)], однако окончательное значение расчетного сечения шва не должно превышать 9,5 мм.



1 — лист стенки; *2* — лист днища в краевой части

Рисунок 4 — Типовое исполнение соединения листов днища в краевой части под листами стенки для резервуаров без окрайки



1 — лист стенки; *2* — листы окрайки; *3* — подкладная полоса

Рисунок 5 — Типовое исполнение соединения листов окрайки под листами стенки для резервуаров с окрайкой

7.4.11 Если толщина листа стенки меньше толщины листа днища или окрайки, толщина шва не должна превышать значений, приведенных в таблице 12.

Таблица 12 — Толщина угловых сварных швов для случая, когда толщина листов стенки меньше толщины листов днища или окрайки

Толщина листов стенки, мм	Толщина углового шва, мм
до 5	3,0
5	4,5
свыше 5	6,0

8 Проектирование стенок резервуаров

8.1 Расчетное и испытательное напряжение

8.1.1 При расчете резервуаров с максимальной расчетной температурой стенки до 100 °С включительно для напряжений необходимо использовать значения a) и b):

a) для материалов с максимальным расчетным сопротивлением 260 Н/мм^2 максимально допустимое расчетное напряжение в листах стенки должно составлять 2/3 предела текучести;

b) для материалов с максимальным расчетным сопротивлением 260 Н/мм^2 максимально допустимое испытательное напряжение в листах стенки должно составлять 75 % предела текучести.

8.1.2 Если максимальная расчетная температура стенки из нелегированной стали выше 100 °С, расчетное напряжение должно составлять 2/3 условного предела текучести (при котором деформация при разгрузке составляет 0,2 %) стали при максимальной расчетной температуре стенки.

8.1.3 Если максимальная расчетная плотность хранимого продукта $W \leq 1,0$ кг/л, стенку резервуара при гидравлическом испытании подвергают нагрузке водой, наполненной до максимального расчетного уровня жидкости, который равен или больше нагрузки во время эксплуатации. Это необходимо учитывать в расчетах.

8.1.4 Если максимальная плотность хранимого продукта $W > 1,0$ кг/л, то при гидравлическом испытании водой, наполненной до максимального расчетного уровня жидкости, не допускается подвергать

стенку резервуара избыточной нагрузке. В этом случае по согласованию (см. А.2 приложения А) необходимо выбирать одну из следующих альтернатив:

a) сооружают временное удлинение стенки, которое при гидравлическом испытании позволяет увеличить уровень заполнения максимального расчетного уровня жидкости.

Примечание — Рекомендуется проектировать временное удлинение таким образом, чтобы была возможной избыточная нагрузка минимум 10 %;

b) первое заполнение резервуара жидкостью с максимальной расчетной плотностью проводят под контролем с принятием тех же мер предосторожности, что и при гидравлическом испытании, при этом необходимо соблюдать требования 18.13.

8.1.5 При названных выше условиях для резервуаров из нелегированных сталей следует применять материалы с более высокой ударной вязкостью, т. е. требуется применение марки стали с ударной вязкостью на одну или две ступени выше, чем в иных случаях (см. таблицу 13).

Таблица 13 — Стали с более высокой ударной вязкостью

Стали, требуемые согласно 6.1	Большая на одну ступень вязкость для испытательных напряжений от 100 % до 85 % расчетного сопротивления	Большая на две ступени вязкость для испытательных напряжений менее 85 % расчетного сопротивления
Тип I	Тип II	Тип III
Тип II	Тип III	Тип IV
Тип III	Тип IV	Специальная сталь
Тип IV	Специальная сталь	Специальная сталь
Тип V	Тип VI	Тип VII
Тип VI	Тип VII	Тип VIII
Тип VII	Тип VIII	Тип IX
Тип VIII	Тип IX	Специальная сталь

8.1.6 В расчетах требуемой толщины листа стенки учитывают коэффициент сварного шва 1,0.

8.1.7 Толщина листа стенки не может быть меньше номинальной толщины, установленной в таблице 14.

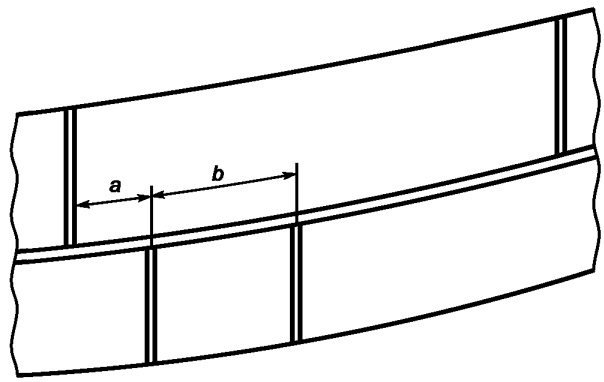
Таблица 14 — Установленная минимальная номинальная толщина листа стенки

Диаметр резервуара D, м	Установленная минимальная номинальная толщина листа стенки e, мм	
	Нелегированные стали	Нержавеющие стали
$D < 4$	5	2
$4 \le D < 10$	5	3
$10 \le D < 15$	5	4
$15 \le D < 30$	6	5
$30 \le D < 45$	8	6
$45 \le D < 60$	8	—
$60 \le D < 90$	10	—
$90 \le D$	12	—
Для резервуаров из нержавеющей стали диаметром ≥ 45 м минимальная толщина листа стенки должна быть согласована (см. А.2 приложения А).		
Примечание 1 — Эти установленные требования к толщине необходимы для конструктивного исполнения и поэтому могут содержать припуски на коррозию при условии, что расчет показывает, что стенка в состоянии после коррозии является устойчивой согласно 9.2. Примечание 2 — Для резервуаров с большим диаметром и малой высотой самый нижний пояс стенки может иметь сравнительно малую толщину, поэтому должна быть проверена устойчивость с учетом вертикальных нагрузок и возможной неравномерной осадки от фундамента.		

8.1.8 Установленная толщина листов стенки или усиливающих накладок ни в коем случае не может превышать 40 мм.

8.1.9 Независимо от применяемых материалов ни в коем случае не допускается ситуация, когда толщина пояса стенки меньше толщины расположенного выше пояса; исключением из этого правила является область кольца жесткости крыши.

8.1.10 Минимальный размер листа стенки в направлении периметра стенки должен составлять 1 м (см. рисунок 6).



a — минимальное расстояние между вертикальными швами в прилегающих поясах стенки (см. 9.4);
b — минимальный размер листа стенки в направлении периметра стенки

Рисунок 6 — Расположение листов стенки

8.2 Нагрузка от хранимого продукта

8.2.1 Расчет толщины стенки должен быть основан на предположении, что резервуар наполнен до верхнего края стенки. Если высота стенки включает в себя ветровое ограждение с переливными устройствами и/или свободный борт над уровнем продукта используется для восприятия вызванных сейсмическими воздействиями колебаний уровня продукта, в расчет в качестве максимального уровня жидкости подставляют высоту перелива или общую высоту за вычетом свободного борта. За основу расчета принимают расчетную плотность хранимого продукта и расчетную плотность испытательной среды.

8.2.2 Требуемая минимальная толщина листов стенки должна соответствовать значению, указанному в 8.1.7, или значениям, рассчитанным по следующим формулам, в зависимости от того, какое значение больше:

$$e_c = \frac{D}{20S}\left\{98W\left(H_c - 0{,}3\right) + P\right\} + c, \quad (3)$$

$$e_t = \frac{D}{20S_t}\left\{98W_t\left(H_c - 0{,}3\right) + p_t\right\}, \quad (4)$$

где c — припуск на коррозию, мм;
D — диаметр резервуара, м;
e_c — требуемая толщина листа стенки в расчетных условиях, мм;
e_t — требуемая толщина листа стенки в условиях испытания, мм;
H_c — расстояние от нижнего края рассматриваемого пояса до высотной отметки, определенной согласно 8.2.1, м;
P — расчетное давление (для резервуаров с расчетным давлением ≤10 мбар допускается пренебречь), мбар;
p_t — испытательное давление (равно расчетному давлению; при величине расчетного давления >10 мбар равно 1,1 от расчетного давления), мбар;
S — допускаемое расчетное напряжение (см. 8.1.1), Н/мм^2;
S_t — допускаемое испытательное напряжение (см. 8.1.1), Н/мм^2;
W — максимальная расчетная плотность хранимого продукта в условиях хранения, кг/л;
W_t — максимальная расчетная плотность испытательной жидкости, кг/л.

Примечание — Пояснение к допускам по толщине см. в 5.6.5.

8.2.3 Кольцевое напряжение каждого пояса рассчитывают на высоте 0,3 м над средней линией рассматриваемого горизонтального сварного шва, при условии что пояса стенки над и под рассматриваемым швом состоят из материалов с разными установленными минимальными пределами текучести и минимальной ударной вязкостью и выполняется условие:

$$\frac{H_U - 0{,}3}{S_U} \geq \frac{H_L - 0{,}3}{S_L}, \quad (5)$$

где H_L — расстояние от нижнего края нижнего пояса до высотной отметки, определенной согласно 8.2.1, м;

H_U — расстояние от нижнего края верхнего пояса до высотной отметки, определенной согласно 8.2.1, м;

S_L — допускаемое расчетное напряжение в нижнем поясе, Н/мм^2;

S_U — допускаемое расчетное напряжение в верхнем поясе, Н/мм^2.

Толщину верхнего пояса рассчитывают по следующим формулам

$$e_c = \frac{D}{20S}\{98WH_c + P\} + c; \quad e_t = \frac{D}{20S_t}\{98W_tH_c + p_t\}, \quad (6)$$

8.3 Ветровые нагрузки и нагрузки от вакуума

8.3.1 Кольца жесткости

8.3.1.1 Открытые резервуары должны быть оснащены основным кольцом жесткости для обеспечения геометрии резервуара под действием ветровой нагрузки.

8.3.1.2 Основное кольцо жесткости располагают по верхнему краю или вблизи него на самом верхнем поясе, преимущественно на наружной стороне.

8.3.1.3 Для резервуаров со стационарной крышей конструкция крыши рассматривается как достаточный элемент жесткости для верхнего края стенки, поэтому основное кольцо жесткости необязательно.

8.3.1.4 В определенных случаях как для открытых резервуаров, так и для резервуаров со стационарной крышей, которые спроектированы в соответствии с настоящим стандартом, для обеспечения геометрии резервуара под действием ветровой нагрузки или нагрузок под действием вакуума по всей высоте стенки (см. 8.3.2.6) дополнительно требуются промежуточные кольца жесткости.

8.3.1.5 Если основное кольцо жесткости спроектировано таким образом, что оно стабилизирует стенку резервуара по всей высоте, промежуточные кольца жесткости требуются не для восприятия внешних ветровых нагрузок на листы стенки, а в основном служат для предотвращения потери устойчивости стенки резервуара.

8.3.1.6 Кольца жесткости следует изготовлять:

a) из прокатных профилей или листов, усиленных ребрами;

b) сварных профилей;

c) комбинации таких профилей, соединенных сваркой.

Внешняя часть колец жесткости изготовляется круглой или многоугольной.

8.3.1.7 Минимальные размеры уголка, который применяют самостоятельно или как часть составного кольца жесткости, должны составлять 60 × 60 × 5 мм.

8.3.1.8 Минимальная номинальная толщина листов для колец жесткости, изготовленных из швеллера или составного профиля, должна составлять 5 мм при ширине 600 мм и 6 мм для ширины более 600 мм.

8.3.1.9 Кольца жесткости или их части, которые регулярно используются в качестве площадок и переходов для обслуживания, должны иметь ширину минимум 600 мм в свету относительно выступающего опорного кольца из профиля уголкового сечения на верхнем крае стенки резервуара, располагаться на 1 м ниже верхней грани опорного кольца из профиля уголкового сечения, а на внешней стороне и по концам участка, используемого для прохода, — оснащаться перилами.

8.3.1.10 Если проем для лестницы проходит сквозь основное кольцо жесткости, надлежащее усиление должно гарантировать, что момент сопротивления в любом оставшемся сечении по проему соответствует требованиям 8.3.2.1.

Область стенки рядом с такого рода проемом укрепляют горизонтально расположенным уголком или профилем. Оставшиеся края проема укрепляют уголком или вертикально расположенными профилями или листами (пластинами).

8.3.1.11 Площадь поперечного сечения краевых элементов жесткости должна как минимум быть равна площади поперечного сечения пояса стенки, которую используют в расчетах момента сопотивления кольца жесткости (см. 8.3.2.2).

8.3.1.12 Элементы жесткости или дополнительные детали должны быть спроектированы и расположены таким образом, чтобы они образовывали подходящую бортовую полосу вокруг проема.

8.3.1.13 Элементы жесткости должны заходить за края проема на длину, которая как минимум равна минимальной глубине основного кольца жесткости.

8.3.1.14 Концы элементов жесткости должны быть соединены таким образом, чтобы они обеспечивали жесткость по всему периметру (см. рисунок 7).

8.3.1.15 Если размер горизонтальной полки уголка или стенки более чем в 16 раз превышает его толщину, должны быть предусмотрены опорные крепления для всех частей основного кольца жесткости.

8.3.1.16 Расстояние между опорными креплениями выбирают таким образом, чтобы они могли выдерживать собственный вес и вертикальную полезную нагрузку, которая может воздействовать на кольцо, но не превышали 24-кратную ширину расположенного снаружи сжатого пояса.

8.3.1.17 На кольцах жесткости, на которых может собираться вода, должны быть предусмотрены соответствующие сточные отверстия.

8.3.1.18 Кольца жесткости приваривают к стенке резервуара непрерывным угловым швом по верхнему краю.

8.3.1.19 Выполнение сварного шва с нижней стороны, как непрерывного, так и прерывистого, должно быть согласовано.

8.3.1.20 Непрерывные швы применяют для всех соединений, для которых вследствие их расположения существует риск коррозии из-за попадающей в шов влаги.

8.3.1.21 Концы участков колец (см. 15.7.7) соединяют стыковым швом с полным проплавлением.

Примечание 1 — Площадь каждого из поперечных сечений *a*, *c*, *d* и *e* должна составлять $32e_s^2$. Для сечения, обозначенного буквой *a*, речь может идти о профиле или уголке, большая полка которого расположена горизонтально. Для других сечений речь может идти о профиле или уголке, большая полка которого расположена вертикально.

Примечание 2 — Детали *c*, *d* и *e* могут располагаться на верхней стороне элемента жесткости, если они не создают опасности споткнуться.

Примечание 3 — Моменты сопротивления в сечениях A — A, B — B, C — C и D — D должны соответствовать требованиям 8.3.2.1.

Примечание 4 — Лестница может проходить через кольцо жесткости или располагаться со смещением таким образом, что образуется площадка.

Примечание 5 — Требования относительно бортовой полосы см. в 8.3.1.9.

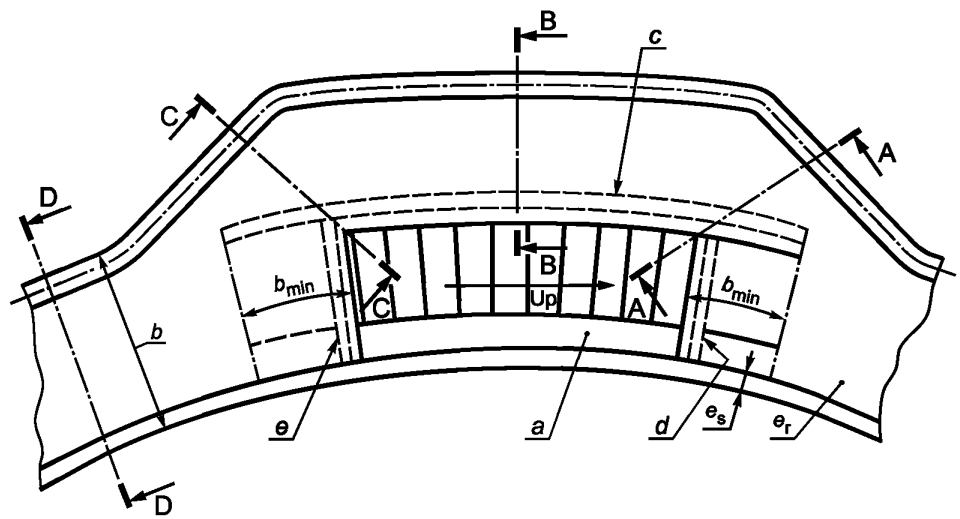


Рисунок 7 — Лестница, проходящая сквозь кольцо жесткости

8.3.2 Расчет основного кольца жесткости (ветровое кольцо)

8.3.2.1 Требуемый минимальный момент сопротивления Z, см^3, основного кольца жесткости [см. деталировочные чертежи на рисунке 8 d) и e)] следует рассчитывать по формуле

$$Z = 0{,}058 D^2 H_f \frac{V_w^2}{45^2}, \quad (7)$$

где D — диаметр резервуара (начиная с диаметра 60 м при определении момента сопротивления следует подставлять $D = 60$), м;

H_f — высота стенки резервуара, включая при наличии имеющийся свободный борт над максимальным уровнем жидкости (см. 8.2.1), м;

V_w — скорость порыва ветра согласно 6.2.10, м/с.

8.3.2.2 Момент сопротивления основного кольца жесткости следует рассчитывать на основании геометрии применяемых элементов. При расчете момента сопротивления кольца необходимо учитывать участок стенки резервуара под (при необходимости — над) соединением кольца жесткости и стенки шириной, равной максимум 16 толщин листов стенки без припуска на коррозию.

8.3.2.3 Если основное кольцо жесткости лежит ниже 600 мм от верхнего края стенки, на резервуаре должно быть предусмотрено опорное кольцо из профиля уголкового сечения в соответствии с деталировочными чертежами на рисунке J.1 a) или b).

8.3.2.4 Минимальные размеры опорного кольца из профиля уголкового сечения должны быть следующими:

- 60 × 60 × 5мм при толщине самого верхнего пояса стенки ≤ 5;
- 80 × 80 × 6 мм при толщине самого верхнего пояса стенки ≥ 6;

8.3.2.5 Если опорные кольца из профиля уголкового сечения применяют в качестве основного ветрового кольца и приваривают стыковым швом к верхнему краю пояса стенки, оболочку резервуара при расчете момента сопротивления учитывают только до участка, включенного в поперечное сечение кольца шириной равной 16 толщинам листа стенки, за вычетом длины вертикальной полки уголка.

8.3.2.6 Расчет промежуточных колец жесткости (дополнительных ветровых колец) выполняют по 8.3.2.7—8.3.2.20.

8.3.2.7 Размеры уголков дополнительных колец жесткости зависят не от расчетных нагрузок и должны определяться в зависимости от диаметра резервуара в соответствии со значениями, указанными в таблице 15.

8.3.2.8 Расположение и крепление дополнительных колец жесткости см. рисунок J.1 c) приложения J.

Таблица 15 — Минимальные размеры уголков

Диаметр резервуара D, м	Минимальные размеры уголков, мм
$D \le 20$	100 × 65 × 8
$20 < D \le 36$	120 × 80 × 10
$36 < D \le 48$	150 × 90 × 10
$48 < D$	200 × 100 × 12
Примечание — Допускается другое исполнение при эквивалентном моменте сопротивления.	

8.3.2.9 Стыковые соединения деталей дополнительных колец жесткости должны иметь такую же прочность, как и поперечное сечение кольца. Предпочтительно применение стыковых швов с полным проплавлением.

8.3.2.10 Независимо от того, выполняется ли полное проплавление или нет, допускается сваривать только стыкующиеся детали кольца жесткости, но не приваривать кольцо жесткости к оболочке. Должны быть предусмотрены сточные отверстия (радиус примерно 20 мм).

8.3.2.11 Расположение дополнительных колец жесткости по высоте выполняют после определения полной высоты стенки резервуара с эквивалентной устойчивостью, таким же диаметром и такой же толщиной, что и самый верхний пояс стенки.

8.3.2.12 Из расчета эквивалентной стенки резервуара в сочетании с учитываемыми при проектировании ветровой нагрузкой или нагрузок под действием вакуума определяют требуемое число дополнительных колец жесткости, которые должны быть расположены на самом верхнем поясе стенки или на поясе с той же толщиной.

8.3.2.13 Если кольца располагают не на одном из этих поясов стенки, их фактическую длину определяют, снова пересчитывая эквивалентные значения высот поясов стенки в фактические значения.

Примечание — Общий расчет приведен в приложении J.

8.3.2.14 Дополнительные кольца жесткости не допускается устанавливать на расстоянии менее 150 мм от кольцевого шва резервуара.

8.3.2.15 В расчетах используют значения для скорости ветра в соответствии с 6.2.10.

8.3.2.16 Для вакуумного давления p_v при расчете дополнительных колец жесткости используют следующие значения:

a) открытый резервуар — 5 мбар независимо от расчетной скорости ветра;

b) резервуар со стационарной крышей — расчетный вакуум (см. таблицу 1).

8.3.2.17 Для расчета дополнительных колец жесткости в резервуарах с расчетным вакуумом ≤ 5 мбар применяют следующие формулы

$$H_e = h\left(\frac{e_{min}}{e}\right)^{\frac{5}{2}}, \quad (8)$$

$$H_E = \sum H_e, \quad (9)$$

$$K = \frac{95\,000}{3{,}563V_w^2 + 580p_v}, \quad (10)$$

$$H_p = K\left(\frac{e_{min}^5}{D^3}\right)^{\frac{1}{2}}, \quad (11)$$

где D — диаметр резервуара, м;

e_{min} — толщина самого верхнего пояса (при необходимости в состоянии после коррозии), мм;

e — толщина отдельных поясов (при необходимости в состоянии после коррозии), мм;

h — высота отдельных поясов под основным кольцом жесткости, м;

H_e — эквивалентная по устойчивости высота каждого пояса при e_{min}, м;

H_E — эквивалентная по устойчивости общая высота стенки при e_{min}, м;

H_p — максимально допустимое расстояние между дополнительными кольцами жесткости на стенке с минимальной толщиной, м;

K — расчетный коэффициент;

p_v — расчетный вакуум, мбар (см. таблицу 1);

V_w — скорость порыва ветра согласно 6.2.10, м/с.

Примечание — Примеры расчетов согласно этим формулам приведены в J.4 и J.5, приложения J.

8.3.2.18 Для резервуаров, предназначенных для эксплуатации при повышенной температуре (выше 100 °С), H_p умножают на соотношение модуля упругости стали при повышенной температуре и модуля упругости при температуре окружающей среды.

8.3.2.19 Для резервуаров с расчетным вакуумом выше 5,0 мбар метод расчета должен быть согласован (см. А.2 приложения А).

8.3.2.20 Если комбинация снеговых и полезных нагрузок или вакуума превышает 1,2 кН/м^2, что приводит к повышенным вертикальным и меридиональным напряжениям, стенку резервуара проверяют на устойчивость. Метод расчета и комбинации нагрузок должны быть согласованы (см. А.2 приложения А).

8.4 Листы стенки

8.4.1 Резервуар должен быть спроектирован таким образом, чтобы все пояса были расположены вертикально.

8.4.2 Вертикальные сварные швы в соседних поясах располагают со следующим минимальным расстоянием [см. рисунок 6 a)]:

- лист стенки толщиной ≤ 5 мм — 100 мм;
- лист стенки толщиной > 5 мм — 300 мм.

8.4.3 Все вертикальные и горизонтальные швы стенки выполняют как стыковые швы, в соответствии с разделами 16 и 17.

9 Проектирование стационарных крыш

9.1 Виды нагрузок

9.1.1 Стационарные крыши рассчитывают для нагрузок, установленных в 6.2, включая воздействие отрицательного давления ветра.

9.1.2 Выбирают один из следующих типов крыш:

a) свободнонесущие конические или сферические крыши с каркасной конструкцией или без или;

b) крыши с опорами.

Примечание — Если ожидается значительная осадка фундамента, для крыш с опорами при расчете необходимо учитывать специальные мероприятия.

9.1.3 Наклон свободнонесущих конических крыш должен составлять 1:5, если не установлено иное (см. А.1 приложения А).

9.1.4 Радиус сферической поверхности должен составлять от 0,8 до 1,5 диаметра резервуара, если не установлено иное (см. А.1 приложения А).

9.1.5 Наклон крыш с опорами должен составлять 1:16, если не установлено иное (см. А.1 приложения А).

9.2 Листы крыши с каркасной конструкцией

9.2.1 Каркасные конструкции для конических или сферических крыш, а также крыши с опорами рассчитывают согласно ENV 1993-1-1. Расстояние между несущими элементами листов крыши для сферических крыш выбирают таким образом, чтобы длина пролета не превышала 2,0 м, если один край листа крыши опирается на опорное кольцо крыши, выполненное из профиля уголкового сечения. Если такая опора отсутствует, расстояние между опорами не должно превышать 1,7 м. Для сферических крыш в соответствии с ENV 1993-4-2 допускается увеличение расстояния до 3,25 м.

9.2.2 Листы крыши сваривают с опорным кольцом из профиля уголкового сечения непрерывным угловым швом. Листы крыши не допускается закреплять на несущей конструкции, если требуется наличие разрывного шва.

9.2.3 Разрывной шов в месте соединения стенки и крыши должен соответствовать приложению К.

9.2.4 Установленная минимальная толщина всех листов крыши, не считая припуска на коррозию, должна быть не менее чем:

- 5 мм для нелегированных сталей;
- 3 мм для нержавеющих сталей.

9.2.5 Установленная минимальная толщина материалов, используемых для изготовления несущих элементов крыши, должна быть не менее чем

- 5 мм для нелегированных сталей;
- 3 мм для нержавеющих сталей.

Примечание — Это не относится к стенке двутавровых балок или швеллеров или к несущим конструкциям, для которых были приняты специальные меры предосторожности против коррозии.

9.2.6 Листы следует располагать внахлест и сваривать непрерывным угловым швом на внешней стороне. Нахлест должен быть не менее 25 мм, если не установлено иное (см. 17.6 и А.1 приложения А).

Примечание — Листы следует располагать внахлест таким образом, чтобы верхний лист лежал под краем расположенного ниже листа для предотвращения попадания конденсирующейся воды в шов. В зависимости

от содержимого резервуара может потребоваться сваривать нахлесточное соединение с двух сторон или выполнять соединение в виде стыкового шва.

9.2.7 Коэффициент сварного шва J должен составлять:

- 1,0 для стыковых швов;
- 0,35 для нахлесточных соединений с односторонним угловым швом;
- 0,5 для нахлесточных соединений с двухсторонним угловым швом.

9.2.8 Повышение коэффициента сварного шва для сваренных внахлест листов крыши допускается при соответствующем согласовании (см. А.2 приложения А), если надежность сварных швов подтверждена испытаниями.

9.2.9 Допустимое расчетное напряжение принимают равным 2/3 предела текучести материала.

9.2.10 Все несущие конструкции крыши в плоскости поверхности крыши должны быть укреплены с помощью элементов жесткости следующим образом:

a) поперечные связи в плоскости поверхности крыши должны быть предусмотрены для крыш диаметром более 15 м минимум в каждом втором поле, т. е. между двумя парами соседних балок. Связи располагают на одинаковых расстояниях по всему периметру резервуара;

b) дополнительно вертикальные кольцевые элементы жесткости только для крыш с фахверковыми несущими конструкциями в вертикальной плоскости между двумя балками предусматривают следующим образом:

1) для крыш диаметром более 15 м и до 25 м — один кольцевой элемент жесткости;

2) для крыш диаметром более 25 м — два кольцевых элемента жесткости.

9.3 Крыши без несущих конструкций (мембранные крыши)

9.3.1 Все мембранные крыши изготовляют из листов, сваренных стыковыми швами или двухсторонними угловыми нахлесточными швами.

9.3.2 Мембранные крыши рассчитывают так, чтобы они выдерживали расчетное избыточное давление и было исключено выпучивание.

9.3.3 Прочность по избыточному давлению:

- для сферических крыш:

$$e_p = \frac{PR_1}{20SJ}, \quad (12)$$

- для конических крыш:

$$e_p = \frac{PR_1}{10SJ}, \quad (13)$$

- устойчивость к выпучиванию:

$$e_p = 40R_1\sqrt{\frac{10p_e}{E}}, \quad (14)$$

где e_p — толщина листа крыши без припуска на коррозию, мм;

E — модуль упругости, Н/мм^2;

J — коэффициент сварного шва согласно 9.2.7;

P — расчетное избыточное давление (см. таблицу 3), мбар;

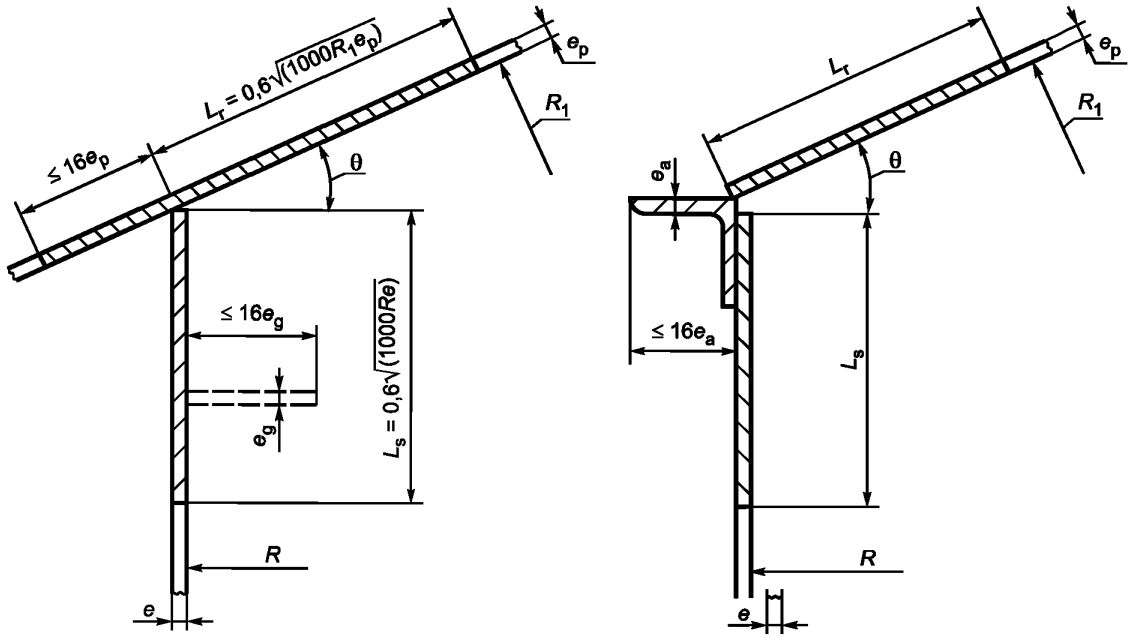
p_e — сумма внешней нагрузки, собственного веса листов, расчетного вакуума (при наличии), кН/м^2;

R_1 — радиус крыши, м (для конических крыш: $R_1 = R/\sin\theta$) (см. рисунок 8);

S — допускаемое напряжение (см. 8.1.1), Н/мм^2.

9.4 Площадь сечения, работающего на сжатие, для соединения стенки и крыши резервуара

9.4.1 Площадь сечения, работающего на сжатие, — это область соединения стенки и крыши резервуара, которая должна выдерживать усилия сжатия. Максимальные размеры нагруженного сечения должны соответствовать заштрихованной области на рисунке 8.



a) Без опорного кольца из уголкового профиля

b) С опорным кольцом из уголкового профиля

e — толщина стенки, мм; e_a — толщина опорного кольца из профиля уголкового сечения (см. таблицу 18), мм; e_g — толщина горизонтального опорного элемента прямоугольного сечения, мм; e_p — толщина листов крыши над опорным кольцом из профиля уголкового сечения, мм; L_r — эффективная длина крыши, мм; L_s — эффективная длина стенки, мм; R — радиус стенки резервуара, м; R_1 — радиус крыши, м (для конических крыш $R_1 = R/\sin\theta$)

Рисунок 8 — Расчетная площадь сечения, работающего на сжатие, в узле соединения стенки и крыши резервуара

9.4.2 Площадь сечения, работающего на сжатие, A, мм^2, без припусков на коррозию должна соответствовать значению, рассчитанному по формуле

$$A = \frac{50 p_c R^2}{S_c tg\theta}, \quad (15)$$

где p_c — внутреннее давление, соответствующее расчетному избыточному давлению p (см. 4.4) за вычетом давления от веса листов крыши, мбар;

R — радиус резервуара, м;

S_c — допускаемое напряжение сжатия; если не установлено иное, для всех сталей принимают равным 120 Н/мм^2;

θ — уклон меридионального сечения крыши в узле соединения стенки и крыши, град. (см. рисунок 8).

9.4.3 Если с помощью кольца жесткости необходимо дополнительно увеличить поперечное сечение, то такое кольцо жесткости располагают как можно ближе к соединению стенки и крыши [см. рисунок 8 a)].

9.4.4 Площадь сечения, работающего на сжатие, увеличивают посредством повышения толщины листов крыши или стенки, добавлением профиля или несущего элемента или с помощью комбинации этих двух элементов.

Дополнительный элемент к сечению располагают таким образом, чтобы центр тяжести работающего на сжатие сечения остался на расстоянии вверх или вниз, соответствующем 1,5 средней толщины соединяемых деталей в точке пересечения, относительно горизонтальной плоскости, проходящей через точку пересечения. (Поэтому полученный новый центр тяжести должен лежать как можно ближе к исходному центру тяжести.)

9.4.5 Работающее на сжатие поперечное сечение необходимо проверить на растяжение от внешних нагрузок и/или расчетного вакуума; превышение расчетного напряжения S согласно 8.1.1 не допускается.

9.4.6 Для каркасных крыш работающее на сжатие поперечное сечение проверяют на растягивающие усилия, вызванные несущей конструкцией.

9.4.7 Необходимо следить за тем, чтобы чрезмерные нагрузки на изгиб в работающей на сжатие области соединения каркаса и края стенки были предотвращены.

9.4.8 Резервуары со стационарными крышами должны иметь минимальную площадь работающего на сжатие сечения A (в соответствии с расчетами по 9.4.2) и опорное кольцо из профиля уголкового сечения в соответствии с таблицей 16.

Таблица 16 — Минимальные размеры опорного кольца из профиля уголкового сечения

Диаметр резервуара D, м	Минимальные размеры опорного кольца из профиля уголкового сечения, мм
$D \le 10$	60 × 60 × 6
$10 < D \le$	60 × 60 × 8
$0 < D \le 36$	80 × 80 × 10
$36 < D \le 48$	100 × 100 × 12
$48 < D$	150 × 150 × 12

9.5 Требования к системе вентиляционного оборудования

9.5.1 Для вентиляции резервуаров со стационарной крышей в соответствии с настоящим стандартом действуют требования 9.5.3—9.5.8 или требования, установленные заказчиком (см. A.1 приложения A).

9.5.2 Системы вентиляции должны соответствовать положениям приложения L.

9.5.3 Вентиляция должна выполнять следующие задачи:

a) приток воздуха при расчетном вакууме в нормальных условиях эксплуатации;

b) отток воздуха при избыточном давлении в нормальных условиях эксплуатации;

c) аварийная вентиляция, если она не исключена (см. A.1 приложения A).

9.5.4 При необходимости аварийной вентиляции ее должно обеспечить или соответствующее вентиляционное оборудование, или создание «ослабленного узла» соединения крыши со стенкой резервуара (см. приложение K).

9.5.5 Число и размеры вентиляционных и предохранительных клапанов должны соответствовать указанной в приложении L пропускной способности.

9.5.6 Пропускная способность должна быть достаточной для предотвращения превышения установленного в 4.4.2 аккумулирования для избыточного давления и отрицательного давления.

Примечание 1 — Для такого оборудование допускается установка решеток, предотвращающих попадание внутрь инородных тел. Использование слишком мелких решеток не рекомендуется, так как зимой они могут быть забиты.

Примечание 2 — При выборе материала для проволочных решеток необходимо учитывать возможную коррозию, так как она может ухудшить пропускную способность вентиляционного оборудования.

10 Проектирование и расчет плавающих крыш

По требованию (см. A.1 приложения A) открытые резервуары оснащают плавающими крышами в соответствии с приложением D и уплотняющими затворами согласно приложению E (см. A.1 приложения A).

11 Анкерное крепление резервуара

11.1 Анкерные крепления для стенок резервуара должны быть предусмотрены, если при указанных ниже условиях существует опасность подъема стенки и листов окрайки днища от фундамента резервуара:

a) подъем пустого резервуара под действием внутреннего расчетного давления, которому противодействует фактический вес крыши в состоянии после коррозии, стенки и различных навесных и накладных элементов в состоянии после коррозии;

b) подъем под действием внутреннего расчетного давления в сочетании с ветровой нагрузкой, которому противодействует фактический вес крыши в состоянии после коррозии, стенки и различных навесных и накладных элементов в состоянии после коррозии, а также вес предусмотренного хранимого продукта (см. А.1 приложения А);

c) подъем пустого резервуара под действием ветровой нагрузки, которому противодействует фактический вес крыши в состоянии после коррозии, стенки и различных навесных и накладных элементов в состоянии после коррозии;

d) если это требуется в соответствии с положениями приложения G.

11.2 Расчет подъема под действием ветровой нагрузки следует проводить на основании минимальной скорости ветра 45 м/с и коэффициента формы стенки резервуара 0,7.

11.3 Крепление анкерных устройств

11.3.1 Необходимо учитывать воздействие изгибающих моментов, вызванных креплениями анкерных устройств к стенке.

11.3.2 Анкерные крепления следует выполнять не только для листов днища, а располагать на стенке резервуара. При расчете резервуара необходимо учитывать перемещения вследствие изменений температуры и изменения давления жидкости и минимизировать вызванные в стенке напряжения.

Примечание — В приложении М показаны типовые варианты выполнения анкерных креплений.

11.3.3 В заданных проектных условиях допускаемое растягивающее напряжение в анкерных болтах или полосах не может превышать 1/2 установленного минимального предела текучести или 1/3 установленного временного сопротивления разрыву болтов или материала полос, в зависимости от того, какое значение меньше.

11.3.4 Анкерные болты или полосы должны иметь площадь поперечного сечения минимум 500 мм^2. Если ожидается коррозия, должен быть предусмотрен припуск минимум 1 мм, т. е. 2 мм на диаметр болта или, соответственно, 2 мм на толщину полосы.

Примечание 1 — Для резьбовых шпилек указания по площади поперечного сечения относятся к резьбовой части.

Примечание 2 — Рекомендуется располагать анкерные крепления с шагом максимум 3 м по возможности равномерно по всему периметру.

Примечание 3 — Рекомендуется не создавать в анкерных болтах или полосах предварительное напряжение, чтобы они работали только тогда, когда на стенку резервуара действует поднимающая сила (см. 15.3).

Примечание 4 — Перед введением резервуара в эксплуатацию посредством соответствующих мероприятий необходимо гарантировать, что анкерные болты или полосы не будут ослаблены и со временем не потеряют свою эффективность и удерживающую способность.

11.3.5 Анкерное крепление должно выдержать поднимающее усилие, вызванное испытательными нагрузками на резервуар.

11.3.6 Напряжения в анкерных болтах или полосах в условиях испытания не могут превышать 85 % установленного минимального предела текучести материала болтов или полос, при этом необходимо учитывать возможное имеющееся в болтах или полосах начальное напряжение вследствие предварительного натяжения.

12 Дополнительные элементы

12.1 Патрубки в стенке с наружным диаметром 80 мм и больше

12.1.1 Накладные патрубки в стенке с наружным диаметром 80 мм и больше не допускаются.

12.1.2 Патрубки, используемые в качестве смотровых люков, должны иметь внутренний диаметр минимум 600 мм, если отсутствуют иные договоренности (см. А.2 приложения А).

Примечание — Типовые элементы и размеры смотровых люков для резервуаров, давление которых (расчетное или испытательное) не превышает 25 м водяного столба, показаны на рисунке 9. Эти размеры включают номинальный припуск на коррозию 3 мм.

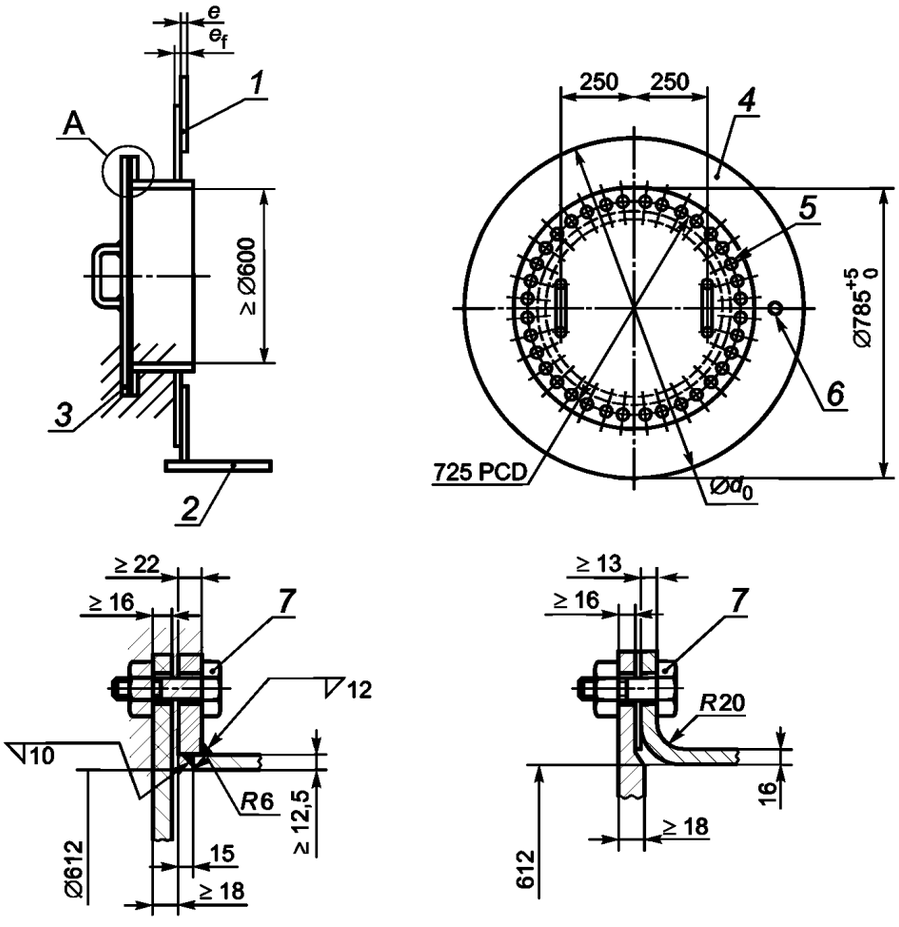
12.1.3 Минимальная толщина стенки патрубка не должна быть меньше значения, указанного в таблице 17.

Таблица 17 — Минимальная толщина стенки патрубка, расположенного в стенке резервуара

В миллиметрах

Наружный диаметр патрубка d_n,	Минимальная толщина стенки патрубка, расположенного в стенке резервуара, e_n	
	Нелегированные стали	Нержавеющие стали
$80 \le d_n \le 100$ *n*	7,5	6,0
$100 < d_n \le 150$ *n*	8,5	7,0
$150 < d_n \le 200$ *n*	10,5	8,0
$200 < d_n$	12,5	9,0
Фланцы должны соответствовать prEH 1759-1:2000, класс 150, или EH 1092-1:1994, PH 25.		

12.1.4 Должны быть предусмотрены усиливающие накладки согласно 13.1.4 или 13.1.5.



1 — стенка резервуара; *2* — днище резервуара; *3* — обработанная уплотнительная поверхность; *4* — усиливающая накладка; *5* — 36 отверстий Ø 22 мм для болтов М20; *6* — контрольное отверстие Ø 6 мм в усиливающей накладке; *7* — болты М20

Примечание — На угловых швах размеры относятся к толщине шва.

Рисунок 9 — Типовое исполнение смотрового люка в стенке резервуара

12.1.5 Площадь поперечного сечения усиливающей накладки (по методу заменяемой площади), измеренная в вертикальной плоскости, проходящей через ось навесного элемента, должна быть не менее чем

$$0{,}75d \cdot e_1, \tag{16}$$

где d — диаметр отверстия, вырезанного в стенке резервуара, мм;

e_1 — большее из значений e_c и e_t по 8.2.2 или номинальная толщина по таблице 16, мм.

12.1.6 Усиление допускается выполнять одним из следующих 3 методов или любой их комбинацией:

a) применение более толстого врезного листа для стенки (см. рисунки 10 и 11) или круглой усиливающей накладки, для которой действуют ограничения

$$1{,}5d < d_r < 2d, \tag{17}$$

где d_r — фактический диаметр усиливающей накладки, мм.

Усиливающие накладки могут иметь форму, отличную от круглой, если выполняются следующие минимальные требования;

b) применение более толстого патрубка или патрубка для смотрового люка.

В качестве усиления допускается учитывать отрезок патрубка в пределах толщины листа стенки и участков с двух сторон от листа стенки длиной, которая соответствует четырехкратной толщине патрубка (см. рисунок 12), если толщина патрубка в пределах этого участка не уменьшается, и граница лежит в точке, в которой начинается уменьшение;

c) применение более толстых листов стенки, чем это требуется согласно 9.2.2, с учетом предельных значений, установленных в 8.1.7 для нижней границы и в таблицах 3—6 для верхней границы.

Граница площади усиления соответствует описанной в перечислении a).

12.1.7 В качестве альтернативы, описанной в 12.1.6, методу заменяемой площади усиление также выполняют посредством применения более толстого патрубка, который выступает с обеих сторон листа стенки (см. рисунок 13).

12.1.8 Минимальную длину L участка патрубка, которую допускается рассматривать в качестве усиливающего элемента, рассчитывают по формуле

$$L \geq 1{,}17\sqrt{r_m e_n}, \tag{18}$$

где

$$r_m = \frac{r_o + r_i}{2}, \tag{19}$$

12.1.9 Толщину стенки патрубка с учетом рисунка 14 определяют таким образом, чтобы коэффициент повышения напряжения S_{cf} не превышал 2.

12.1.10 Коэффициент замены y рассчитывают по формуле

$$y = 1{,}56\sqrt{\frac{e_n^3}{r_m e_s^2}} + \frac{e_n}{2r_m}, \tag{20}$$

где e_s — толщина листа стенки, мм;

r_m — средний радиус патрубка, мм;

e_n — толщина стенки патрубка, мм.

12.1.11 Ширина листа, в котором расположены навесной элемент и его элемент усиления, должна быть минимум равной общей ширине пояса и иметь длину не меньше ширины.

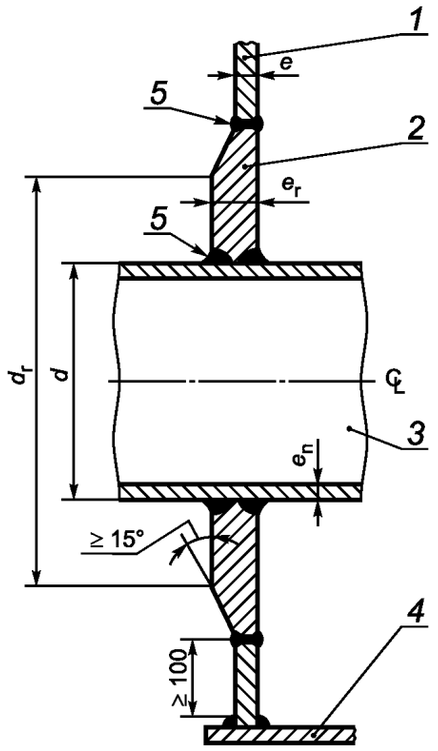
12.1.12 Удлинительную трубку или фланец, которые приваривают к патрубку с внутренней или наружной стороны, не являющиеся компонентом требуемого усиления, не рассматривают как часть навесного элемента.

12.1.13 Сварные швы, дополнительно накладываемые на стенку патрубка, следует располагать от подвергнутых тепловой обработке мест сварных швов на минимальном расстоянии

$$2{,}5\sqrt{r_i e_n}, \tag{21}$$

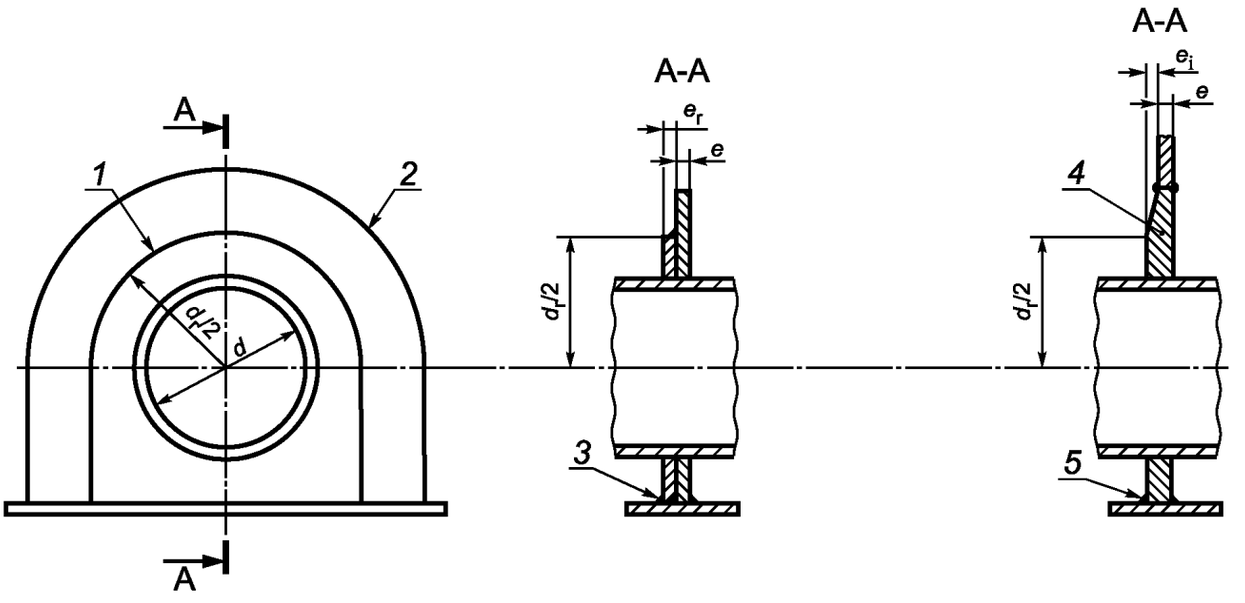
где e_n — толщина стенки патрубка, мм;

r_i — внутренний радиус патрубка, мм.



1 — лист стенки; *2* — врезной лист; *3* — патрубок; *4* — лист днища;
5 — подробные пояснения по сварке см. 13.7

Рисунок 10 — Врезной лист в качестве элемента усиления (см. 12.1.6)



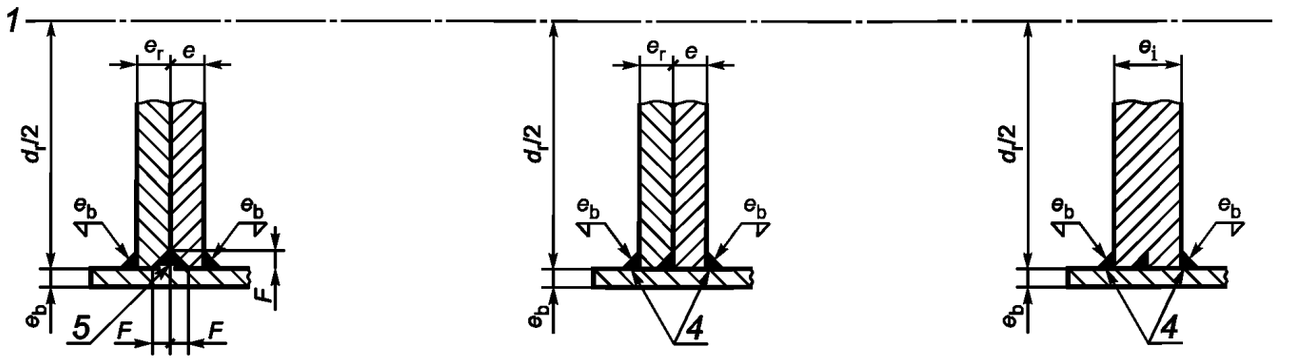
a) Вид спереди

b) Накладной наружный усиливающий лист

c) Врезной усиливающий лист

1 — наружный усиливающий лист; *2* — врезной усиливающий лист; *3* — см. d) и e); *4* — скос 1:4; *5* — см. f)

Рисунок 11, лист 1 — Усиление патрубка, расположенного около днища



d) Накладной наружный усиливающий лист

Отожженный на заводе шов патрубка со снятием внутренних напряжений

e) Накладной наружный усиливающий лист

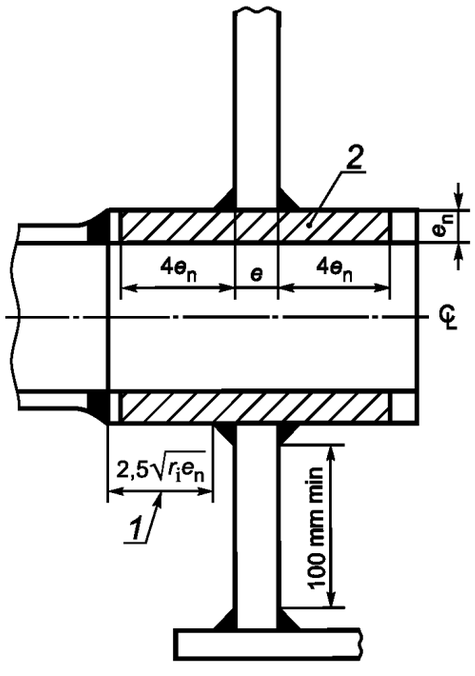
Шов патрубка, отожженный без снятия внутренних напряжений

f) Врезной лист

Шов патрубка, отожженный со снятием внутренних напряжений или без

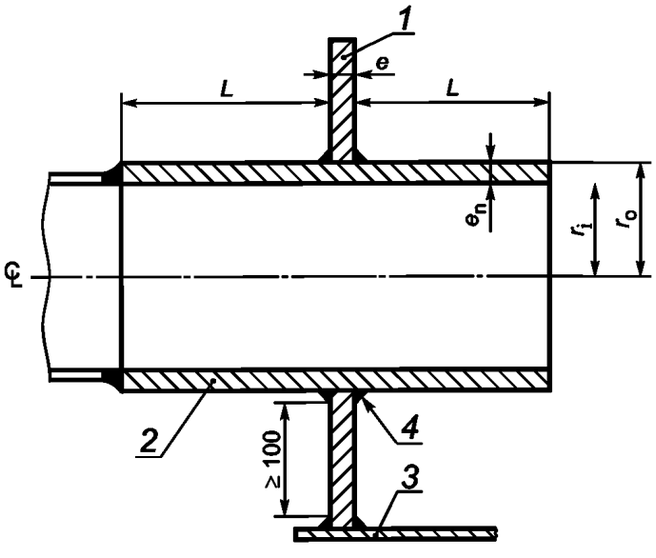
1 — патрубок; *2* — скос 1:4; *3* — сварной шов, выполненный на заводе; *4* — сварной шов, выполненный на строительной площадке; *5* — сварной шов, выполненный на заводе, отшлифованный заподлицо

Рисунок 11, лист 2



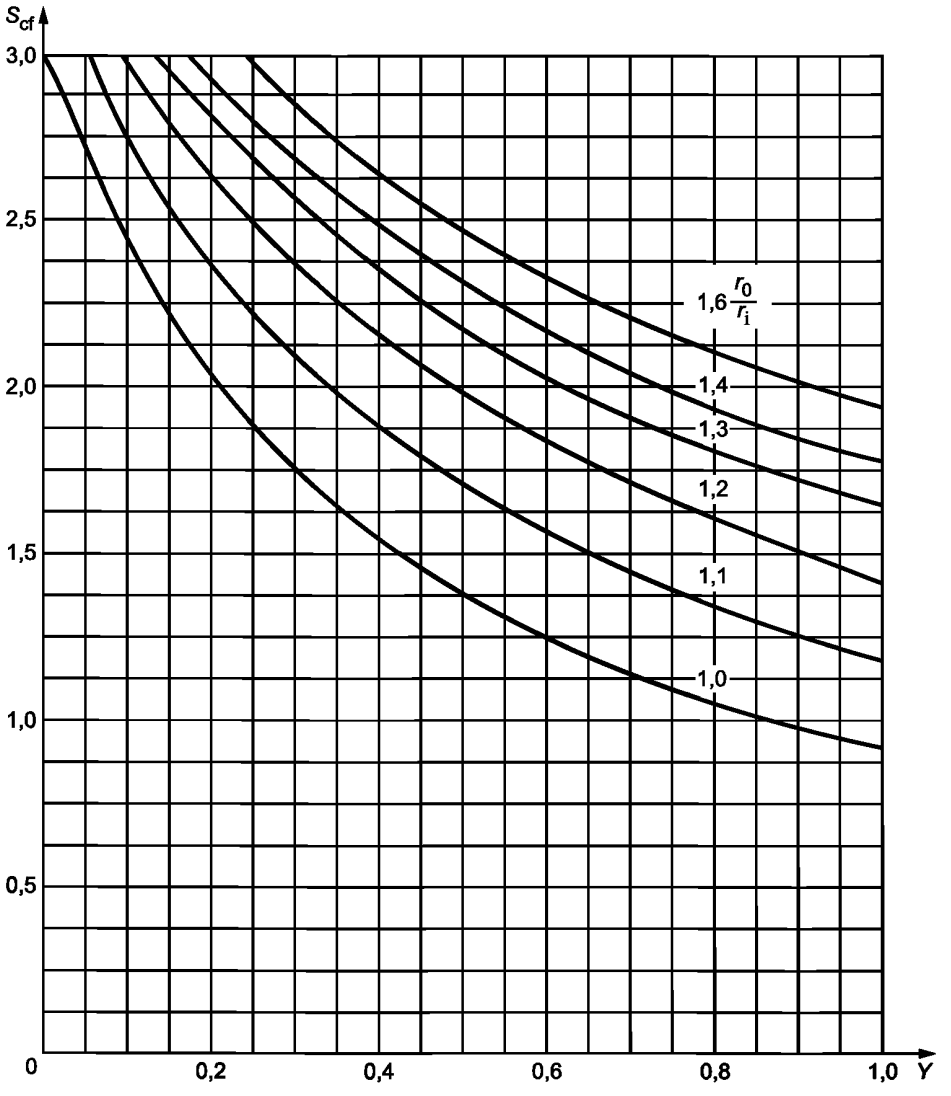
1 — лист стенки; *2* — патрубок

Рисунок 12 — Более толстый патрубок в качестве элемента усиления стенки



1 — лист стенки; *2* — патрубок; *3* — лист днища; *4* — подробные пояснения по сварке см. 12.5

Рисунок 13 — Альтернативный составной патрубок в качестве элемента усиления (см. 12.1.8)



S_{cf} — коэффициент повышения напряжения; Y — коэффициент замены

Примечание — См. [8].

Рисунок 14 — Диаграмма для определения толщины усиления обечайки патрубка (см. 12.1.8)

12.2 Патрубки в стенке с наружным диаметром менее 80 мм

12.2.1 Для патрубков с наружным диаметром менее 80 мм дополнительного усиления не требуется, если толщина стенки патрубка не меньше толщины стенки патрубка, указанной в таблице 18.

Примечание — Допускается использовать накладные патрубки, привариваемые встык.

Таблица 18 — Минимальные размеры опорного кольца из профиля уголкового сечения

Диаметр резервуара D, м	Минимальные размеры опорного кольца из профиля уголкового сечения, мм
$D \le 10$	60 × 60 × 6
$10 < D \le$	60 × 60 × 8
$0 < D \le 36$	80 × 80 × 10
$36 < D \le 48$	100 × 100 × 12
$48 < D$	150 × 150 × 12

12.3 Люки и патрубки в крыше

12.3.1 Смотровые люки в крышах должны иметь диаметр минимум 500 мм, их конструкция должна позволять приварить их к листам крыши.

12.3.2 Крышки для смотровых люков должны отвечать требованиям, указанным в А.1 приложения А, или быть следующего типа: закрепленный, шарнирный или на болтах.

Примечание — Подробная информация о смотровых люках с крышкой на болтах приведена в таблице 19 и на рисунке 15.

12.3.3 Аварийно-спасательные люки, если они необходимы, должны иметь минимальный внутренний диаметр 600 мм.

Таблица 19 — Размеры смотровых люков

Вид люка	Внутренний диаметр d_i	Диаметр крышки d_c	Диаметр окружности, на которой расположены отверстия для болтов PCD	Число болтов	Диаметр уплотнителя		Диаметр выреза в листе крыши d_h	Наружный диаметр усиления d_r
					Внутренний	Наружный		
Смотровой люк	500	660	600	16	500	660	520	1060
Аварийно-спасательный люк	600	760	700	20	600	760	625	1170

12.3.4 Патрубки с фланцами для резервуаров со стационарной крышей с расчетным давлением ≤ 60 мбар должны быть выполнены в соответствии с рисунком 16 и таблицей 20. Допускается использовать другие расчеты при условии обязательного согласования (см. А.2 приложения А).

12.3.5 Для патрубка диаметром > 80 мм к толщине следует прибавлять припуск на коррозию 3 мм.

12.3.6 Патрубки в крыше для резервуаров с очень высоким давлением (выше 60 мбар) следует проектировать согласно положениям 12.2. Патрубки и фланцы следует проектировать таким образом, чтобы они могли выдержать расчетное давление.

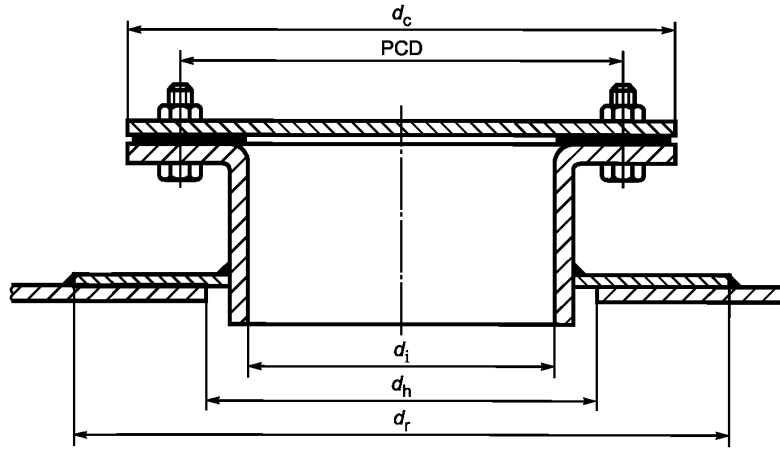
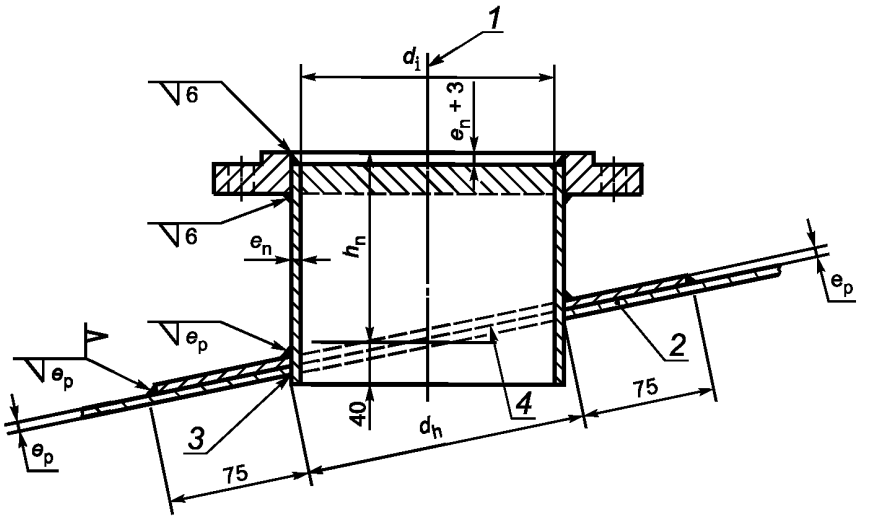


Рисунок 15 — Крышка на болтах



1 — ось, всегда вертикальная; *2* — лист крыши; *3* — в зависимости от хранимого продукта может потребоваться полное проплавление шва; *4* — при использовании патрубка в крыше для притока и оттока воздуха допускается патрубок срезать заподлицо с усиливающим листом или линией крыши

Примечание — Указанные на угловых швах размеры относятся к толщине шва.

Рисунок 16 — Патрубки в крыше с фланцем (см. таблицу 20)

Таблица 20 — Размеры патрубков в крыше

Номинальный диаметр патрубка, мм	Наружный диаметр патрубка d_n	Диаметр выреза в листе крыши d_h	Минимальная высота патрубка h_n	Требуемая толщина стенки патрубка e_n	
				Нелегированные стали	Нержавеющие стали
25	34	40	150	3,4	2,7
50	60	66	150	3,9	2,7
80	89	95	150	5,5	3,0
100	114	120	150	6,0	3,0
150	168	174	150	7,1	3,4
200	219	230	150	8,2	3,7
250	273	284	200	9,3	4,0
300	324	336	200	9,5	4,5
Примечание 1 — Фланцы должны соответствовать prEN 1759-1:2000, класс 150, или EH 1092-1:1994, PN 25. Примечание 2 — См. рисунок 16					

12.3.7 Блочные фланцы с резьбовыми шпильками для установки смотровых окон, инструмента и т. д. следует приваривать к стенке или крыше резервуара стыковыми или угловыми швами. Если диаметр выреза в листе стенки или крыши резервуара превышает 80 мм, должно быть предусмотрено соответствующее усиление, которое проектируют согласно 12.1.6 или 12.1.8. При этом вся площадь поперечного сечения блочного фланца может рассматриваться как элемент усиления.

12.3.8 Патрубки должны быть спроектированы таким образом, чтобы они могли выдержать нагрузки под действием подсоединенных к ним трубопроводов и навесных элементов (см. 6.2.12).

12.4 Придонные очистные люки и зумпфы резервуара

12.4.1 С точки зрения сложного распределения напряжений число придонных очистных люков и зумпфов резервуара должно быть сведено к минимуму. Исполнение должно быть разработано и согласовано (см. А.2 приложения А).

Примечание — Примеры подходящих вариантов исполнения приведены в приложении О.

12.4.2 Если в нижнем поясе стенки предусмотрены придонные очистные люки, высота выреза не должна превышать меньшее из двух значений: 915 мм или 1/2 ширины листа стенки.

12.4.3 Соответствующий пояс стенки, включая навесные и накладные элементы, должен быть изготовлен заранее и после сварки в соответствии с 17.10 подвергнут тепловой обработке.

Типовые элементы исполнения показаны на рисунках О.1—О.4, приложения О.

12.4.4 Зумпфы резервуара всей поверхностью должны опираться на фундамент. В соответствии с конструкционными чертежами фундамента в фундаменте должны быть предусмотрены углубления.

12.4.5 Нижний сварной угловой шов к листу днища или окрайки следует выполнять в неискривленной плоской области до окончательной установки листа в основание резервуара. Для этого лист днища или окрайки необходимо перевернуть. Типовые элементы исполнения показаны на рисунке О.5 приложения О.

12.4.6 Комбинированные зумпфы для стока и очистки не допускается применять для резервуаров с толщиной листа стенки более 20 мм. Типовые элементы исполнения показаны на рисунке О.6 приложения О.

12.5 Указания по сварке штуцеров

12.5.1 Швы с неполным проплавлением допускается применять только для толщины стенок до 12,5 мм и при расчетном сопротивлении менее 185 Н/мм^2.

12.5.2 Подробные указания по сварке патрубков приведены в приложении N.

12.5.3 Передние кромки угловых сварных швов, с помощью которых патрубки или усиливающие листы приварены к стенке, или средняя линия стыковых швов, с помощью которых врезные листы приварены к стенке, должны отстоять минимум на 100 мм от средней линии других стыковых швов стенки, от начала соединений угловыми швами между стенкой и днищем или примыкающими навесными и накладными элементами.

12.5.4 Усиливающие или врезные листы могут доходить до соединения стенки и днища, если они образуют с днищем угол 90° (см. рисунок 11).

12.5.5 Если не для всех патрубков удается избежать пересечения со сварными швами стенки резервуара с малым диаметром и толщиной стенки 10 мм и менее, по согласованию (см. А.2 приложения А) допускается пересечение отверстий для патрубков с вертикальными или горизонтальными сварными швами, если касательная в точке пересечения выреза и шва и средняя линия стыкового шва стенки образуют угол от 45° до 90° (см. рисунок 17).

12.5.6 Шов стенки около выреза должен быть подвергнут 100%-му контролю магнитопорошковым или капиллярным методом (цветная дефектоскопия).

12.5.7 Каждый стыковой шов, попадающий под усиливающий лист, должен быть зачищен и подвергнут 100%-му радиографическому контролю.

12.5.8 Размеры сварных швов между патрубками, проходящими сквозь стенку, и самой стенкой должны соответствовать указаниям рисунка N.1 приложения N. Эти швы необязательно должны быть больше удвоенной толщины стенки навесного элемента.

12.5.9 Если толщина стенки обечайки из катаной нелегированной стали превышает 20 мм, то или применяют материалы с установленными характеристиками по всей толщине, или на поверхность обечайки наплавляют слой металла толщиной минимум 3 мм до приварки патрубка в стенку (см. рисунок 18).

12.5.10 Стыковые швы между врезными листами и листами стенки выполняют с полным проплавлением, наличие непроваров не допускается.

12.5.11 Толщина угловых швов по краю усиливающего листа должна составлять 70 % толщины усиливающих листов или 14 мм в зависимости от того, какое значение меньше.

12.6 Примыкания фланцев

12.6.1 Фланцы всех навесных или накладных элементов, за исключением смотровых люков в стенке или крыше, включая сверление отверстий, следует изготовлять согласно EH 1759-1:2000, класс 150, или EH 1092-1:1994, PN 25, если не установлено иное (см. А.1 приложения А).

12.6.2 Положение контрфланца должно быть проверено на соответствие.

12.7 Тепловая обработка патрубков после сварки

Изготовитель/организация, выполняющий монтаж резервуара, для всех патрубков, указанных в таблице 26, в зависимости от толщины стенок или диаметра патрубков должен провести мероприятия по тепловой обработке после сварки (PWHT) в соответствии с положениями 17.10.8 и 17.10.10.

12.8 Системы нагрева и охлаждения

Для нагревания или охлаждения хранимого продукта применяют соответствующие системы с теплоносителем (см. приложение Р) или электрическое нагревательное оборудование. Соответствующий метод должен быть согласован (см. А.2 приложения А).

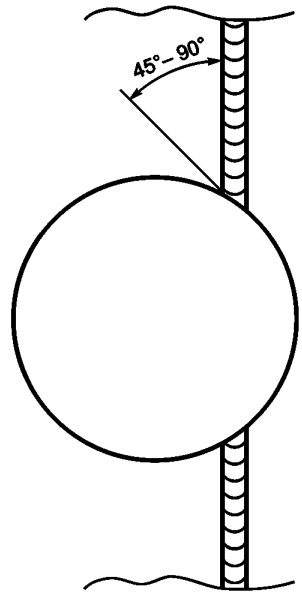
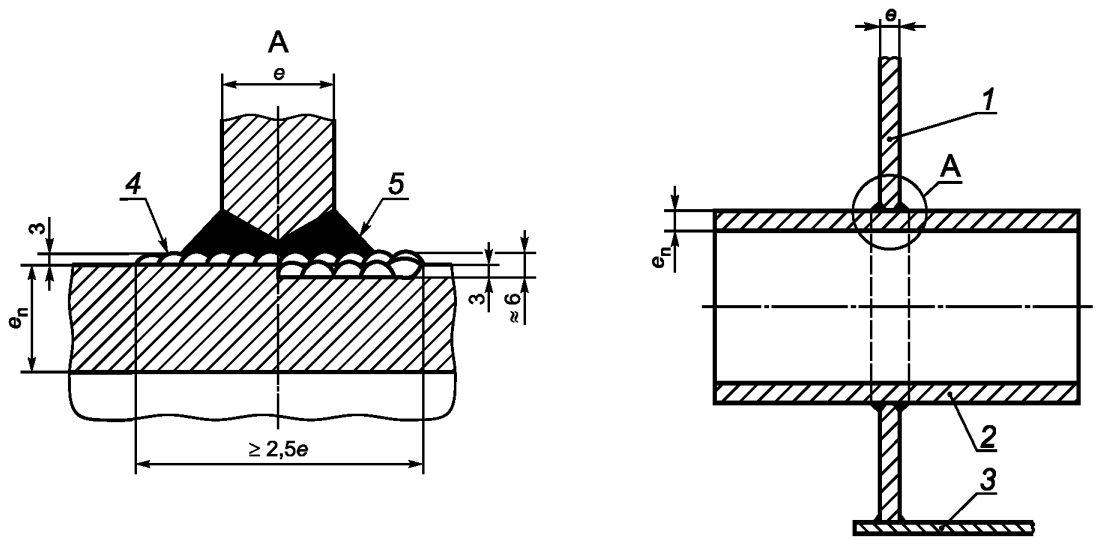


Рисунок 17 — Отверстия для патрубков, пересекающих швы стенки



1 — лист стенки; *2* — патрубок; *3* — лист днища; *4* — наплавленный металл;
5 — указания по сварке см. в приложении N

Примечание — Для приварки патрубка в качестве альтернативы допускаются снятие слоя материала патрубка толщиной 3 мм или замена минимум двумя слоями наплавленного материала.

Рисунок 18 — Наплавка для патрубков

12.9 Лестницы, площадки и ограждения

12.9.1 Лестницы и площадки должны соответствовать требованиям ЕН ИСО 14122, а также специальным требованиям 12.9.2—12.9.10,12.9.11—12.9.13 и 12.9.15.

12.9.2 Лестницы и площадки следует изготовлять из металла. Они должны иметь ширину в свету минимум 600 мм.

12.9.3 Угол по отношению к горизонтальной поверхности не должен превышать 45°.

12.9.4 Указания для лестниц теплоизолированных резервуаров приведены в приложении Q.

12.9.5 Ступени должны иметь нескользящую поверхность.

12.9.6 Высота ступени должна в обычном случае составлять 200 мм, глубина в центре ступени — минимум 200 мм. Около площадок и платформ высота ступени может отличаться на ± 5 мм. Необходимо учитывать предписания, действующие на региональном или национальном уровне.

12.9.7 Спиральные лестницы, у которых ступени привариваются непосредственно или с помощью промежуточных листов к стенке резервуара допускаются только в том случае, если:

a) установленный минимальный предел текучести материала стенки ниже 275 Н/мм^2;

b) установленный минимальный предел текучести материала стенки свыше 275 Н/мм^2 и толщина стенки до 12,5 мм включительно.

12.9.8 Если установленный минимальный предел текучести материала стенки 275 Н/мм^2 и максимальная толщина стенки 12,5 мм превышены, лестницы должны иметь независимую от стенки опору или крепиться к стенке резервуара с помощью горизонтальных непрерывных сварных швов (см. 12.10).

12.9.9 Лестницы и площадки наряду с ветровой нагрузкой, принятые для исходного расчета стенки резервуара, должны выдерживать равномерную полезную нагрузку минимум 2,4 кН/м^2 и сосредоточенную нагрузку 5 кН, приложенную в любой точке.

Примечание — Для лестниц высотой более 6 м рекомендуется выполнить одну или несколько промежуточных площадок.

12.9.10 Площадки, ведущие с резервуара на землю, соединяющие любую часть резервуара с любой частью соседнего резервуара либо с другой, отдельно стоящей конструкцией, должны иметь опорные устройства, допускающие свободное перемещение соединяемых конструкций.

12.9.11 Ограждения на крышах резервуаров, лестницах и площадках изготовляют из стального профиля или элементов сплошного сечения и размещают таким образом, чтобы было предотвращено падение людей или предметов.

12.9.12 Ограждения должны выдерживать сосредоточенную нагрузку 1 кН, приложенную в любой точке и действующую в любом направлении.

12.9.13 Ограждения размещают с обеих сторон площадок и лестниц, за исключением спиральных лестниц, для которых ограждение с внутренней стороны может отсутствовать, если расстояние между стенкой резервуара и внутренним краем лестницы не превышает 200 мм. Для несплошных ограждений любой участок между резервуаром и платформой шире 150 мм должен быть закрыт.

12.9.14 Если для резервуаров диаметром более 12,5 м требуется доступ к оборудованию в центральной части крыши, должны быть предусмотрены ступенчатые площадки с ограждениями. В узлах соединений должна быть обеспечена прочность отдельных элементов.

12.9.15 Стационарные лестницы-стремянки должны иметь кольцевое ограждение и промежуточные площадки.

12.10 Постоянные и временные навесные и накладные элементы

12.10.1 Число постоянных навесных и накладных элементов, привариваемых к стенке толщиной более 12,5 мм, должно быть ограничено до минимума, сварку предпочтительно выполнять горизонтальным швом.

Примечание — Если требуются вертикальные угловые швы, то из-за того, что они вызывают увеличение напряжений, необходима особая тщательность проработки.

12.10.2 Вертикальные крепежные швы должны быть на расстоянии от вертикальных швов стенки минимум на 150 мм; горизонтальные швы навесных и накладных элементов не должны проходить по верхнему краю горизонтальных основных швов.

12.10.3 Приварка болтов и навесных и накладных элементов к листам толщиной более 13 мм не допускается.

12.10.4 Для временных навесных и накладных элементов, за исключением приспособлений для монтажа, действуют те же требования по их расположению и ориентации, также для способа действий и для постоянных навесных и накладных элементов.

13 Теплоизоляция

13.1.1 Временные навесные и накладные элементы, необходимые для сооружения теплоизоляции резервуара, должны соответствовать требованиям 12.10.

13.1.2 Для резервуаров, проектируемых в соответствии с настоящим стандартом, теплоизоляция может потребоваться по разным причинам, например для поддержания постоянной температуры хранимого продукта. Хотя расчет такого рода теплоизоляции не является предметом настоящего стандарта, следует учитывать рекомендации, приведенные в приложении Q.

14 Изготовление частей резервуара в заводских условиях

14.1 Общие положения

14.1.1 При разработке процесса изготовления резервуара изготовитель должен учитывать характеристики хранимого продукта.

14.1.2 Поставленное сырье и материалы, а также элементы оборудования для изготовления резервуара должны соответствовать требованиям, установленным при заказе (к качеству, числу, размерам, обработке поверхности, внешнему виду, свидетельствам о прохождении испытаний и т. д.), и подходить для предусмотренного применения.

14.1.3 Все листы, профили и поковки должны иметь маркировку, установленную при заказе, но как минимум соответствующую требованиям стандарта на изделие. Допускается применение материалов без маркировки для изготовления лестниц, опор лестниц и подобных навесных и накладных элементов, если работа материалов будет происходить не в условиях Крайнего Севера.

14.1.4 Необходимо проверить, что упаковка материалов для сварки находится в хорошем состоянии, что маркировка на упаковке соответствует требованиям, указанным в заказе и стандарте на продукт.

14.2 Перемещение и хранение материалов

14.2.1 Листы из нержавеющей стали следует хранить и перемещать таким образом, чтобы были предотвращены загрязнения поверхности.

14.2.2 Детали (например, фланцы) и поверхности, обработанные машинным способом, во время транспортирования и хранения должны быть защищены от коррозии и механических повреждений.

14.2.3 Сварочные материалы должны быть защищены и храниться согласно требованиям соответствующих стандартов и/или рекомендациям поставщика. Сварочные материалы, которые должны быть использованы на строительной площадке, следует хранить в оригинальной упаковке.

14.3 Маркировка материалов

14.3.1 Метод маркировки листов должен быть согласован (см. А.2 приложения А). Преимущественно для маркировки используют чеканочный штемпель со скругленным контуром и минимальным радиусом 0,25 мм.

14.3.2 Метод, указанный в 14.3.1, не подходит для листов толщиной менее 6 мм; для их маркировки следует применять краски или чернила. Изготовитель должен гарантировать, что применяемые краски или чернила совместимы с материалом и хранимым продуктом и не вызовут повреждений поверхности.

14.3.3 Маркировка материалов, которые должны быть поставлены со свидетельствами о прохождении испытаний на выполнение требований 2.3 по ЕН 10204:2004 и выше, должна оставаться видимой после монтажа резервуара.

14.3.4 Если маркировка разрушается в процессе производства, то минимум одну маркировку необходимо перенести на такое место, на котором она останется видимой после окончательного монтажа резервуара.

14.3.5 Усиливающие листы, трубы, фланцы и подобные детали из материалов в соответствии с таблицами 3—6, для которых требуются указанные выше свидетельства о прохождении испытаний, должны быть маркированы.

14.3.6 Маркировку на материалах, которые в дальнейшем используются для изготовления стенки или других несущих частей резервуара, перед резкой переносят на разные отдельные детали.

14.3.7 Маркировка должна быть видна с внутренней стороны резервуара, если не установлено иное.

14.3.8 Перенос маркировки изготовителя могут выполнять только уполномоченные лица.

14.3.9 Маркировка должна быть читаемой минимум до гидравлических испытаний резервуара.

14.3.10 Если в соответствии со спецификацией на материал маркировка или клеймение на листе не допускаются, маркировку наносят на чертеж или указывают в соответствующем перечне.

14.3.11 Для неприваривaемых элементов конструкций, которые не нагружены давлением, маркировка материала не требуется.

14.4 Подготовка листов и допустимые отклонения размеров

14.4.1 При разделке кромок листов необходимо учитывать отклонения размеров готового резервуара (см. раздел 16).

14.4.2 Для листов днища или крыш, свариваемых внахлест, необходимо соблюдать обычные допуски на прокатку, установленные в стандарте на сталь.

14.4.3 Метод резки должен подходить для обрабатываемого материала. Механическая резка листов толщиной более 10 мм допускается только при соответствующем согласовании (см. А.2 приложения А).

14.4.4 При обработке кромок особое внимание следует уделить равномерности и соблюдению угла сварных кромок.

14.4.5 Кромки после термической резки не должны иметь оксидов и окалины, перед сваркой кромки очищают.

14.4.6 Все кромки листов должны быть прямолинейными и не иметь отклонений более 2 мм. Допустимое отклонение размеров длины и ширины (высота пояса) листов должно составлять ± 2 мм. При необходимости допускается шлифование.

14.4.7 Листы, из которых изготовляют стенку резервуара, должны быть прямоугольными, длины диагоналей не должны отличаться более чем на 3 мм.

14.4.8 Расположение листов стенки должно соответствовать положениям 8.4.

14.4.9 Вырезы под люки и патрубки изготовляют механическим способом или термической резкой, затем шлифуют. Острых кромок необходимо избегать.

14.4.10 Расстояние между вырезом и ближайшей кромкой листа должно удовлетворять требованиям 12.5.3, если не согласовано иное (см. А.2 приложения А).

14.4.11 Минимальная длина листа стенки должна составлять 1 м (см. рисунок 4).

14.5 Подготовка деталей патрубков

14.5.1 Детали патрубков (трубы, фланцы и т. д.) обрабатывают машинным способом, механической или термической резкой.

14.5.2 Термическая резка допускается только для тех концов труб, которые затем не будут свариваться, если отсутствуют иные договоренности (см. А.2 приложения А).

14.6 Обработка листов давлением и допустимые отклонения размеров

14.6.1 При необходимости концы листов перед обработкой давлением должны быть обжаты.

14.6.2 После обработки давлением листы проверяют на наличие дефектов геометрии и поверхности.

14.6.3 Локальные небольшие занижения толщины допустимы, если оставшаяся толщина на площади $6e \times 6e$ составляет минимум 95 % толщины, определенной согласно 6.2.1.

14.6.4 Особое внимание при обработке давлением следует уделить предотвращению загрязнения поверхности для листов из нержавеющих сталей.

14.7 Отверстия

14.7.1 Патрубки

14.7.1.1 В зависимости от расположения различают два типа патрубков (см. раздел 13):

- патрубки в крыше резервуара;
- патрубки в любом месте стенки или днища резервуара.

14.7.1.2 Фланцы изготовляют из поковок или листов. Если применяют листы, в них должны отсутствовать расслоения.

14.7.1.3 Разделку кромок для стыкового сварного шва следует проводить таким образом, чтобы обеспечивалось полное проплавление шва. Разделку кромок следует контролировать.

14.7.1.4 Отверстия под болты не допускается располагать на вертикальной или горизонтальной оси (см. 12.6).

14.7.1.5 Для патрубков, для которых согласно таблице 26 требуется тепловая обработка после сварки, изготовитель должен провести соответствующие мероприятия. Тепловую обработку после сварки проводят согласно 17.10.

14.7.2 Смотровые люки

При приварке рамы к резервуару необходимо действовать так, чтобы деформация обработанной поверхности для установки смотрового окна оставалась минимальной.

14.7.3 Патрубок для мешалки

Тип конструкции, качество сварных швов и метод их изготовления должны быть выбраны таким образом, чтобы концентрации напряжений или трещинообразование были предотвращены.

14.7.4 Очистные люки

14.7.4.1 Изготовитель должен принять меры для тепловой обработки после сварки согласно 17.10.

14.7.4.2 Детали очистных люков, привариваемые к стенке резервуара, подготовляют таким образом, чтобы обеспечивалось полное проплавление шва. Как и для мешалок, тип конструкции, качество сварных швов и метод их изготовления должны быть выбраны таким образом, чтобы концентрации напряжений или трещинообразование были предотвращены.

14.7.5 Усиливающие листы

14.7.5.1 Усиливающие листы для патрубков (см. рисунок 11) должны иметь такое же качество материала, что и листы стенки (см. 5.6.4.3), к которым приваривается патрубок.

14.7.5.2 Усиливающий лист необходимо деформировать таким образом, чтобы в установленном состоянии он имел такой же радиус кривизны, что и лист стенки, к которому он приваривается.

14.7.5.3 Все усиливающие листы для патрубков должны иметь минимум одно резьбовое отверстие для целей контроля.

14.7.6 Врезные листы

14.7.6.1 Врезные листы для патрубков (см. рисунок 10) должны иметь такое же качество материала, что и листы стенки (см. 5.6.4.3), в которые вваривается патрубок.

14.7.6.2 Края врезных листов в месте перехода к листам стенки резервуара должны иметь скос 1:4.

14.8 Сварочные работы

14.8.1 Все сварочные работы с конструктивными элементами, изготовляемыми в заводских условиях, должны выполнять подходящим аттестованным методом сварщики, прошедшие соответствующие испытания, как установлено в разделе 17.

14.8.2 Все сварочные работы с конструктивными элементами, изготовляемыми в заводских условиях, следует проводить в соответствии с разделом 18.

14.8.3 Временные сварные швы для монтажа элементов заводского изготовления удаляются шлифованием или зубилом так, чтобы на поверхности не осталось наплавленного металла.

Все места приварки временных элементов на резервуарах из любых марок сталей должны контролироваться ЦД.

14.8.4 Обжимные фланцы следует приваривать с двух сторон.

14.8.5 Стыковые соединения для приварки фланцев следует выполнять с полным проплавлением.

14.8.6 Минимальное расстояние между швами патрубка и ближайшей кромкой листа должно соответствовать требованиям 12.5.3.

14.8.7 Изготовитель должен принять меры для тепловой обработки после сварки согласно 17.10, если это необходимо.

14.9 Состояние поверхности

14.9.1 Все сварные швы очищают и обрабатывают щеткой, следы шлаковых включений удаляют.

14.9.2 Для изготовления резервуаров из нержавеющих сталей применяют соответствующее оборудование.

14.9.3 Сварные швы на листах из нержавеющих сталей должны быть пассивированы, все остатки ржавчины необходимо удалить.

14.9.4 Все поверхности должны удовлетворять требованиям приложения R.

14.10 Маркировка для монтажа

14.10.1 Все листы, подготовленные детали и принадлежности для идентификации маркируют подходящим способом краской, чернилами или навесными бирками.

14.10.2 Если поставляются идентичные детали, минимум одну деталь маркируют так, чтобы были исключены ошибки при монтаже.

14.10.3 Маркировку наносят на все чертежи для облегчения монтажа на строительной площадке.

14.11 Упаковка, перемещение и транспортирование на строительную площадку

14.11.1 Упаковка должна предотвращать повреждения конструктивных элементов при транспортировании.

14.11.2 Листы при необходимости следует хранить на специальных подложках таким образом, чтобы были исключены остаточные деформации.

14.11.3 При перемещении, погрузке и разгрузке листов производитель должен использовать подъемный механизм, который обеспечивает безопасную работу без повреждений деталей.

14.11.4 При использовании захватов с автоматическими зажимными приспособлениями не допускается появление неприемлемых повреждений на листах.

14.11.5 При перемещении, погрузке и разгрузке листов из нержавеющих сталей необходимо применять оборудование с соответствующей защитой.

14.11.6 Подкладные колодки, шайбы и т. д. для листов из нержавеющей стали и листов с покрытием следует изготовлять из подходящих материалов, а изготовитель должен обеспечить принятие соответствующих защитных мер.

14.11.7 Поверхности, обработанные машинным способом, должны быть защищены от коррозии и механических повреждений.

14.11.8 Маленькие детали с поверхностями после конечной обработки, например фланцы, следует транспортировать в ящиках или на паллетах.

14.11.9 Детали большего размера допускается транспортировать без упаковки, если их обработанные поверхности соответствующим образом защищены.

14.11.10 Уплотнители должны быть защищены от повреждений во время транспортирования и хранения.

14.11.11 Материалы для сварки следует хранить в оригинальной упаковке, в которой они защищены от повреждений и впитывания влаги во время транспортирования и хранения.

15 Монтаж на строительной площадке и допустимые отклонения размеров

15.1 Общие положения

15.1.1 Должна быть предоставлена вся информация, требующаяся для монтажа, необходимо указать следующие данные:

- спецификацию на монтажные работы с указанием последовательности выполнения;
- исполнительные чертежи;
- идентификационные чертежи, требуемые согласно 14.10;
- требуемые допуски на исполнение;
- подробное описание методов сварки;
- документацию по уже проведенным испытаниям;
- заводские свидетельства на материалы;
- спецификации по обработке поверхностей, по изоляции и покрытиям при необходимости.

15.1.2 Все детали, поставляемые на строительную площадку, должны быть проконтролированы на соответствие спецификации и отсутствие повреждений.

15.1.3 Метод монтажа не должен вызывать ухудшение свойств или появление остаточных деформаций, которые не соответствуют обычным механическим нагрузкам, или приводить к превышению допустимых отклонений, установленных для готового резервуара в пустом или наполненном состоянии.

15.1.4 Промежуточный и окончательный монтаж плавающих крыш или понтонов должен осуществляться в соответствии с С.4 приложения С или D.6 приложения D.

15.1.5 При необходимости должна быть разработана технология монтажа. К ней также относятся способы закрепления листов в положении, необходимом для сварки, последовательность монтажных и

сварочных работ, доступность для сварки и методы предотвращения повреждений в процессе монтажа под действием ветровых нагрузок (см. А.3 приложения А).

15.1.6 При значениях расчетного вакуума 5,0 мбар и ниже допуски на исполнение должны соответствовать положениям раздела 16.

15.1.7 При значениях расчетного вакуума свыше 5,0 мбар метод проектирования и допуски на изготовление должны быть согласованы (см. А.2 приложения А).

15.2 Основания и фундаменты

15.2.1 Общие положения

15.2.2 Перед монтажом резервуара должно быть гарантировано, что расположение, высота, форма, геометрия, плоскостность или наклон, характеристики поверхности и чистота фундамента соответствуют требованиям 15.2.3 и 15.2.7.

15.2.3 В исполнительной документации на основание и фундамент должна быть указана расчетная высота фундамента и допустимые отклонения (см. А.1 приложения А).

15.2.4 Разность высот между двумя любыми точками по окружности фундамента не должна превышать 24 мм.

15.2.5 Разность высот между двумя любыми точками по краю, расположенными на расстоянии 5 м друг от друга, не должна превышать 5 мм.

15.2.6 Допустимое отклонение для наклонного положения резервуара не должно превышать значения, при котором могут быть соблюдены допустимые отклонения для вертикального положения готового резервуара.

15.2.7 Допустимые отклонения поверхности, за исключением области под стенкой резервуара, должны быть следующими:

- просвет, полученный при использовании измерительной линейки длиной 3 м, не должен превышать 10 мм;
- разность между проектным и готовым уровнем не должна превышать значений, указанных в таблице 21.

Таблица 21 — Допустимые отклонения поверхности фундамента

Диаметр резервуара D, м	Допустимое отклонение, мм
$D \le 10$	10
$10 < D \le 50$	D/1000
$50 < D$	50

15.3 Анкерные крепления

15.3.1 При необходимости анкерного крепления резервуара к фундаменту, должны быть предоставлены точные характеристики анкерной системы (см. А.3 приложения А), чтобы гарантировать, что при расчете фундамента учтены требуемые анкерные крепления и связанные с этим нагрузки (см. раздел 11).

15.3.2 При приемке фундамента положение и размеры анкерных болтов и полос должны быть проконтролированы, чтобы гарантировать их соответствие проектной документации.

15.3.3 Изготовитель (монтажное предприятие) должны нести ответственность за установку анкерных болтов. Для предотвращения возможных повреждений установку анкеров следует выполнять после монтажа резервуара.

15.3.4 Если анкерные крепления заливаются в фундамент, изготовитель должен гарантировать, что крепления не повреждаются во время монтажа.

15.3.5 Анкерные крепления не должны ограничивать относительное перемещение вследствие изменения температуры.

15.3.6 Резьбовые участки анкерных болтов должны быть защищены, после заполнения водой и осадки резервуара гайки затягивают вручную. Сварка на анкерных болтах не допускается.

15.3.7 Анкерные полосы сваривают после заполнения резервуара водой и осадки фундамента, если они не имеют приспособлений для подтягивания.

15.4 Перемещение и хранение

15.4.1 Относительно перемещения и хранения действуют требования 14.2 и 14.11.

15.4.2 Подъем и перемещение не должны приводить к появлению остаточных деформаций.

15.4.3 При перемещении в случае сильного ветра должны быть приняты требуемые меры безопасности.

15.4.4 После поставки на строительную площадку листы следует хранить в условиях, защищенных от коррозии и повреждений.

15.4.5 Следует предотвращать загрязнение листов из нержавеющих сталей от листов из углеродистой стали.

15.4.6 Небольшие детали оборудования, навесные и накладные элементы и материалы для сварки должны быть защищены от атмосферных воздействий.

15.5 Ремонт деталей, поврежденных в результате транспортирования, погрузки, разгрузки и перемещений

15.5.1 Все детали, поврежденные во время транспортирования, погрузки, разгрузки и перемещения, подвергают тщательному исследованию.

15.5.2 Ремонт поврежденных элементов должен быть согласован (см. А.2 приложения А).

15.6 Листы днища

15.6.1 Листы днища укладывают на фундамент таким образом, чтобы готовая поверхность фундамента не повреждалась.

15.6.2 Должна быть предусмотрена защита нижней стороны листов днища (см. А.1 приложения А).

15.6.3 Для листов днища, свариваемых внахлест угловым швом, нахлест должен быть не меньше установленного в 8.4.1.

15.6.4 Нахлест трех листов должен отстоять минимум на 300 мм от любого другого тройного нахлеста или от внутренней стороны пояса стенки. Для оставшихся листов параметры нахлеста должны соответствовать указаниям на чертежах и маркировке листов.

15.6.5 Необходимо убедиться, что нахлест листов днища, доходящих до края, и листов окрайки днища 60 мм и выше.

15.6.6 Необходимо проверить, что нахлест листов минимум в пять раз превышает их толщину.

15.6.7 Если для листов требуется сварка стыковыми швами, то листы располагают и сваривают таким образом, чтобы допустимые отклонения для готовых сварных соединений были соблюдены.

15.6.8 Локальный подъем листов днища от поверхности основания должен быть ограничен до минимума посредством контролируемой последовательности сварки. В любом случае подъем не должен составлять более 0,25 % диаметра резервуара, но максимум 100 мм.

15.6.9 Подъем листов днища от поверхности основания следует измерять при температуре окружающей среды без воздействия солнечных лучей.

15.6.10 При необходимости устройства окрайки ее листы сваривают между собой стыковыми швами с полным проплавлением до того, как будут приварены прилегающие листы центральной или краевой зоны днища.

15.7 Соединение днища и стенки

15.7.1 Допустимые отклонения для монтажа нижнего пояса стенки на днище резервуара

15.7.1.1 При необходимости выполнения окрайки все стыковые швы окрайки необходимо сварить и проконтролировать до сварки стенки с листами окрайки.

15.7.1.2 Если окрайка не требуется, то сначала заканчивают все сварочные работы на листах днища, доходящих до края и лишь затем выполняют сварку стенки с листами днища.

15.7.1.3 Монтажное предприятие должно гарантировать, что при применяемом методе сварки допустимые отклонения, установленные в настоящем стандарте, будут соблюдены.

15.7.1.4 Максимальный зазор между нижним поясом стенки и окрайкой днища или листами днища не должен превышать 3 мм.

15.7.1.5 После монтажа и приварки первого пояса стенки к днищу:

a) определяют среднюю точку посредством трех измерений диаметра, выполненных со смещением на 120°;

b) определяют внутренний радиус горизонтально на высоте 200 мм над днищем; измеренные значения должны лежать в пределах допустимых отклонений, указанных в таблице 22.

Таблица 22 — Допустимые отклонения внутреннего радиуса резервуара

Радиус R, м	Допустимое отклонение, мм	Точки измерения. Минимальное число
$R \le 5$	± 5	6
$5 < R \le 20$	± 0,1 % радиуса	8
$20 < R$	± 20	На каждом листе
Примечание — Измерения не допускаются проводить на навесных и накладных элементах или люках.		

15.7.1.6 Расстояние между наружной стороной стенки (около днища) и наружным краем листов окрайки или днища должно соответствовать значениям, указанным в 8.3.4.

15.7.2 Допустимые отклонения геометрии стенки

15.7.2.1 Локальные деформации в вертикальном направлении измеряют с помощью линейки длиной 1 м, в горизонтальном направлении — с помощью шаблона длиной 1 м с расчетным радиусом резервуара.

15.7.2.2 Максимальное отклонение расчетного профиля и профиля готового резервуара должно соответствовать значениям, указанным в таблице 23.

Таблица 23 — Максимальные отклонения расчетного профиля и профиля готового резервуара

В миллиметрах

Толщина листа e	Отклонение
$e \le 12,5$	16
$12,5 < e \le 25$	13
$25 < e$	10

15.7.3 Допустимые отклонения от вертикали

15.7.3.1 Допустимое отклонение 1/200 x H должно действовать для высоты каждого отдельного пояса стенки, где H — расстояние от днища до точки измерения.

15.7.3.2 Любая осадка резервуара во время монтажа должна быть занесена в протокол. При неравномерной осадке, которая превысила значения, указанные в 15.2, должен быть проведен ремонт фундамента.

15.7.4 Смещение кромок листов стенки

Смещение кромок листов стенки для вертикальных соединений не должно превышать значений, указанных в таблице 24.

Таблица 24 — Смещение кромок для вертикальных соединений

В миллиметрах

Толщина листа стенки e	Смещение
$e \le 8$	18 % от e
$8 < e \le 15$	1,5
$15 < e \le 30$	10 % от e
$30 < e$	3

15.7.5 Горизонтальные соединения

15.7.5.1 Если на чертеже указано, что нейтральные оси листов должны лежать на одной линии, смещение между нейтральными осями не должно превышать 20 % толщины верхнего листа, максимум 3 мм.

15.7.5.2 Во всех случаях внутренний диаметр любого пояса должен быть больше или равен внутреннему диаметру пояса, прилегающего снизу.

15.7.5.3 Если на чертеже указано, что внутренние стороны листов должны лежать на одной поверхности, смещение между внутренними поверхностями не должно превышать 20 % толщины верхнего листа, максимум 3 мм.

15.7.6 Допустимые отклонения контуров в области сварного соединения

15.7.6.1 Контуры сварных соединений контролируют с помощью шаблона.

15.7.6.2 Горизонтальные соединения контролируют на локальные отклонения формы с помощью линейки длиной 1 м и с вырезом для шва.

15.7.6.3 Вертикальные соединения контролируют на локальные отклонения формы с помощью шаблона с проектным контуром длиной 1 м и с вырезом для шва.

15.7.6.4 Допустимые отклонения фактического контура от проектного контура не должны превышать значений, указанных в таблице 25.

Таблица 25 — Допустимые отклонения контуров в области сварного соединения

В миллиметрах

Толщина листа e	Допустимое отклонение
$e \le 12,5$	10
$12,5 < e \le 25$	8
$25 < e$	6

15.7.7 Основные и промежуточные кольца жесткости (ветровые кольца)

15.7.7.1 Основные и промежуточные кольца жесткости (ветровые кольца) приваривают к стенке в соответствии с 8.3.1.17.

15.7.7.2 Элементы основного и промежуточных колец жесткости соединяют и сваривают стыковым швом с полным проплавлением.

15.7.7.3 Если используются усиливающие листы или другие элементы для усиления вырезов (см. рисунок 7), их приваривают непрерывными швами по углам и вдоль каждой стороны.

15.7.7.4 Эти детали располагают на стенке таким образом, чтобы не могла скапливаться вода.

15.8 Стационарные крыши

15.8.1 Общие положения

15.8.1.1 Временные опоры, монтажные петли и кронштейны, которые крепятся к верхней части резервуара или крыши и используются для установки крыши, не должны приводить к повреждениям или остаточным деформациям.

15.8.1.2 Независимо от типа устанавливаемой крыши во время всего монтажа должна быть обеспечена устойчивость положения.

15.8.2 Каркасные элементы

15.8.2.1 Для каркасных крыш необходимо принять все меры, чтобы предотвратить скручивание несущих балок и спиралеобразное искривление всей несущей конструкции посредством использования фиксаторов от поворота.

15.8.2.2 Сварочные работы на элементах каркаса при необходимости должны проводиться аттестованными сварщиками.

15.8.2.3 Для болтовых соединений стягиваемые поверхности должны быть гладкими и чистыми. Процесс затяжки болтов необходимо тщательно контролировать.

15.8.3 Листы крыши

15.8.3.1 При монтаже свариваемых внахлест листов крыши свариваемые поверхности очищают для полного удаления ржавчины и краски. Это не относится к предварительно окрашенным листам, для которых наличие и характеристики защитного покрытия необходимо учитывать при аттестации технологии сварки.

15.8.3.2 Для предотвращения попадания конденсирующейся воды, если не установлено иное (см. А.1 приложения А), листы располагают внахлест таким образом, чтобы верхний лист заходил под край расположенного ниже листа.

15.8.3.3 При установке листов особое внимание необходимо уделять равномерному распределению веса для предотвращения неравновесного состояния крыши. Временные опоры допускается удалять только после окончания монтажа.

15.8.3.4 Для свариваемых встык листов крыши кромки должны быть разделаны в соответствии с применяемым методом сварки.

15.8.3.5 Соединение крыши и стенки конических крыш без опорного кольца из профиля уголкового сечения [см. рисунок 8 а)] выполняют как угловой шов с полным проплавлением и подвергают тем же испытаниям и контролю, что и швы стенки.

15.8.3.6 Соединение стенки и крыши конических крыш с опорным кольцом из уголкового профиля [см. рисунок 8 b)] усиливают в соответствии с указаниями на чертеже и выполняют как нахлесточный шов или со скосом кромок.

15.8.4 Настил крыши и элементы каркаса

Настил крыши не должен свариваться с элементами каркаса (см. 9.2.2), если не установлено иное (см. А.1 приложения А).

15.8.5 Крыши с разрывным швом

Для крыш с разрывным швом действует приложение К.

15.9 Патрубки

15.9.1 Вырезы для патрубков в стенке осуществляют методом машинной или термической резки. При термической резке кромки необходимо зашлифовать.

15.9.2 Зазор шва между патрубком и краем выреза должен соответствовать применяемому методу сварки.

15.9.3 Все усиливающие листы для патрубков должны иметь минимум одно резьбовое отверстие для контроля.

15.10 Навесные и накладные элементы на наружной стороне резервуара

15.10.1 Лестницы, стремянки и площадки на резервуарах должны соответствовать требованиям 12.9.

15.10.2 Все угловые швы следует сваривать как непрерывные для предотвращения образования областей, чувствительных к коррозии.

15.10.3 Во время монтажа должно быть обеспечено свободное перемещение соединительных площадок (см. 12.9.10).

15.11 Навесные и накладные элементы с внутренней стороны резервуара

15.11.1 Все навесные и накладные элементы с внутренней стороны резервуара должны быть совместимы с хранимым продуктом, а также рассчитаны и сконструированы таким образом, чтобы негативное влияние на хранимый продукт было исключено.

15.11.2 Если усиливающие листы относятся к днищу, их приваривают к листам днища сплошным угловым швом.

15.12 Временные навесные и накладные элементы

15.12.1 При необходимости во время сооружения резервуара устанавливают временные элементы для обеспечения возможности доступа.

15.12.2 Число монтажных петель должно быть минимальным.

15.12.3 Временные навесные и накладные элементы приваривают тем же способом сварки, который применяется для материалов, к которым они привариваются (см. 17.7).

15.12.4 При удалении временных навесных и накладных элементов с листов стенки их или срезают термической резкой на расстоянии 3—6 мм от листа стенки или ослабляют крепежный шов шлифованием или зубилом без повреждений листа стенки, чтобы навесные и накладные элементы можно было сбить со стенки.

15.12.5 При удалении временных навесных и накладных элементов с листов из нелегированных сталей с пределом текучести ≥ 355 Н/мм^2 при отделении временных навесных и накладных элементов требуются особые меры предосторожности (см. 17.7 и таблицу 27).

15.12.6 После удаления временных навесных и накладных элементов места креплений следует гладко отшлифовать. Возникновение углублений на поверхности стенки не допускается.

15.12.7 После шлифования поверхность должна быть исследована на наличие трещин; это в частности относится к листам стенки с установленным минимальным пределом текучести более 275 Н/мм^2 и толщиной 20 мм и больше.

15.12.8 Если в результате шлифования образовалось углубление, для ремонта следует использовать указания [3].

16 Допуски на технологию сварки и на сварщиков

16.1 Общие положения

16.1.1 Все методы сварки, включая ремонтную сварку, прихваточную и временную сварку, а также все сварщики должны получить соответствующий допуск. Для этого согласно 16.2—16.5 изготовляют и испытывают соответствующие образцы для испытаний.

16.1.2 В случае применения сварки к предварительно окрашенным листам утверждение технологии сварки выполняется специально для этих листов.

16.1.3 Применяют следующие термины и определения согласно ЕН ИСО 15607:2003, раздел 3:

- предварительная технологическая инструкция по сварке (pWPS);
- технологическая инструкция по сварке (WPS);
- протокол об аттестации технологии сварки (WPAR).

16.2 Аттестация технологии сварки

16.2.1 Общие положения

16.2.1.1 Если требуется заказчиком, изготовитель и/или монтажное предприятие должны предоставить все инструкции по сварке и протоколы об аттестации технологии сварки для согласования.

16.2.1.2 Перед проведением аттестации технологии изготовитель и/или монтажное предприятие должны составить предварительную технологическую инструкцию по сварке (pWPS) в соответствии с ЕН 288-2.

16.2.1.3 Тип и размеры испытуемых образцов для аттестации технологии сварки должны соответствовать ЕН ИСО 15614-1:2004, раздел 6.

16.2.2 Сварка испытуемых образцов

16.2.2.1 Образцы для испытаний изготовляют в соответствии с ЕН ИСО 15614-1:2004, пункт 6.3.

16.2.2.2 Относительно объема испытаний, протокола об испытаниях и неразрушающих испытаниях и контроле действуют положения ЕН ИСО 15614-1:2004, пункты 7.1—7.3.

16.2.2.3 Разрушающие испытания проводят согласно ЕН ИСО 15614-1:2004, пункт 7.4, при следующих условиях:

- при испытании на растяжение отказ сварного соединения должен произойти в зоне основного материала (листа);
- для нержавеющих сталей испытания на ударный изгиб не требуются;
- для нелегированных сталей испытания на ударный изгиб образца с надрезом проводят при температуре, определенной в соответствии с 5.6.

Отбирают по три образца из сварного шва и зоны термического влияния.

16.2.2.4 Минимальные значения поглощенной энергии, затраченной на разрушение образца, должны составлять 27 Дж в среднем, но не менее 19 Дж.

16.2.2.5 Там, где указано (в зависимости от хранимого продукта), прочность сварного шва и околошовной зоны контрольного образца из углеродистой и марганцево-углеродистой стали, изготовленного в соответствии с 16.3.1, должна быть <350 HV 10.

16.3 Протокол аттестации технологии сварки (WPAR)

16.3.1 Составление протокола

16.3.1.1 Протокол аттестации технологии сварки (WPAR) составляют согласно ЕН ИСО 15614-1:2004, раздел 9.

16.3.1.2 Другие формы WPAR могут быть приняты заказчиком, если испытания проводились в соответствии с другим стандартом, а их объем соответствует положениям 17.2, 17.3 и 17.4 настоящего стандарта.

16.3.2 Область действия

16.3.2.1 Протокол аттестации технологии сварки должен быть действителен для области, установленной в ЕН ИСО 15614-1:2004, раздел 8.

16.3.2.2 Испытуемый образец изготовляют для сварного шва между первым поясом стенки и листом днища, он действителен для следующего диапазона

$$0{,}8e - 1{,}1e, \qquad (22)$$

где e — толщина листа стенки.

16.4 Аттестация сварщиков и операторов сварочного оборудования

16.4.1 Аттестацию сварщиков следует проводить согласно ЕН 287-1.

16.4.2 Аттестацию операторов сварочного оборудования следует проводить согласно ЕН 1418.

16.5 Образцы для оценки качества работы

16.5.1 Горизонтальные сварные швы

Выполнение образца для оценки качества не требуется.

16.5.2 Вертикальные сварные швы

16.5.2.1 Если вертикальные швы выполняют автоматической или полуавтоматической сваркой, а толщина листа превышает 13 мм, на один резервуар изготовляют один образец для оценки качества работы.

16.5.2.2 Этот образец для оценки качества работы изготовляют при сварке нижнего пояса стенки V_1, он должен иметь ширину минимум 300 мм и такие размеры, чтобы его механические характеристики не изменялись под тепловым воздействием.

16.5.2.3 Если вследствие технологии монтажа невозможно разместить образец для оценки качества работы на конце вертикального шва, его сваривают на располагаемой рядом подкладке.

16.5.2.4 Для оценки качества работ для каждого образца должны быть проведены следующие испытания и контроль:

- неразрушающий контроль для установления внутренних дефектов сварного шва;
- испытания механических характеристик (образцы должны быть отобраны согласно ЕН ИСО 15614-1:2004, пункт 7.2, и 16.2.2.2—16.2.2.5 настоящего стандарта из области сварного шва, не имеющей дефектов, и иметь значения, установленные в технологической инструкции по сварке).

17 Сварка

17.1 Общие положения

17.1.1 Все сварочные работы, включая ремонтную сварку, прихваточную и временную сварку, должны быть выполнены аттестованными сварщиками по аттестованной технологии сварки.

17.1.2 Дополнительно к требованиям раздела 17 относительно сварки необходимо учитывать правила, которые должны быть соблюдены в особых условиях монтажа резервуара на строительной площадке.

17.1.3 Вся поверхность для сварки должна быть чистой, без жира, краски, окалины и т. д., если краска не является покрытием.

17.1.4 На сварные швы ежедневно по окончании работ наносят маркировку в виде идентификационного номера сварщика. Эти сведения также указывают в главном плане выполнения сварочных работ.

17.2 Последовательность выполнения сварочных работ

Производитель работ технологией работ и последовательностью сварки должен гарантировать, что усадочная деформация сведена к минимуму.

17.3 Сварка днищ резервуаров

17.3.1 Удаление покрытий

Если на нижней стороне листов в области нахлесточного соединения днища предусмотрено покрытие, его необходимо удалить перед сваркой.

17.3.2 Листы окрайки

17.3.2.1 Все соединения должны быть выполнены как стыковые швы с полным проплавлением (см. 7.2.4).

17.3.2.2 Если для защиты сварочной ванны применяется подкладка, то ее не удаляют.

17.3.3 Листы днища

17.3.3.1 Все соединения должны быть выполнены как нахлесточные угловые швы или стыковые швы с полным проплавлением (см. 7.2.1 и 15.6).

17.3.3.2 Угловые швы, выполненные ручной (111) и полуавтоматической сваркой (114, 131, 135 и 136) (см. ЕН ИСО 4063), следует выполнять минимум в два прохода.

17.3.3.3 Если для днища применяют стыковые швы с полным проплавлением, необходимо согласовать применение подкладок для защиты сварочной ванны.

17.4 Сварные соединения между стенкой и днищем

17.4.1 Края угловых швов не должны иметь недопустимых подрезов, форма шва должна соответствовать требованиям таблицы 30.

17.4.2 Края угловых швов контролируют с помощью шаблона или других соответствующих способов.

17.5 Сварка стенки резервуара

17.5.1 Все вертикальные и горизонтальные швы стенки следует выполнять как стыковые швы с полным проплавлением.

17.5.2 Для резервуаров с плавающей крышей или понтоном усиление сварного шва на внутренней стороне должно быть минимальным.

17.6 Сварка крыши резервуара

17.6.1 В зависимости от положений 9.2.6 и 9.3.1 листы крыши сваривают угловыми или стыковыми швами.

17.6.2 Листы крыши сваривают герметично, усиление сварного шва и подрез не должны превышать значений, указанных в таблице 30.

Примечание — Специальные указания для крыш с разрывным швом приведены в приложении К.

17.7 Временные сварные швы

17.7.1 Временные сварные швы для фиксации монтажных деталей следует выполнять в полном соответствии с разработанной технологией сварки (см. 17.1.2).

17.7.2 Сварочные материалы должны соответствовать утвержденной технологии сварки.

17.7.3 Указанный и применяемый для утвержденной технологии сварки предварительный нагрев также следует применять и для выполнения временных сварных швов.

17.8 Условия окружающей среды

17.8.1 Если сварку проводят во влажных погодных условиях, при монтаже следует обеспечить сухое состояние свариваемых поверхностей. Не допускается путать температуру сушки и требуемую температуру предварительного нагрева.

17.8.2 При температурах основного металла ниже 5 °С материал нагревают с обеих сторон соединения.

17.8.3 Места сварки следует защищать от избыточной вентиляции, вызванной ветром или сквозняком.

17.9 Предварительный нагрев

17.9.1 Предварительный нагрев должен охватывать всю толщину свариваемой детали, ширина прогрева должна в четыре раза превышать толщину листа или составлять 75 мм в зависимости от того, какое значение больше.

17.9.2 Любой сварщик или оператор сварочного оборудования в любой момент должен иметь возможность измерить температуру предварительного нагрева.

17.10 Послесварочная термообработка

17.10.1 Если для элементов конструкции из нелегированных сталей в соответствии с 12.4 и 12.7 (см. таблицу 26) требуется тепловая обработка после сварки (PWHT), для этого применяют методы, указанные в 17.10.2—17.10.8.

Таблица 26 — Требования для тепловой обработки после сварки для патрубков

В миллиметрах

Качество материалов	Толщина листа стенки e	Диаметр патрубков d_i
S275	25 и выше	свыше 300
S355	25 и выше	свыше 300
S420	20 и выше	Все

17.10.2 Указанная температура должна быть фактической температурой любой детали узла и измеряться термоэлементом, закрепленным на каждой детали, пока не будет установлено, что применяемый тип подогрева соответствует требованиям, установленным в 17.10.

17.10.3 Температура регистрируется, непрерывно и автоматически в точках, число которых достаточно для обеспечения необходимого уровня предварительного подогрева.

17.10.4 В процессе подогрева температура не должна превышать 400 °С.

17.10.5 Скорость нагрева T_h до 400 °С рассчитывают следующим образом:

$$T_h = \frac{5500}{e} \text{ (максимум 220 °С/ч)}, \quad (23)$$

где e — максимальная толщина листа стенки, мм.

17.10.6 Во время нагрева в подвергаемой тепловой обработке детали не допускаются температурные колебания свыше 150 °С на 4500 мм длины.

17.10.7 По всей детали температура должна составлять 550—600 °С.

17.10.8 Во время подогрева и на протяжении периода данного процесса контроль за Т.О атмосферой печи должен предотвратить чрезмерное озоление ее поверхности. Необходимо избегать прямого воздействия пламени на деталь.

17.10.9 Если деталь равномерно нагрета до температуры, установленной в 17.10.5, температуру следует поддерживать постоянной в течение времени в минутах, соответствующего толщине наиболее толстой области e, но не менее 30 мин.

17.10.10 Охлаждение детали до 400 °С следует производить в печи со скоростью охлаждения T_c (С/ч), которую рассчитывают следующим образом:

$$T_c = \frac{5500}{e} \text{ (максимум 220 °С/ч)}, \quad (24)$$

где e — максимальная толщина листа стенки, мм.

Примечание — Ниже 400 °С дальнейшее охлаждение может происходить в спокойном воздухе.

17.11 Ремонтная сварка

17.11.1 Все дефектные места, которые выходят за рамки минимальных требований, установленных в 18.11, должны быть удалены шлифованием или зубилом с одной или обеих сторон сварного соединения, если необходимо, и вновь заварены с применением допущенной технологии сварки. При этом шовное соединение необходимо прорабатывать в той степени, насколько это требуется для устранения дефекта.

17.11.2 Все ремонтные работы, проводимые вследствие невыполнения положений 18.11, должны подвергаться 100%-му радиографическому или ультразвуковому контролю, за исключением случаев, когда шов удаляют целиком и сваривают заново, в этом случае контроль сварного шва следует выполнять на всей длине отремонтированного участка.

18 Испытания и контроль

18.1 Общие положения

18.1.1 За все неразрушающие испытания и контроль (ZfP), указанные в настоящем стандарте, должны нести ответственность изготовитель или монтажное предприятие. Контроль и испытания должна проводить испытательная лаборатория или организация, независящая от производственного отдела изготовителя или монтажного предприятия, в соответствии с определением в 3.1.

18.1.2 Монтажное предприятие должно иметь право привлечь своего сотрудника, имеющего соответствующее образование и опыт, для проведения визуального контроля сварных швов во время монтажа. В этом случае издают письменный приказ, который подшивается к протоколам.

18.1.3 Представители заказчика должны иметь право свободного доступа на строительную площадку на любом этапе монтажных работ для проверки качества выполняемых работ.

18.1.4 Инспекции необходимо планировать, чтобы не создавать препятствия и помехи в работе.

18.2 Аттестация персонала, проводящего неразрушающий контроль

18.2.1 Персонал, проводящий неразрушающий контроль, должен иметь необходимую квалификацию. Квалификацию сертифицируют согласно ЕН 473.

18.2.2 Изготовитель или его субподрядчик должнен подтвердить действительность аттестации персонала, проводящего неразрушающий контроль.

18.2.3 В случае найма подрядчика для осуществления неразрушающего контроля качества производитель работ несет ответственность перед покупателем.

18.3 Методы контроля

18.3.1 Каждую процедуру испытания сопровождают документами с описанием методов испытания (см. А.3 приложения А).

18.3.2 В каждом документе должны быть указаны следующие данные:

a) объем контроля, проводимого по данному методу;

b) условия проведения:

- применяемое оборудование;
- вид и характеристики расходуемых материалов;
- параметры контроля (продолжительность, температура и т. д.);
- условия для считывания результатов (освещение и т. д.);
- действующие положения по технике безопасности.

18.4 Виды осмотра и контроля

18.4.1 Приемка материалов

18.4.1.1 Изготовитель должен обеспечить приемку материалов согласно требованиям соответствующего стандарта и любых других документов и подтвердить, что полученные результаты отвечают требованиям настоящего стандарта.

18.4.1.2 Акты приемки материала представляют до начала осмотра на строительной площадке (см. А.3 приложения А). Приемочные документы материалов должны быть доступны в любое время.

18.4.2 Контроль сварных кромок и подготовки соединений

18.4.2.1 Все сварные кромки, подлежащие сварке, и все соединения должны быть обследованы визуально согласно ЕН 970.

18.4.2.2 Визуальный контроль проводят с целью выявить дефекты на кромках листов и гарантировать качество соединения. Этот контроль должен включать в себя контроль геометрии подготовки кромок под сварку (расстояние между листами, скос кромок, установка по уровню или локальные отклонения формы и т. д.) и чистоту свариваемых деталей.

18.4.2.3 Контролируемые зоны включают в себя днище, соединение днища и стенки, листы стенки, соединение крыши и стенки, крышу, патрубки, каркасные элементы крыши, кольца жесткости (ветровое кольцо) и элементы жесткости.

18.4.2.4 Если патрубки стенки изготовляют из листов из нелегированных сталей толщиной 25 мм и выше, их подвергают ультразвуковому контролю на наличие расслоения в листах патрубков в зоне соединения патрубка и стенки, которая соответствует двум с половиной толщинам листа стенки, в которую вваривают патрубок. Если для патрубков используют поковки, такой контроль не требуется.

18.4.3 Визуальный контроль

18.4.3.1 Визуальный контроль проводят согласно ЕН 970 для проверки длины сварного шва, его геометрии и размеров, для того чтобы выявить дефекты на поверхности сварного шва, листах, патрубках и всех накладных и навесных элементах, привариваемых при изготовлении и монтаже резервуара.

18.4.3.2 Такой визуальный контроль проводят перед всеми другими видами неразрушающего контроля.

18.4.4 Виды и объем контроля качества сварных соединений

18.4.4.1 Тип и объем контроля сварных соединений должны зависеть от типа соединения, его положения, применяемых материалов, а также соответствовать таблице 27 с дополнениями в таблицах 28 и 29.

18.4.4.2 Зоны контроля определяются инспектором.

Таблица 27 — Вид и объем контроля качества сварных соединений для нелегированных сталей и нержавеющих сталей

Часть резервуара	Вид соединения	Визуальный контроль (18.4), %	Течеискание с использованием вакуумной камеры (18.5), %	Контроль проникающими веществами (18.6), %	Магнитопорошковый контроль (18.7), %	Контроль избыточным давлением (18.8), %	Радиографический (18.9) или ультразвуковой контроль (18.10), %
Листы днища	Стыковой шов	100	100	100[a] или 100[a]		—	—
	Угловой шов[b]	100	100	100[a] или 100[a]		—	—
Листы окрайки	Радиальный стыковой шов	100	100 или 100 или 100			—	[c] и [d]
Соединение стенки с днищем	Угловой шов	100[e]	100[f] или 100[e], или 100[e], или 100[g]				—
Стенка	Стыковой шов	100	—	—	—	—	Таблицы 30 и 31
Соединение крыши со стенкой	Угловой шов	100	—	100[h] или 100[h] или 100[h]			—
	Стыковой шов	100	—	100[h] или 100[h] или 100[h]			—
Крыша	Угловой шов[b]	100	—	100[h] или 100[h] или 100[h]			—
	Стыковой шов	100	—	100[h] или 100[h]			—
Патрубки в стенке или днище и патрубки в крыше при расчетном давлении свыше 60 мбар	Продольный шов	100[i]	—	—	—	—	100
	Приварной фланец с обечайкой $d_n \geq 100$ мм	100[i]	—	—	—	—	10
	Приварной фланец с обечайкой $d_n < 100$ мм	100[hi]	—	100[h] или 100[h]		—	—
	Угловой шов приварного внахлест фланца на обечайке	100[i]	—	100 или 100		—	—
Патрубок и стенка или врезной лист и патрубок с усиливающим листом	Патрубок на стенке или врезном листе	100[i]	—	100 или 100		—	—

Продолжение таблицы 27

Часть резервуара	Вид соединения	Визуальный контроль (18.4), %	Течеискание с использованием вакуумной камеры (18.5), %	Контроль проникающими веществами (18.6), %	Магнитопорошковый контроль (18.7), %	Контроль избыточным давлением (18.8), %	Радиографический (18.9) или ультразвуковой контроль (18.10), %
Патрубок и стенка или врезной лист и патрубок с усиливающим листом	Патрубок на усиливающем листе	100[i]	—	100 или 100		—	—
	Усиливающий лист на стенке	100[i]	—	—	—	100	
	Врезной лист на стенке	100[i]	—	—	—	—	100
Патрубки придонных очистных люков	Стыковой шов днища	100	—	—	—	—	100
	Все, за исключением усилений	100[i]	—	100[i]	100[j]	—	—
Патрубки в крыше при расчетном давлении 60 мбар и ниже	Продольный шов обечайки патрубка	100	—	—	—	100	—
	Стыковой шов приварного фланца на обечайке	100	—	—	—	100	—
	Угловой шов приварного внахлест фланца на обечайке	100	—	—	—	100	—
	Угловой шов патрубка на крыше	100	—	100 или 100		—	
Временные навесные и накладные элементы	После удаления навесных и накладных элементов	100	—	100[k] или 100[k]		—	—
Постоянные навесные и накладные элементы и промежуточные листы	Угловой шов	100	—	100[k] или 100[k]		—	—

Окончание таблицы 27

Часть резервуара	Вид соединения	Визуальный контроль (18.4), %	Течеискание с использованием вакуумной камеры (18.5), %	Контроль проникающими веществами (18.6), %	Магнитопорошковый контроль (18.7), %	Контроль избыточным давлением (18.8), %	Радиографический (18.9) или ультразвуковой контроль (18.10), %
Кольца жесткости (ветровое кольцо)	Основные стыковые швы в кольцах жесткости	100	—	—	—	—	—
	Угловые швы на стенке	100	—	100[k] или 100[k]		—	—

[a] Для случая, когда вакуумное испытание с использованием вакуумной камеры не может быть проведено.
[b] Угловые швы включают в себя швы для сварки листов внахлест.
[c] Радиографический контроль с использованием пленки общей длиной 400 мм от внешнего края листа окрайки или ультразвуковой 100%-ный контроль стыков по всей длине.
[d] Для стали с пределом текучести 355 Н/мм^2 и выше и толщиной свыше 10 мм радиографический контроль с использованием пленки общей длиной 400 мм от внешнего края листа окрайки или ультразвуковой 100%-ный контроль стыков по всей длине.
[e] На обеих сторонах.
[f] Для стали с пределом текучести ниже 355 Н/мм^2 и толщиной до 30 мм включительно, только на внутренней стороне.
[g] Для листов стенки свыше 30 мм.
[h] С одной стороны.
[i] После тепловой обработки частей заводского изготовления (при необходимости).
[j] После первого слоя.
[k] Для сталей с пределом текучести 355 Н/мм^2 и выше.

Таблица 28 — Объем радиографического и ультразвукового контроля сварных швов листов стенки из нелегированных сталей

Лист		Вид контроля	Сварной шов			
Предел текучести, Н/мм^2	Толщина e, мм		V_1^a, %	V_r^b, %	Тавровый шов, %[c]	Горизонтальный шов
ниже 355	до 13 вкл.	Радиографический контроль	5	1	25	1
	свыше 13 до 30	Радиографический или ультразвуковой[d] контроль	10	5	50	2
	свыше 30	Радиографический или ультразвуковой[d] контроль	20	10	100	2
≥ 355	до 13 вкл.	Радиографический контроль	10	5	25	1
	свыше 13 до 30 вкл.	Радиографический или ультразвуковой[d] контроль	20	10	50	2
	свыше 30	Ультразвуковой контроль[d]	50	20	100	5

Примечание 1 — Дополнительно к этому контролю проводят минимум один дополнительный контроль для одного из следующих случаев:
[a] для каждого сварного шва первого вертикального/горизонтального соединения;
[b] для каждого сварщика или оператора сварочного оборудования;
[c] при переходе от ручной сварки к автоматической (вертикальный шов V_1).

Окончание таблицы 28

Примечание 2 — Если проводят радиографический контроль, одна пленка может закрывать более одного из указанных выше случаев.
[a] V_1 — вертикальный шов в первом (нижнем) поясе стенки. [b] $V_г$ — вертикальные швы в остальных поясах стенки. [c] 50 % из них горизонтально расположенной пленкой 400 мм, 50 % — вертикально расположенной пленкой 400 мм. [d] Ультразвуковой контроль предписан для полуавтоматической сварки при толщине более 20 мм.

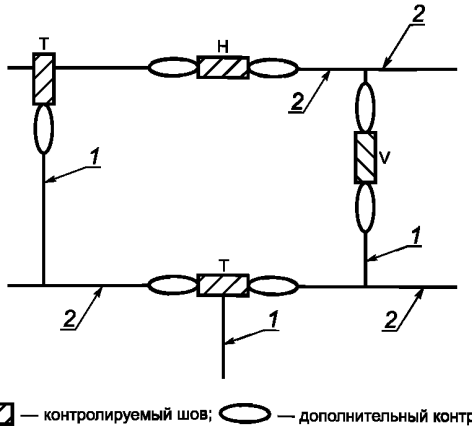
Таблица 29 — Объем радиографического контроля и контроля приникающими веществами сварных швов листов стенки из нержавеющей стали

Толщина листа *e*, мм	Вид контроля	Сварной шов			
		V_1^a, %	$V_г^b$, %	Тавровое сварное соединение %[c]	Горизонтальный шов
до 8 вкл.	Радиографический контроль	1	1	1	1
свыше 8 до 13 вкл.	Радиографический контроль	5	1	5	1
свыше 13	Радиографический контроль	5	2	10	2
Все толщины	Контроль проникающими веществами	10	10	10	10
Примечание 1 — Дополнительно к этому контролю проводят минимум один дополнительный контроль для одного из следующих случаев: a) для каждого сварного шва первого вертикального/горизонтального соединения; b) для каждого сварщика или оператора сварочного оборудования; c) при переходе от ручной сварки к автоматической (вертикальный шов V_1). Примечание 2 — Если проводят радиографический контроль, одна пленка может закрывать более одного из указанных выше случаев.					
[a] V_1 — вертикальный шов в первом (нижнем) поясе стенки. [b] $V_г$ — вертикальные швы в остальных поясах стенки. [c] 50 % из них горизонтально расположенной пленкой 400 мм, 50 % — вертикально расположенной пленкой 400 мм.					

18.4.5 Дополнительный контроль дефектных швов

18.4.5.1 При ручной и автоматической сварке при обнаружении дефектов, выходящих за рамки допустимых, проводят дополнительный контроль. Необходимо отснять еще одну пленку и выполнить ультразвуковой контроль для участков по 1 м на каждой стороне определенной зоны (см. рисунок 19).

18.4.5.2 Если одна из снятых пленок или ультразвуковой контроль забракованы, необходимо провести проверку всей дневной выработки рассматриваемым способом.



1 — вертикальный шов; *2* — горизонтальный шов

Рисунок 19 — Дополнительный контроль дефектных швов

18.5 Контроль методом вакуумной камеры

18.5.1 Сварные швы листов днища проверяют с использованием вакуумной камеры согласно ЕН 1593 и мыльного раствора.

18.5.2 Листы должны быть чистыми, сварные швы — обезжиренными, не иметь шлака и окалины, которые могли бы отрицательно повлиять на качество контроля.

18.5.3 Размер и форма вакуумной камеры должны соответствовать проводимому контролю.

18.5.4 Используемая насосная система должна гарантировать минимальное значение вакуума 300 мбар (30 кПа).

18.5.5 Мыльный раствор должен иметь:

- высокую смачивающую способность;
- низкую вязкость;
- низкое поверхностное натяжение;
- высокую пенообразующую способность.

18.6 Контроль проникающими веществами

18.6.1 Контроль проникающими веществами выполняют согласно ЕН 571-1.

18.6.2 Все проникающие компоненты, используемые во время конкретного испытания, должны быть совместимы друг с другом.

18.6.3 Изготовитель должен гарантировать, что не существует опасности загрязнения для контролируемого элемента резервуара и хранимого продукта при использовании контрольного вещества.

18.6.4 Изготовитель должен получить все контрольные вещества, требуемые основные компоненты и информацию для выработки рабочего контрольного процесса и определения всех дефектов.

18.6.5 Необходимо согласовывать качество поверхности для выявления всех недостатков.

18.7 Магнитопорошковый контроль

18.7.1 Магнитопорошковый контроль проводят согласно ЕН 1290.

18.7.2 Для намагничивания не допускается применять метод, при котором электрический ток подается напрямую в контролируемую деталь. Необходимо использовать подвижный электромагнит, с которым контролируемая деталь образует замкнутый магнитный контур.

18.7.3 Применяемые в ходе контроля методы, оборудование, способы установления и оценки дефектов должны быть представлены в документации, предъявляемой заказчику или инспектору.

18.7.4 Данный метод контроля определяет качество поверхности для последующего устранения возможных недостатков.

18.7.5 Сухой порошок не допускается на необработанных поверхностях.

18.8 Контроль герметичности избыточным давлением

18.8.1 Усиливающие листы

18.8.1.1 После смачивания сварных швов на усиливающих листах мыльным раствором согласно 18.5 воздух с избыточным давлением 300 мбар (30 кПа) подают в пространство между швами с использованием предусмотренного для этой цели контрольного отверстия в усиливающей накладке.

18.8.1.2 Время приложения давления должно составлять минимум 30 мин.

18.8.1.3 После испытания отверстие герметично глушится пробкой.

18.8.2 Сварные швы на стационарных крышах и в соединениях крыши и стенки

18.8.2.1 При проведении испытания сжатым воздухом крыши наружные угловые швы покрывают мыльным раствором согласно 18.5.

18.8.2.2 Давление следует поддерживать на протяжении всего испытания.

18.8.3 Соединение стенки и днища, выполненное двухсторонними угловыми швами

18.8.3.1 Для соединений листов стенки толщиной более 30 мм, приваренных к днищу двухсторонними угловыми швами, в пространство между швами подают сжатый воздух с избыточным давлением 300 мбар (30 кПа). Давление сохраняют постоянным во время испытания.

18.8.3.2 Мыльный раствор в соответствии с 18.5 наносят кистью или распыляют на швы. После испытания отверстие герметично заваривают.

18.9 Радиографический метод

18.9.1 Общие положения

18.9.1.1 Радиографический контроль выполняют согласно ЕН 1435.

18.9.1.2 Изготовитель и персонал, аттестованный соответствующим образом, при проведении радиографического контроля на заводе или строительной площадке должны соблюдать действующие указания по безопасности.

18.9.1.3 Вид источников излучения необходимо согласовать (см. А.2 приложения А); их выбирают в зависимости от толщины материала и геометрии контролируемой зоны.

18.9.1.4 Для методов радиографического контроля сварных швов нелегированных сталей применяют ЕН 444.

18.9.1.5 Для нелегированных сталей с пределом текучести до 355 Н/мм^2 действует класс контроля А.

18.9.1.6 Для нелегированных сталей с пределом текучести 355 Н/мм^2 и выше действует класс контроля В.

18.9.1.7 Длина рентгеновской пленки должна быть 400 мм. Применение узких пленок допускается, если на обеих сторонах сварного шва будет видна полоса основного металла без маркировочных отметок пленки шириной 10 мм.

18.9.1.8 Эталонный тестовый образец (IQI) должен соответствовать ЕН 462-1 или ЕН 462-2.

18.9.1.9 Пленки с изображением сварных швов тщательно маркируют. Маркировки и положение пленок указывают на чертеже, на котором также указаны фамилия выполнившего шов сварщика или оператора сварочного оборудования. На каждой пленке наносят маркировку номера резервуара и ее положение в резервуаре.

Примечание — Если сварной шов сделан в несколько проходов разными сварщиками, для контроля всех участвовавших в изготовлении шва сварщиков достаточно радиографического снимка, выполненного в любой точке.

18.9.2 Хранение снимков

Снимки для целей оценки следует хранить в соответствии с заказом в течение минимум пяти лет у изготовителя или у заказчика.

18.10 Ультразвуковой метод

Ультразвуковой контроль выполняют согласно ЕН 1714.

18.11 Критерии приемки

18.11.1 Критерии приемки дефектов

18.11.1.1 Критерии приемки дефектов сварного шва для различных частей резервуара должны соответствовать таблице 30.

18.11.1.2 Маркировка дефектов сварного шва должна соответствовать ЕН ИСО 6520-1.

18.11.1.3 Ремонт дефектов в зонах, выходящих за данные пределы, выполняют согласно 17.11.

Таблица 30 — Уровень допустимых дефектов, выявленных радиографическим или ультразвуковым контролем сварных швов на местах стенки из легированной стали

Ссылочный номер согласно ЕН ИСО 6520-1	Маркировка дефекта	Вид соединения	Максимально допустимые дефекты
100 101 102	Трещина Продольная трещина Поперечная трещина	Все	Недопустимо
104	Кратерная трещина	Все	Недопустимо
2011 2012	Пора Пористость с равномерным распределением	Стыковые швы стенки Соединение стенки и днища Швы патрубков в стенке и днище	$\bar{z}$ области с порами ≤ 1 % Отдельные поры — стыковой шов $d \le 0{,}3s$ Отдельные поры — угловой шов $d \le 0{,}3a$ при d максимум 3 мм

Продолжение таблицы 30

Ссылочный номер согласно ЕН ИСО 6520-1	Маркировка дефекта	Вид соединения	Максимально допустимые дефекты
2011 2012	Пора Пористость с равномерным распределением	Настил крыши и элементы каркаса Люки и патрубки в крыше	$\bar{z}$ области с порами ≤ 2 % Отдельные поры — стыковой шов $d \le 0{,}4s$ Отдельные поры — угловой шов $d \le 0{,}4a$ при d максимум 4 мм
2013	Скопление пор	Стыковые швы стенки Соединение стенки и днища Швы патрубков в стенке и днище	$\bar{z}$ области с порами ≤ 4 % Отдельные поры — стыковой шов $d \le 0{,}3s$ Отдельные поры — угловой шов $d \le 0{,}3a$ при d максимум 2 мм
		Настил крыши и элементы каркаса Люки и патрубки в крыше	$\bar{z}$ области с порами ≤ 8 % Отдельные поры — стыковой шов $d \le 0{,}4s$ Отдельные поры — угловой шов $d \le 0{,}4a$ при d максимум 3 мм
2015 2016	Продолговатая полость Свищ	Стыковые швы стенки Соединение стенки и днища Швы патрубков в стенке и днище	Длинные дефекты не допускаются Короткие дефекты — стыковой шов $h \le 0{,}3s$ Короткие дефекты — угловой шов $h \le 0{,}3a$ при h максимум 2 мм
		Настил крыши и элементы каркаса Люки и патрубки в крыше	Длинные дефекты не допускаются Короткие дефекты — стыковой шов $h \le 0{,}4s$ Короткие дефекты — угловой шов $h \le 0{,}4a$ при h максимум 3 мм
2017	Поверхностные поры	Все	Отдельные поры — стыковой шов $d \le 0{,}3s$
			Отдельные поры — угловой шов $d \le 0{,}3a$ при d максимум 3 мм
2024	Кратер	Все	Недопустимо
300	Твердое включение	Стыковые швы стенки Соединение стенки и днища Швы патрубков в стенке и днище	Длинные дефекты не допускаются Короткие дефекты — стыковой шов $h \le 0{,}3s$ Короткие дефекты — угловой шов $h \le 0{,}3a$ при h максимум 2 мм
		Настил крыши и элементы каркаса Люки и патрубки в крыше	Длинные дефекты не допускаются Короткие дефекты — стыковой шов $h \le 0{,}4s$ Короткие дефекты — угловой шов $h \le 0{,}4a$ при h максимум 3 мм

Продолжение таблицы 30

Ссылочный номер согласно ЕН ИСО 6520-1	Маркировка дефекта	Вид соединения	Максимально допустимые дефекты
3041 3042	Включение вольфрама Медное включение	Все	Недопустимо
401	Дефект сплавления	Все	Недопустимо
402	Неполное проплавление (непровар)	Стыковые швы стенки Стыковые швы в кольцах жесткости	Недопустимо
		Патрубки стенки	Длинные дефекты не допускаются Короткие дефекты $h \le 0{,}1s$, максимум 1,5 мм
	Дефекты совмещения, угловые швы	Все	$h \le 0{,}5$ мм + $0{,}2a$, максимум 3 мм
5011	Подрез непрерывный	Все	Недопустимо
5012 5013	Прерывающийся подрез Подрез корня шва	Все	10 % от e, максимум 0,5 мм для вертикальных швов 10 % от e, максимум 1 мм для горизонтальных швов; требуется более мягкий переход
502	Превышение выпуклости стыкового шва	Расположенный с внутренней стороны шов стенки резервуаров с плавающей крышей или понтоном	$h \le 1$ мм + $0{,}1b$, максимум 5 мм
		Другие швы	$h \le 1$ мм + $0{,}15b$, максимум 7 мм
502	Превышение выпуклости стыкового шва	Соединение стенки и патрубка	$h \le 1$ мм + $0{,}1b$, максимум 3 мм
		Соединение стенки и днища	$h \le 1$ мм + $0{,}1b$, максимум 3 мм
		Другие швы	$h \le 1$ мм + $0{,}15b$, максимум 4 мм
503	Занижение выпуклости углового шва	Соединение стенки и патрубка Соединение стенки и днища Другие швы	Недопустимо Недопустимо Длинные дефекты не допускаются Короткие дефекты $h \le 0{,}3$ мм + 0,1а максимум 1 мм
504	Превышение выпуклости корня	Все	$h \le 1$ мм + $0{,}3b$, максимум 3 мм
506	Наплыв	Все Стенка	Недопустимо См. 15.1.6 и 15.7
507	Смещение кромок	Стыковые швы на патрубках	$h \le 0{,}5e$, максимум 2 мм
		Стальные несущие конструкции	$h \le 0{,}15e$, максимум 4 мм

Окончание таблицы 30

Ссылочный номер согласно ЕН ИСО 6520-1	Маркировка дефекта	Вид соединения	Максимально допустимые дефекты
509 511	Натек Не полностью заполненная разделка кромок	Все	Длинные дефекты не допускаются Короткие дефекты $h \le 0{,}1e$, максимум 1 мм
512	Чрезмерная асимметрия углового шва	Все	$h \le 2$ мм + $0{,}15a$
515	Вогнутость обратной стороны шва	Все	10 % e, максимум 1 мм
516	Пористость корня сварного шва	Все	Недопустимо
517	Возобновление шва	Все	Недопустимо
601	Ожог дугой	Все	Не допускается для нержавеющей стали или углеродистой стали с пределом текучести 355 Н/мм^2 и выше
602	Брызги металла	Все	Необходимо удалить (см. приложение R)
603	Поверхностные задиры		Недопустимо
604	Риска		См. 19.11.2
605	Забоина		См. 19.11.2
606	Утонение металла		См. 18.11.2

Примечание — a — номинальная высота углового шва; b — ширина усиления шва; d — диаметр пор; e — толщина основного металла; h — размеры (ширина или глубина) дефекта; s — номинальное значение высоты стыкового шва или соответственно при частичном проплавлении — предписанная глубина проплавления; z — сумма спроецированных площадей.

Дефект с большой длиной: один или несколько дефектов общей длиной более 25 мм на длину сварного шва 100 мм или минимум 25 % длины сварного шва при его длине менее 100 мм.
Короткий дефект: один или несколько дефектов общей длиной максимум 25 мм на длину сварного шва 100 мм или максимум 25 % длины сварного шва при его длине менее 100 мм.
Прерывистые подрезы: общая длина подрезов максимум 200 мм на одну кромку при длине сварного шва 2 м.

18.11.2 Допустимое утончение толщины стенки после шлифования

18.11.2.1 Если шлифование допустимо, дефект полностью удаляют и поверхность подвергают дальнейшим испытаниям.

18.11.2.2 Не разрешается уменьшение толщины, указанной в 8.2.2. Разрешается локальное утончение при соблюдении следующих условий:

- конечная толщина листа на площади 6e × 6e должна составлять минимум 95 % толщины, определенной согласно 8.2, и должна переходить в незатронутую поверхность;
- расстояние между двумя зонами с заниженной толщиной должно быть равно минимум диаметру окружности, описывающей наибольшую площадь.

18.12 Контроль размеров

18.12.1 Кроме контроля размеров в заводских условиях и размеров, указанных в 15.6, 15.7 и 15.8, монтажное предприятие или инспектор должны проконтролировать как минимум следующие параметры:

- общее положение резервуара (по уровню);
- основные размеры резервуара;
- наклон крыши;
- расположение патрубков (по уровню, наклон и т. д.);

- уплотнительные поверхности патрубков;
- вертикальность труб для измерения уровня при их наличии;
- положение и соответствие размещаемых на резервуаре элементов для установки предохранительных устройств;
- изгиб стенки и отсутствие плоских участков.

18.13 Гидростатическое и пневматическое испытания

18.13.1 Общие положения

18.13.1.1 Все резервуары подвергают гидравлическому испытанию.

18.13.1.2 За исключением отдельных случаев, которые подлежат согласованию (см. А.2 приложения А), в качестве испытательной жидкости используют воду.

18.13.1.3 Гидравлическое испытание проводят только после полного окончания всех сварочных работ и приварки всех требуемых навесных и накладных элементов к стенке и днищу.

18.13.1.4 Если не согласовано иное (см. А.2 приложения А), испытание следует проводить перед окрашиванием.

18.13.2 Уровень жидкости при гидравлических испытаниях

Уровень жидкости для гидравлических испытаний для всех резервуаров должен быть равен расчетному согласно 8.1.3 и 8.2.1.

18.13.3 Пневматическое испытание

18.13.3.1 Для резервуаров со стационарной крышей давление в газовом пространстве над жидкостью во время испытания должно соответствовать указанному значению p_t согласно 8.2.2.

18.13.3.2 Данное требование не относится к резервуарам со свободным притоком и оттоком воздуха.

18.13.4 Условия проведения

18.13.4.1 Перед проведением испытаний резервуар очищают, удаляют брызги и шлак со сварных швов и убирают все применяемые при монтаже временные устройства или временные элементы.

18.13.4.2 Для испытаний монтажное предприятие должно установить на крыше или в патрубке крыши систему предохранительных клапанов достаточной пропускной способности, чтобы значения фактического избыточного давления и вакуума во время испытаний не превысили расчетные значения, использованные при проектировании.

На крыше резервуара устанавливают манометр, показывающий давление в миллиметрах водяного столба.

18.13.4.3 Для испытания необходимо применять чистую воду.

18.13.4.4 Если применение чистой воды невозможно, другую воду можно применять только по согласованию с заказчиком (см. А.2 приложения А).

Примечание — Допускается применение ингибиторов коррозии.

18.13.4.5 Применение солоноватой или морской воды должно быть ограничено до минимума, необходимо принять специальные меры по промывке резервуара чистой водой после испытания.

18.13.4.6 Для резервуаров из нержавеющей стали или при наличии деталей из нержавеющей стали качество воды требуется проверить. Содержание хлорид-ионов (Cl) не должно превышать 0,0025 %.

18.13.4.7 При температуре окружающей среды 0 °С или ниже должны быть приняты соответствующие меры по предотвращению замерзания воды.

18.13.5 Контроль при наполнении

18.13.5.1 Измерение осадки по периметру резервуара

Сотрудники монтажного предприятия перед началом заполнения резервуара должны нанести на наружную сторону стенки указанные ниже метки, с помощью которых могут быть установлены возможная осадка или смещение фундамента во время испытания, а именно:

- четыре метки для резервуаров диаметром до 10 м вкл.;
- восемь меток для резервуаров с диаметром свыше 10 м.

Там, где осадка фундамента не известна, производитель работ должен использовать метки, которые останутся видимыми после окраски резервуара.

Высоту этих меток относительно базовой высоты измеряют и заносят в протокол перед заполнением и затем с требуемой последовательностью, но минимум при половине и трех четвертях от конечного уровня заполнения, а также при полном резервуаре.

18.13.5.2 Контроль прогиба днища

Перед заполнением контур днища резервуара измеряют и записывают, чтобы определить возможную деформацию под действием веса воды. Результаты измерений получают или с помощью

поверхностных измерений с жесткой базовой точки за пределами резервуара, или с помощью измерений относительно патрубков, которые для этой цели размещают на крыше.

Кроме того, перед началом гидравлических испытаний положение днища измеряют в следующих точках, чтобы установить возможную осадку или смещение фундамента во время испытания:

- для резервуаров диаметром до10 м вкл. — на трех радиусах 0°, 120° и 240°, на одной третьей, двух третьих длины радиуса и в центре;
- для резервуаров диаметром свыше 10 м — на шести радиусах 0°, 60°, 120°, 180°, 240° и 300°, на одной третьей, двух третьих длины радиуса и в центре.

18.13.6 Заполнение

18.13.6.1 Скорость заполнения должна быть согласована (см. А.2 приложения А) между производителем работ и заказчиком, при этом должны быть учтены размеры резервуара, характеристики грунтов, геотехнические измерения и наличие грунтовых вод.

18.13.6.2 Полную нагрузку водой выдерживают минимум 24 ч. Во время испытания монтажное предприятие должно осуществлять визуальный контроль сварных швов и контролировать форму резервуара.

18.13.6.3 При обнаружении негерметичности уровень заполнения снижают примерно на 300 мм ниже места дефекта до проведения ремонта.

18.13.6.4 После ремонта и испытания в соответствии с исходными требованиями уровень заполнения вновь доводят до начального исходного уровня жидкости.

18.13.6.5 При испытательной нагрузке минимум каждые 12 ч проводят измерение уровня. Для резервуаров с анкерной системой эти интервалы необходимо регулировать.

18.13.6.6 Не допускается значительное опускание фундамента или стенки резервуара, превышающее значение, установленное при расчете.

18.13.7 Испытание крыши (избыточным давлением)

18.13.7.1 Следующее испытание проводят во время гидравлического испытания резервуара.

18.13.7.2 Контролю подвергают все швы стенки и крыши над поверхностью жидкости.

18.13.7.3 Все люки и отверстия закрывают, предохранительные клапаны только на время данного испытания настраивают на максимально допустимое расчетное давление.

Примечание — Для данного испытания может быть необходима поставка соответствующих предохранительных клапанов.

18.13.7.4 Давление воздуха должно быть увеличено до контрольного значения, указанного в 18.13.3. Для крыш с опорными стойками, испытательное давление ограничивают значением, соответствующим весу крыши.

18.13.7.5 Избыточное давление поддерживают на протяжении всего контроля с применением мыльного раствора, которое начинается не раньше чем через 30 мин после достижения избыточного давления.

18.13.7.6 Для резервуаров с расчетным давлением более 10 мбар испытательное давление выдерживают в течение 15 мин, затем понижают до расчетного давления перед выходом персонала на крышу для проведения контроля герметичности с помощью мыльного раствора. Расчетное давление выдерживают в течение данного испытания. Должна быть предусмотрена возможность считывать показания манометра с земли.

18.13.7.7 Мыльный раствор для испытания методом вакуумной камеры (см. 18.5) наносят на все швы кистью или распылением.

18.13.7.8 Все сварные швы, на которых будет обнаружена негерметичность, должны быть отремонтированы.

18.13.7.9 Ремонтные сварочные работы не допускается проводить, пока крыша находится под давлением.

18.13.7.10 После ремонта сварные швы контролируют методом с использованием вакуумной камеры в соответствии с 18.5.

18.13.7.11 Если для установления негерметичности резервуар не может быть нагружен давлением, сварные швы контролируют методом с использованием вакуумной камеры в соответствии с 18.5.

18.13.7.12 Данное испытание требует тщательного контроля и мониторинга. Изменение климатических условий может вызвать значительные колебания испытательного давления. В случае такого рода колебаний необходимо принять соответствующие меры для надежного выравнивания давления.

18.13.8 Испытание устойчивости резервуара при отрицательном давлении

18.13.8.1 Устойчивость резервуара при отрицательном давлении испытывают, после того как жидкость в резервуаре понижается до уровня 1 м над верхней частью разгрузочного отверстия.

18.13.8.2 Все отверстия, за исключением предохранительных клапанов по избыточному и отрицательному давлению, должны быть закрыты, уровень жидкости понижают до значения, указанного в 4.4.

18.14 Контроль пустого резервуара

18.14.1 После проведения всех испытаний резервуар освобождают от жидкости, очищают и при необходимости сушат.

18.14.2 Производитель работ должен проверить уровень днища и сравнить его со значением, определенным до начала заполнения (см. 18.13.5.4).

18.14.3 В случае установки дренажной трубы под днищем после высыхания резервуара сварной шов между патрубком сливной трубы и листом днища подвергают 100%-му визуальному контролю и дополнительно 100%-му контролю проникающими веществами или магнитопорошковому контролю.

18.15 Навесные и накладные элементы

18.15.1 Навесные и накладные элементы на наружной стороне резервуара

18.15.1.1 Испытание навесных и накладных элементов (см. 12.8—12.10) относится к качеству сварных швов.

18.15.1.2 Сварные патрубки проверяют, чтобы убедиться, что сварные швы выполнены как непрерывные.

18.15.1.3 Качество и прочность болтовых соединений контролируют, чтобы убедиться, что обеспечена необходимая подвижность площадок между соседними резервуарами.

18.15.1.4 Заземление проверяют, на предмет надежного крепления и обеспечения защиты.

18.15.2 Навесные и накладные элементы с внутренней стороны резервуара

18.15.2.1 Наряду с контролем расположения навесных и накладных элементов оборудования (трубы, патрубки, усиливающие листы и накладки) должно быть проверено качество сварных швов (отсутствие подрезов, занижения требуемой высоты шва и т. д.).

18.15.2.2 Не допускается образование мест, в которых могла бы скапливаться жидкость.

19 Требуемая техническая документация

19.1 Техническая документация

19.1.1 С помощью перечня, приведенного в таблице 31, заказчик должен указать, какая документация должна быть составлена или проверена.

Примечание — Под термином «документация» подразумеваются все документы, которые составляет:

- заказчик;
- изготовитель;
- монтажное предприятие;
- контролирующая организация (испытательная лаборатория).

19.1.2 Документация должна быть составлена таким образом, чтобы все изделия и работы могли быть прослежены от конечного этапа до исходного заказа.

Таблица 31 — Обзор документации

Документация	Требуется	Проверено	Примечание
Проектные расчеты			
Исполнительные чертежи Чертеж общего вида План расположения на местности Детальные чертежи Крыша, стенка, днище: - патрубки и дополнительное оборудование			

Продолжение таблицы 31

Документация	Требуется	Проверено	Примечание
Стационарная крыша: - каркас Плавающая крыша: - патрубки, уголки, площадки, - лестницы и ограждения Понтон Затвор			
Свидетельства о прохождении испытаний поставщика, включая заводские свидетельства на материалы			
Листы Трубы Фланцы Материалы для сварных соединений Прочее			
Сварка. Документация			
Предварительная технологическая инструкция по сварке (pWPS) Протокол об аттестации технологии сварки (WPAR) Свидетельства об аттестации сварщиков Тепловая обработка после сварки (PWHT) План с указанием сварочных работ и лиц, выполнивших эти работы			
Документация о контроле и испытаниях			
Допуск персонала, проводящего неразрушающий контроль Методы контроля Протокол о визуальном контроле и контроле размеров - диаметр - вертикальное положение Акт контроля проникающими веществами Акт магнитопорошкового контроля			
Проектные расчеты			
Акт радиографического контроля План расположения Акт ультразвукового контроля План расположения Акт контроля герметичности сварных швов днища Акт контроля усиливающих накладок избыточным давлением Акт измерения высоты днища Акт измерения высоты стенки Акт исследования качества воды (для резервуаров из нержавеющей стали) Акт гидравлических испытаний Акт измерения параметров фундамента			
Системы нагревания и охлаждения. Документация			
Конструктивные расчеты Чертежи			

Окончание таблицы 31

Документация	Требуется	Проверено	Примечание
Системы нагревания и охлаждения. Документация			
Заводские свидетельства на материалы Акт гидравлических испытаний			
Системы безопасности. Документация			

19.2 Заводская табличка

19.2.1 На каждом резервуаре в предусмотренном для этого месте должна быть размещена табличка со следующими основными данными:

- имена и адрес предприятия-изготовителя;
- заводской номер;
- стандарт на проектирование;
- год изготовления;
- маркировка резервуара;
- диаметр, м;
- расчетная плотность, кг/л;
- расчетное избыточное давление, мбар;
- расчетный вакуум, мбар;
- расчетная температура стенки, °С;
- максимальный расчетный уровень жидкости, м;
- вместимость, $м^3$.

19.2.2 Для резервуаров со стационарно установленными контурами нагрева или охлаждения (см. приложение Р) около входного или выходного подключения этого контура размещают дополнительную табличку, в которой указывают следующую информацию:

- имена и адрес предприятия-изготовителя;
- заводской номер;
- стандарт на проектирование;
- площадь нагрева, $м^2$;
- объем, $м^3$;
- вид теплоносителя,
- расчетное избыточное давление, мбар;
- расчетная температура стенки, °С.

Приложение А
(обязательное)

Технические данные и требования, указываемые в документации

А.1 Данные и требования, устанавливаемые заказчиком

А.1.1 Технические данные, которые в полном объеме должен указать заказчик в документации:

- расчетное давление и расчетный вакуум (см. 4.3 и таблицу 1);
- марки нержавеющих сталей (см. 5.8.2);
- требования к качеству поверхности нержавеющей стали (см. 5.8.3.2);
- значение сейсмической нагрузки, включая вертикальное и горизонтальное ускорения для расчета (см. 6.2.11), при необходимости;
- тип днища, если оно не одинарное (см. 7.1);
- уклон поверхности днища (см. 7.1);
- стыковая сварка листов днища, если они не свариваются внахлест (см. 7.4);
- прерывистые или непрерывные сварные швы на нижней стороне колец жесткости (см. 8.3.1.17);
- уклон ската самонесущей конусной крыши, радиус изгиба куполообразной крыши и наклон крыши с опорными стойками, если они отличаются от указаний 9.1.5;
- свариваемая сторона крыши и размер нахлеста (см. 9.2.6);
- требования к вентиляции (см. 9.5.1, 9.5.2);
- выпускные устройства для аварийной вентиляции (см. 9.5.3—9.5.4);
- конструкция понтонов (см. раздел 10);
- конструкция плавающих крыш и изоляции (см. раздел 10);
- объем продукта, постоянно находящегося в резервуаре (см. 11.1—11.2);
- крышка смотровых люков в крыше (см. 12.3.1);
- сверление отверстий во фланцах (см. 12.6);
- исходная высота фундамента и ее допустимые отклонения (см. 15.2.1—15.2.5);
- защитное покрытие на нижней стороне листов днища (см. 15.6);
- расположение листов при выполнении нахлесточных соединений (см. 15.8.3);
- сварка листов крыши с элементами каркаса (см. 15.8.4);
- специальные свойства хранимого продукта в резервуарах с понтонами (см. С.3.3.1);
- максимальные значения скорости наполнения и опорожнения (см. С.3.4.3);
- отсутствие требования о наличии проволочных решеток (см. С.3.5.1);
- местоположение впускного диффузора (см. С.3.5.2.2);
- местоположение плавающей крыши (см. С.3.5.2.2);
- конструкция и тип плавающей крыши (см. D.3.4);
- дополнительные смотровые люки в крыше (см. D.3.6);
- основной сток крыши, кроме систем, представляющих собой гибкий трубопровод или шарнирную трубу (см. D.3.8.1);
- оснащение двухуровневых крыш с открытой системой водоспуска с крыши (см. D.3.8.1);
- максимальная скорость заполнения и опорожнения, специальные требования к вентиляции (см. D.3.11);
- высота опор для рабочего положения и очистки (см. D.3.13);
- оборудование для измерения уровня (см. D.3.14);
- отсутствие требования о наличии висячей лестницы (см. D.3.15);
- требование пробного монтажа и заводских испытаний для плавающей крыши (см. D.4);
- требование о наличии изоляции края для плавающих крыш (см. Е.1);
- отсутствие требования о наличии защиты от атмосферных воздействий (см. С.3.5.1);
- защита от обратного хода в вентиляцию (см. L.2.6);
- скорость испарения [см. L.3.2.1, перечисление с)];
- максимальный поток газа при нарушении газовой оболочки (см. L.4.3);
- аварийная пропускная способность для других возможных случаев (см. L.4.4);
- аварийная пропускная способность при вакуумной системе (см. L.5);
- диапазон рабочих температур (см. Q.2.4);
- методы технологических испытаний, квалификации и приемочный контроль связующего материала (см. Q.3.3.1);
- требования к толщине изоляции и потере тепла (см. Q.6.1);
- состояние внутренней поверхности резервуара (см. R.1.3.1);
- внешний вид и свойства отделочной поверхности резервуара (см. R.2.1);
- система покрытия (см. R.2.2).

А.2 Данные и требования, подлежащие согласованию между заказчиком и изготовителем

Данные и требования, подлежащие согласованию между заказчиком и изготовителем, которые должны быть полностью указаны в документации:

- дополнительные требования к покрытию крыши и армированию сопла (см. таблицу 3);
- методы расчета и производственные допуски для проектирования вакуума более 8,5 мбар (см. таблицу 1);
- стали, кроме указанных в таблицах 5—7 (см. 5.2.1);
- монтажные материалы; если есть отличия, то для листов корпуса (см. 5.6.4.1);
- полезные нагрузки (см. 6.2.6);
- специальные нагрузки (см. 6.2.7);
- ветровая нагрузка при скорости ветра выше 45 м/с (см. 6.2.10);
- ожидаемая нагрузка вследствие осадки фундамента (см. 6.2.13);
- особые нагрузки (см. 6.2.14);
- уклон поверхности днища более 1:100 (см. 7.1);
- запланированный остаточный уровень жидкости для сопротивления подъема днища (см. 7.2.4—7.2.5);
- альтернативные испытания при максимальной расчетной плотности хранимого продукта более 1,0 кг/л (см. 8.1.4, 8.1.5);
- толщина листов стенки для резервуаров из нержавеющих сталей диаметром более 45 м (см. таблицу 14);
- методы расчета для вакуума более 5,0 мбар (см. 8.3.2.19);
- методы расчета для сочетаний нагрузок (см. 8.3.2.20);
- прочность сварного шва, если отличается от установленных значений (см. 9.2.7—9.2.9);
- минимальные размеры смотровых люков (см. 12.3.1—12.3.3);
- детализация нестандартных сопловых отверстий (см. 12.3.4—12.3.5);
- пересечение сварных швов корпуса сопловыми отверстиями (см. 12.5.3—12.5.7);
- методы нагрева или охлаждения продукта (см. 12.8);
- методы маркировки материалов (см. 14.3);
- механическая резка листов толщиной более 10 мм (см. 14.4);
- не установленные в стандарте расстояния между люками и кромками листов (см. 14.5);
- термическая резка концов труб (см. 14.6);
- методы расчета и допуски на изготовление для проектирования вакуума более 8,5 мбар (см. 15.1.7);
- методы ремонта для поврежденных частей (см. 15.5);
- применение подкладок (см. 17.3.3);
- источники излучения (см. 18.9.1);
- использование любой жидкости, кроме воды, для гидростатических испытаний (см. 18.13.1);
- необходимость окрашивания резервуара перед испытанием (см. 18.13.1);
- применение другой воды (см. 18.13.4);
- скорость заполнения резервуара (см. 18.13.6);
- нестандартные типы плавающих крыш (см. D.2);
- плавающие крыши, отличные от стандартных (см. D.3.1);
- специальные требования для плавающих крыш (см. D.3.2.4);
- другие значения для полезной нагрузки для плавающей крыши, опущенной на опоры [см. D.3.3, перечисление b)];
- применение других материалов (см. F.1);
- вакуум и временно́й период (см. H.4);
- метод для определения слабости (см. K.2);
- коэффициент надежности для крыш со слабым швом (см. K.4);
- детализация анкерного крепления резервуара (см. M.1);
- полная система теплоизоляции (см. Q.1);
- основы для расчетов ветровых нагрузок (см. Q.2.3).

А.3 Данные и требования, предоставляемые изготовителем резервуара

Данные, предоставляемые изготовителем резервуара, которые должны быть указаны в документации в полном объеме:

- технологии монтажа, включая методы фиксации листов в проектном положении, необходимом для сварки, последовательность монтажных и сварочных работ, средства доступа для выполнения сварки и методы предотвращения повреждений в процессе монтажа под действием ветровых нагрузок (см. 15.1.5) при необходимости;
- детализация информации о свойствах системы анкерного крепления для обеспечения того, что при расчете фундамента учтены требуемые анкерные крепления и связанные с этим нагрузки (см. 15.3);
- описание применяемых технологий и методов испытаний (см. 18.3) по каждому проводимому испытанию;
- акты приемочного контроля материалов (см. 18.4.1).

А.4 Данные, предоставляемые производителем стали

Производитель стали должен указать в документации в полном объеме следующие технические данные:

- значения предела текучести стали при повышенной температуре при расчетных температурах стенки выше 100 °С и для сталей, не соответствующих таблице 6 (см. 5.2.2).

А.5 Данные и требования, подлежащие согласованию между производителем стали и изготовителем резервуара

Следующие данные и требования, подлежащие согласованию между производителем стали и изготовителем резервуара, должны быть полностью указаны в документации:

- метод доказательства нестарения стали, если максимальная расчетная температура стенки превышает 250 °С (см. 5.2.4);
- маркировка материалов (см. 5.7.4);
- метод подтверждения для процесса старения (см. F.4.3).

А.6 Данные и требования, подлежащие согласованию между заказчиком и поставщиком плавающей крыши

Следующие данные и требования, подлежащие согласованию между заказчиком и поставщиком плавающей крыши, должны быть полностью указаны в документации:

- оборудование для контроля электрического сопротивления (см. С.4.3.6);
- тип изоляции, если отличается от положений С.3.3.3 и приложения Е.

А.7 Данные и требования, подлежащие согласованию между изготовителем резервуара и поставщиком плавающей крыши

Следующие данные и требования, подлежащие согласованию между изготовителем резервуара и поставщиком плавающей крыши, должны быть полностью указаны в документации:

- предоставления данных для определения правильных допусков, допуски, расположение лестниц, установка плавающего всасывающего устройства, установка выпускных отверстий в закрепленной крыше и установка впускного диффузора.

А.8 Данные, предоставляемые поставщиком плавающей крыши

Поставщик плавающей крыши должен указать в документации в полном объеме следующие технические данные:

- подтверждение, что плавающая крыша и изоляция отвечают требованиям защиты от загрязнения (см. С.3.2.6);
- полная спецификация материалов (см. С.3.3.1);
- инструкции по эксплуатации (см. С.5).

Приложение В
(справочное)

Рекомендации по эксплуатации и безопасности резервуаров и хранилищ

В.1 Общие положения

Целью настоящего приложения является предоставление заказчику резервуаров дополнительной информации по некоторым вопросам, которые должны быть освещены, и указаний, которые могут быть полезны при составлении подробных требований. Также должны быть учтены указания, действующие на региональном или национальном уровне.

В.2 Тип резервуара

В.2.1 Хранимый продукт

При хранении жидких углеводородов рекомендуется использовать инструкции по эксплуатации, например: нормы безопасности при переработке [10], типовой свод правил техники безопасности в нефтяной промышленности [11] и свод правил Национальной ассоциации пожарной безопасности (NFPA 30), в которых указываются подробные требования систем классификации хранимых продуктов на основании их точки воспламенения в закрытом объеме.

Примечание — Между системами классификации существуют различия, поэтому очень важно правильно определить, какая норма применяется, например, для продукта класса I или класса II.

В.2.2 Локальные климатические и геологические условия

В.2.2.1 Факторы, определяющие выбор конструктивного типа и размеров резервуара:

- снеговые нагрузки;
- ветровые нагрузки.

Примечание — Ветер может повлиять на выбор исполнения резервуара. Например, чрезвычайные воздействия могут полностью исключить применение плавающих крыш и потребовать применения стационарных крыш с понтонами или без;

- свойства грунта, на котором устраивается фундамент;
- сейсмическая активность;
- местности, в которых ожидаются значительные осадки грунта;

Примечание — В общем случае стационарные крыши на опорных стойках сложно выполнить для местности, в которой ожидается значительная осадка грунта; и наоборот, ограниченную осадку можно учесть при проектировании, включив в расчет соответствующие меры предосторожности. Другие типы резервуаров при равномерной осадке менее чувствительны, однако при неравномерной осадке могут возникнуть деформации стенки и повреждения днища резервуара.

В.2.2.2 На одноярусных плавающих крышах с кольцевыми коробами следует учитывать, что при определенных ветровых нагрузках могут возникнуть усталостные трещины, что может потребовать установки элементов жесткости или даже применения двухъярусных плавающих крыш.

В.3 Рекомендации по сохранению здоровья, окружающей среды и технике безопасности

В.3.1 Улавливающее оборудование

В.3.1.1 При проектировании всей системы необходимо учитывать весь объем мер предосторожности, с помощью которых можно минимизировать негерметичность и ограничить распространение хранимого продукта в случае утечки.

Примечание — Многие хранимые в резервуарах продукты являются легко воспламеняемыми, другие вызывают коррозию или опасны для здоровья. Такого рода продукты могут загрязнять почву, грунтовые воды, моря, озера и реки или атмосферу при их утечке или испарении. Они могут представлять опасность как для здоровья работников, так и для окружающей среды, кроме того, существует опасность взрыва и пожара.

В.3.1.2 Требования к насыпи резервуаров и расстояниям между резервуарами, а также основные требования к исполнению насыпей содержатся в ряде положений для различных хранимых продуктов.

В.3.1.3 Для установления расстояний между нефтяными резервуарами, расстояния до ограждения и до других резервуаров, а также числа резервуаров, которые могут быть защищены одной насыпью, и т. д. рекомендуется использовать правила промышленной безопасности для нефтеперерабатывающих производств института нефти и перечень легковоспламеняющихся и горючих жидкостей.

В.3.2 Противопожарная защита

В.3.2.1 Чтобы минимизировать риск пожара резервуаров, водяные системы охлаждения и средства противопожарной защиты необходимо учитывать при проектировании резервуара с самого начала, так как полностью исключить риск возникновения пожара невозможно. Для оценки методов пожаротушения в обязательном порядке требуется привлечение специалистов.

Примечание — Для резервуаров с плавающей крышей существует опасность пожара по краю резервуара, например вследствие удара молнии. Здесь могут быть установлены системы пожаротушения, которые распыляют жидкость или работают со специальными противопожарными веществами. Однако обычно эти жидкости являются ядовитыми и требуют осторожности при применении. Часто применяют сухие стояки и кольцевые трубопроводы вокруг резервуаров.

В.3.2.2 Для борьбы с пожаром должен быть предусмотрен свободный доступ к верхнему ветровому кольцу жесткости, с которого возможно ведение борьбы с пожаром, при условии что также имеются пригодные пути эвакуации.

В.3.2.3 Если борьбу с пожаром надлежит вести с земли, то на достаточном расстоянии от резервуара должны быть предусмотрены необходимые свободные площади вокруг резервуара, которые позволят разместить применяемое для тушения пожара оборудование.

В.3.2.4 Защиту соседних резервуаров и перерабатывающих сооружений, а также окружающей среды в случае возгорания резервуара следует учитывать с самого начала, так как это влияет на расстояние между резервуарами и сооружение насыпей.

В.4 Навесные и накладные элементы на резервуаре для крепления предохранительного и противопожарного оборудования

В.4.1 Проектирование и изготовление средств безопасности и противопожарного оборудования часто проводится не конструктором или изготовителем резервуара, а выполняется другими предприятиями в рамках отдельных контрактов.

В.4.2 Крепление средств безопасности и противопожарного оборудования, если это оборудование крепится непосредственно на резервуар, следует выполнять с помощью болтовых соединений.

В.4.3 Если приварка непосредственно к резервуару неизбежна, то перед гидравлическим испытанием водой монтажное предприятие должно приварить к резервуару соответствующие листы или несущие элементы. Точное исполнение, сварка и результаты контроля должны отвечать требованиям настоящего стандарта.

Приложение С
(обязательное)

Требования к понтонам

С.1 Общие положения

С.1.1 Настоящее приложение устанавливает минимальные требования к материалам, конструктивному исполнению, изготовлению, контролю, испытаниям и эксплуатации понтонов резервуаров для хранения летучих жидкостей. Кроме того, в приложении приведены проектные требования к соответствующим конструктивным элементам и дополнительным узлам.

С.1.2 Правила распространяются на понтоны как впервые возводимых резервуаров, так и уже существующих.

С.1.3 Настоящее приложение устанавливает требования для ряда различных типов исполнения понтонов, детальное описание дано ниже.

Примечание 1 — Понтоны можно разделить на два типа: полностью лежащие на поверхности (контактные понтоны) и понтоны с газовым пространством между жидкостью и мембраной понтона.

Примечание 2 — Понтоны, также известные как внутренние понтоны или внутренние мембраны, не следует путать с плавающими крышами (см. приложение D). Понтоны находятся внутри резервуаров со стационарной крышей и защищены от атмосферных воздействий.

С.1.4 Понтоны могут быть установлены по одной из следующих причин:

a) уменьшение выделения паров, например вследствие потерь при вентиляции и заполнении;

b) загрязнение воздуха, связанное с выделением паров;

c) уменьшение попадания загрязнений из воздуха, например дождевой воды, песка и других твердых веществ, в хранимый продукт;

d) минимизация шумового загрязнения;

e) уменьшение рисков вследствие возникновения зарядов статического электричества, вызванного циркуляцией хранимых продуктов;

f) для теплоизоляции при хранении тяжелого жидкого топлива в качестве альтернативы теплоизоляции крыши.

Примечание — Для такого применения предусмотрены специальные проектные рекомендации, которых настоящее приложение не содержит.

С.1.5 Понтоны допускается применять также в резервуарах для хранения других продуктов, например химических веществ, деминерализованной или питьевой воды, а также сточных вод. Здесь, в свою очередь, возникают специальные требования, которые не рассматриваются в настоящем приложении.

Примечание 1 — Понтоны не устанавливают в резервуарах с диаметром менее 6 м из-за трудности удовлетворительной установки уплотнения по периметру (кромке) кривизны в уплотнительной обшивке корпуса резервуара, т. е. для резервуаров с соотношением площади и периметра менее 1,5. При установке понтона не существует верхних пределов для диаметра резервуара, поэтому настоящее приложение не содержит требования к установке понтона в резервуарах с диаметром 6 м и более.

Примечание 2 — Если в резервуаре необходимо выполнить определенные тепловые работы, нужно проверить, нет ли в ней газов.

С.2 Конструктивные типы понтонов

С.2.1 В качестве понтона используют один из следующих конструктивных типов:

a) тип 1 — понтон из легкого металла (поплавковый).

Этот тип обычно состоит из тонких листов алюминиевого сплава, которые закреплены на решетчатой раме из того же материала. Дека (мембрана) удерживается трубчатыми поплавками.

Примечание 1 — Когда понтон плавает на поверхности хранимого продукта, образуется пространство, заполненное паром, между жидкостью и нижней поверхностью листов деки;

b) тип 2 — понтон из панелей типа «сандвич» с пенопластовым заполнителем и металлическими листами деки (полноконтактный).

Этот тип изготовляют из твердого пенопласта (например, из полиуретана), который с обеих сторон оклеен алюминиевыми листами. Элементы в форме плит устанавливают в обрешетку из U-образных профилей.

Примечание 2 — Этот понтон плавает непосредственно на хранимом продукте, пространство, заполненное паром, под декой отсутствует. Дополнительные герметичные короба для обеспечения плавучести не требуются.

Примечание 3 — В зависимости от исполнения и материалов обшивки, а также от хранимого продукта могут произойти отслоение между пенопластом и металлическими листами и поглощение продукта пенопластом;

c) тип 3 — понтон из панелей типа «сандвич» с сотовым заполнителем и металлическими листами деки (полноконтактный).

Этот тип соответствует типу 2, но средний слой состоит из сотовых алюминиевых элементов между двумя тонкими алюминиевыми листами;

d) тип 4 — понтон из плит с обшивкой из стеклопластика (полноконтактный).

Понтоны данного типа изготовляются из стеклопластиковых плит (или подобного пластика), между которыми располагается пенопласт. Плиты соединяют между собой ригельным или болтовым соединением так, чтобы получалась дека сплошной конструкции, которая плавает на поверхности жидкости;

e) тип 5 — металлический чашеобразный понтон с периферийным вертикальным листом (полноконтактный).

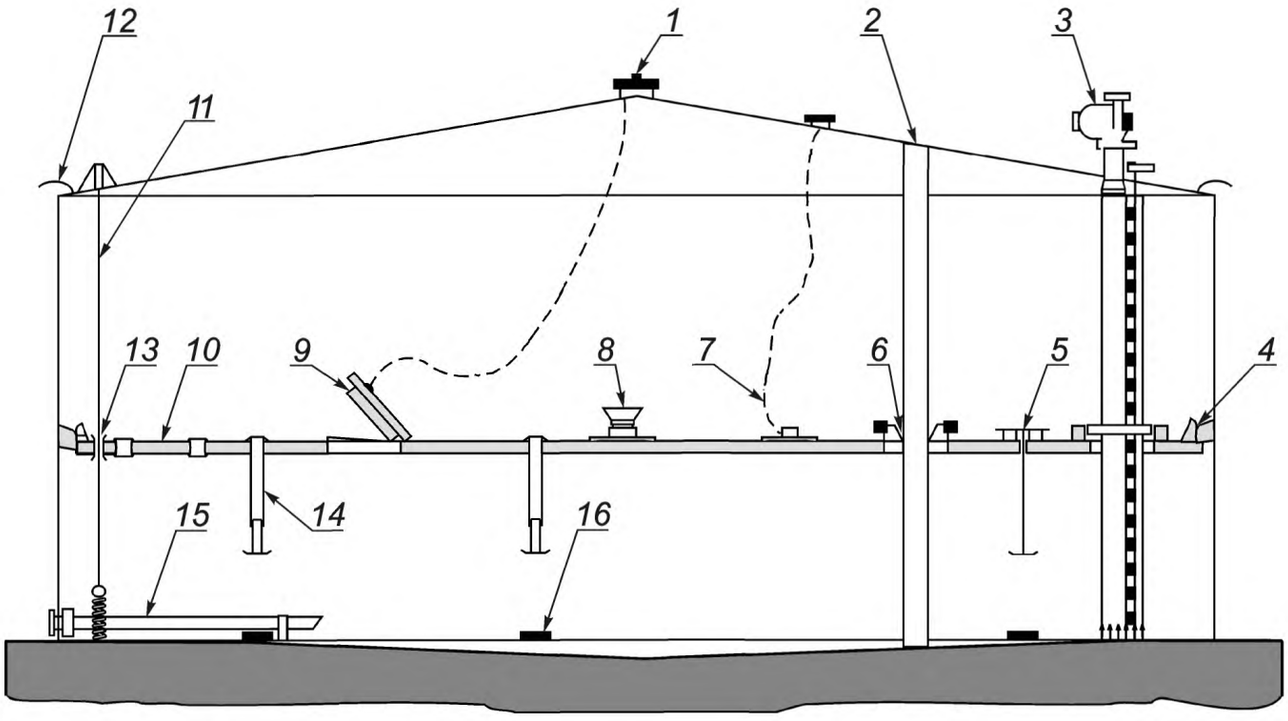
Этот тип состоит из плоской центральной мембраны и жесткого периферийного листа, расположенного перпендикулярно мембране.

Примечание 4 — Такие понтоны изготовляют из стали или алюминия и обычно представляют собой сварную конструкцию;

f) тип 6 — металлический чашеобразный понтон с периферийным поплавком (полноконтактный).

Этот тип соответствует типу 5, но имеет внешние кольцевые короба или поплавки и обычно представляет собой сварную конструкцию из стали. Примеры различных типов понтонов показаны на рисунке С.2.

С.2.2 Зазор между краем понтона и стенкой резервуара должен быть заполнен упругим уплотнением, которое крепится на понтоне и плотно прилегает к стенке резервуара. На рисунке С.1 показано типовое исполнение понтонов в резервуаре со стационарной крышей.



1 — смотровой люк с замером; *2* — стойка крыши; *3* — уровень резервуара; *4* — периферийное уплотнение; *5* — спускной клапан; *6* — уплотнение опорной крыши; *7* — антистатический кабель; *8* — погруженная воронка; *9* — смотровой люк; *10* — крышка; *11* — кабель блокировки вращения; *12* — вентиляционный клапан резервуара; *13* — направляющая труба; *14* — опорные ноги; *15* — падающая труба/диффузор; *16* — армирующие накладки днища

Рисунок С.1 — Пример установки стандартного понтона резервуара с фиксированной крышей

Тип 1 – понтон из легкого металла



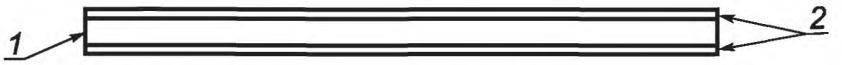
1 – трубчатый поплавок; *2* – лист деки

Тип 2 – понтон из панелей типа «сандвич» с пенопластовым заполнителем и листами деки



1 – полиуретановый пенопласт; *2* – листы деки

Тип 3 – понтон из панелей типа «сандвич» с сотовым заполнителем и листами деки



1 – металлический сотовый заполнитель; *2* – листы деки

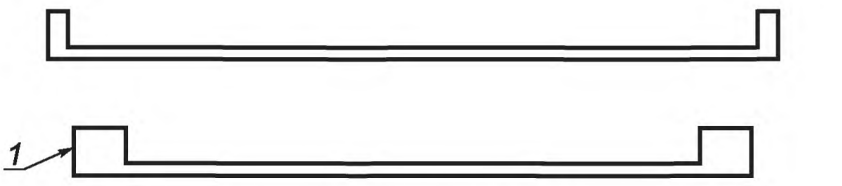
Тип 4 – сборный понтон из плит с обшивкой из стеклопластика



1 – пенопластовый заполнитель; *2* – обшивка из стеклопластика

Тип 5 – металлический чашеобразный понтон с периферийным вертикальным листом

Тип 6 – металлический чашеобразный понтон с периферийным поплавком



1 – поплавки (герметичные короба)

Рисунок С.2 — Конструктивные типы понтонов

С.3 Конструкционные требования и материалы

С.3.1 Конструктивное исполнение

С.3.1.1 Понтоны должны иметь такие характеристики, чтобы они подходили для резервуара, в котором они установлены, а также для хранимого продукта и частоты заполнения и опорожнения.

С.3.1.2 Понтоны должны быть рассчитаны и сконструированы таким образом, чтобы они плавали в горизонтальном положении и при нормальных условиях эксплуатации хранимый продукт не мог попасть на верхнюю сторону понтона.

С.3.1.3 Максимальное рабочее положение должно быть установлено таким образом, чтобы ни одна часть понтона в верхнем участке хода понтона не могла натолкнуться на крышу резервуара или каркасную конструкцию крыши, закрыть вентиляционные люки или переливные устройства.

С.3.1.4 Понтон должен быть рассчитан таким образом, чтобы выдержать в любой точке своей поверхности нагрузку 1 кН/м^2 или 3 кН на площади 3 м^2 без остаточной деформации или повреждений как при нахождении в плавающем состоянии, так и на опорах.

С.3.1.5 Максимальную расчетную нагрузку, которую должен выдержать понтон, следует принимать равной 3 кН на 3 м^2.

С.3.1.6 Должны быть согласованы следующие мероприятия (см. А.7 приложения А):

a) меры предосторожности для соблюдения достаточного расстояния между понтоном в самом верхнем положении и каркасной конструкцией крыши или имеющимися переливными устройствами соответственно;

b) допуски на ожидаемую осадку фундамента, кольцевой зазор и вид уплотняющего затвора;

c) расположение лестниц на стенке резервуара, а также навесных и накладных элементов внутри резервуара;

d) установка плавающего всасывающего устройства (при необходимости);

e) установка стационарного вентиляционного оборудования в крыше;

f) установка впускного диффузора.

С.3.2 Плавучесть

С.3.2.1 Понтон из легкого металла (тип 1)

С.3.2.1.1 Для обеспечения плавучести должен быть обеспечен запас надежности минимум 100 %; т. е. плавучести должно хватать минимум для удвоенного веса понтона. Понтон должен оставаться на плаву на жидкости с минимальной плотностью 0,7, а также при потере плавучести 15 % общего значения.

С.3.2.1.2 По краю понтона, а также всех вертикальных отверстий, за исключением вентиляционных, должно быть предусмотрено защитное ограждение, которое погружено в продукт минимум на 150 мм.

С.3.2.1.3 Алюминий и алюминиевые сплавы допускается применять для щелочных хранимых продуктов, т. е. при наличии опасности превышения pH выше 8, только тогда, когда на поверхности предусмотрено соответствующее защитное покрытие.

С.3.2.1.4 Кольцевые короба перед окончательной установкой испытывают на герметичность с помощью воздуха и пенообразующего раствора или под водой. После испытания их тщательно герметизируют и подвергают повторному контролю на герметичность.

С.3.2.2 Понтоны из панелей типа «сандвич» с пенопластовым заполнителем и металлическими листами деки или с сотовым заполнителем и металлическими листами деки или понтоны из плит с обшивкой из стеклопластика (типы 2, 3 и 4)

С.3.2.2.1 Для гарантирования плавучести должен быть обеспечен запас надежности минимум 100 % согласно С.3.2.1.

С.3.2.2.2 Применяемые при изготовлении понтонов клеи должны быть полностью устойчивыми к проникновению паров и/или жидкостей. Характеристики клеев и механическая прочность соединений не должны ухудшаться под действием хранимого продукта.

С.3.2.3 Металлические чашеобразные понтоны с периферийным поплавком или без (типы 5 и 6)

С.3.2.3.1 Металлические чашеобразные понтоны с периферийным поплавком должны иметь запас плавучести минимум 100 % согласно С.3.2.2.

С.3.2.3.2 Изготовление и установку чашеобразных понтонов из мягкой стали следует выполнять в соответствии с разделами 5, 15—18.

С.3.2.4 Минимальные расстояния в установленном состоянии

С.3.2.4.1 Понтон должен быть спроектирован, изготовлен и установлен таким образом, чтобы он мог без повреждений самого понтона, резервуара или установленного (возможно) оборудования подниматься на расчетную высоту подъема или опускаться с нее.

Примечание — Для резервуаров со стационарной крышей может потребоваться уменьшить максимальную высоту подъема понтона.

С.3.2.4.2 Понтон ни в одной точке своего расчетного хода не должен касаться или ограничивать функционирование элементов оборудования резервуара, мешалки, трубопроводов, частей индикаторов или патрубков.

С.3.2.5 Требования к материалам

С.3.2.5.1 Материалы всех конструктивных элементов, включая применяемые клеи, должны подходить для применяемого хранимого продукта.

Примечание 1 — Следует применять материалы, которые имеют достаточную стойкость к следующим видам коррозии:

a) коррозия под действием оксидов железа — вследствие отшелушивания ржавчины от стенки резервуара и попадания ее на поверхность понтона;

b) электролитическая коррозия — вследствие влажности на поверхности;

c) коррозия под действием морской воды, содержащейся в хранимом продукте.

Примечание 2 — Если ожидается поражение микроорганизмами, это необходимо учитывать при выборе материала и его применении.

Примечание 3 — При использовании легких металлов и сплавов легких металлов особые меры предосторожности требуются для предотвращения термических реакций (т. е. экзотермических реакций между оксидом железа и алюминием).

Примечание 4 — При хранении топлива необходимо обратить внимание на то, что применяемые материалы должны быть стойкими к воздействию оксигенерирующих добавок.

С.3.2.5.2 Все неметаллические части проектируют и выбирают таким образом, чтобы было предотвращено чрезмерное поглощение хранимого продукта или его паров. Поставщик понтона должен предоставить документы, подтверждающие, что вследствие поглощения хранимого продукта не ухудшаются качество материалов, прочность и плавучесть понтона.

С.3.2.5.3 Все швы и другие соединения понтонов типов 1, 5 и 6, которые должны быть непроницаемыми для жидкости или паров, контролируют на герметичность. Методы и критерии приемки такого контроля согласовывают между заказчиком и поставщиком понтона.

С.3.2.6 Способность удерживания пара

Должно быть подтверждено, что понтон и его затвор соответствуют положениям относительно поддержания чистоты атмосферного воздуха (см. А.8 приложения А).

С.3.2.7 Электрическое сопротивление

Электрическое сопротивление, измеренное по утвержденному методу, между стенкой резервуара и любой частью понтона не должно превышать 100 Ом.

С.3.2.8 Противопожарная защита

Способ и вид противопожарной защиты выбирают в зависимости от типа понтона и хранимого продукта.

С.3.3 Материалы

С.3.3.1 Общие положения

С.3.3.1.1 Заказчиком должна быть предоставлена подробная информация по хранимому продукту и его специфическим характеристикам, которые могут негативно повлиять на материалы (см. А.1 приложения А).

С.3.3.1.2 Все материалы понтона должны быть стойкими к хранимому продукту.

С.3.3.1.3 Если для понтона применяют различные материалы, необходимо учитывать возможность коррозии вследствие катодной реакции.

С.3.3.1.4 Эксплуатирующей организацией должна быть предоставлена полная спецификация на материалы для понтона для их согласования (см. А.8 приложения А).

С.3.3.2 Листы для понтонов

С.3.3.2.1 Сталь должна соответствовать требованиям ЕН 10025.

С.3.3.2.2 Алюминий должен соответствовать требованиям ЕН 485, ЕН 754 или ЕН 755.

С.3.3.2.3 Нержавеющая сталь должна соответствовать требованиям ЕН 10088.

С.3.3.3 Уплотняющий затвор

С.3.3.3.1 Если не согласовано иное, то применяют один из следующих видов затворов в соответствии с приложением Е (см. А.6 приложения А):

a) губчатый затвор [см. рисунок С.3 a)].

Примечание 1 — Губчатый затвор изготовляют из синтетических материалов, например полиуретана, и крепят к понтону заклепками или болтами. Губчатые затворы изменяют угол наклона относительно стенки резервуара при изменении направления движения понтона.

Примечание 2 — Если требуется повышенное уплотняющее действие, допускается располагать губчатый затвор над затвором другого типа или использовать затвор с двойными губками.

Расположение и крепление губчатого затвора на понтоне должно быть таким, чтобы затвор в любом положении понтона находился над уровнем жидкости;

b) петлевой затвор [см. рисунок С.3 b)]:

Примечание 3 — Петлевые затворы изготовляют из полиуретанового или нейлонового материала, сгибают в виде петли и прикручивают к понтону.

Примечание 4 — Петлевые затворы обычно не оснащают наполнителем;

c) профильный затвор [см. рисунок С.3 b)]:

Примечание 5 — Профильный затвор состоит из герметичной оболочки, наполненной мягкоэластичным пеноматериалом, например пенистым полиуретаном в оболочке из нейлоновой ткани с уретановым покрытием. Обычно они имеют круглое, четырехугольное или пятиугольное поперечное сечение.

Примечание 6 — Прилегание этого затвора должно происходить по большей площади, что для сильно изогнутых стенок резервуара является преимуществом.

Примечание 7 — Для специальных целей применения допускается использовать другие материалы, например тефлон или синтетические материалы с добавлением углеволокна.

С.3.3.3.2 Затворы следует изготовлять из материалов с низкой адсорбционной способностью и обладающих достаточной стойкостью к хранимому продукту.

С.3.3.3.3 Материал затвора (или оболочки) должен иметь подтвержденную документально высокую износостойкость и долговечность при всех условиях эксплуатации.

С.3.3.3.4 Уплотняющий затвор должен быть сконструирован таким образом, чтобы его эффективность сохранялась, в том числе при изгибе резервуара.

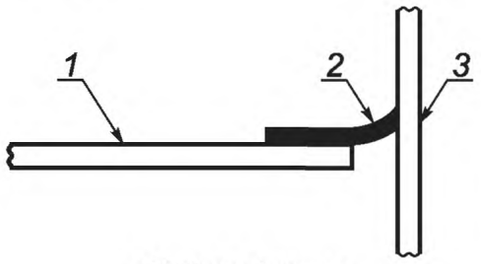
С.3.3.3.5 При установке понтона измеряют кольцевой зазор между понтоном и стенкой резервуара, чтобы эффективность затвора обеспечивалась и при отклонении стенки резервуара от изгиба.

С.3.3.3.6 Затвор монтируют таким образом, чтобы он хорошо прилегал к стенке резервуара, а места крепления не пропускали пары продукта. Уплотняющее действие должно быть обеспечено по всему ходу понтона во всех точках поверхности стенки.

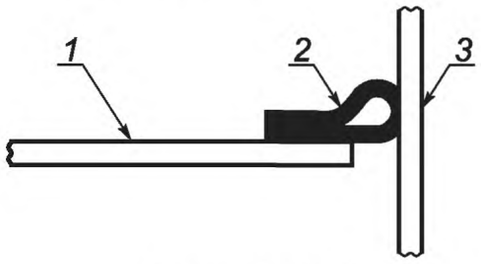
С.3.3.3.7 Затвор устанавливают на минимально возможной высоте над верхней стороной понтона, чтобы максимально использовать вместимость резервуара.

С.3.3.3.8 Окружные швы на петлевых и профильных затворах должны быть непроницаемыми для жидкости. Если швы изготовляются только при установке, то нахлест должен составлять минимум 75 мм.

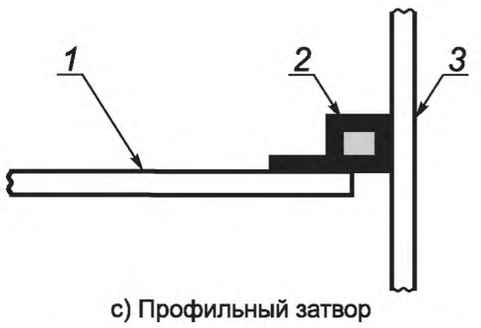
С.3.3.3.9 Правильный выбор размеров и корректный монтаж затвора должны обеспечить беспрепятственное движение понтона по всей расчетной длине хода.



a) Губчатый затвор



b) Петлевой затвор



c) Профильный затвор

1 — понтон; *2* — затвор; *3* — стенка резервуара

Рисунок С.3 — Примеры уплотняющих затворов

С.3.3.4 Соединения элементов

С.3.3.4.1 Односторонние сварные стыковые швы без подкладки на понтонах являются допустимыми, если вторая сторона недоступна.

С.3.3.4.2 Угловые швы элементов толщиной менее 5 мм должны иметь минимум такую же толщину, что и элемент соединения с самой маленькой толщиной.

С.3.3.4.3 Болтовые, резьбовые и заклепочные соединения допускаются по согласованию с эксплуатирующей организацией.

С.3.3.4.4 Соединения неметаллических деталей (включая пластик и стеклопластик) должны быть пригодны для соединяемых деталей, иметь приемлемую долговечность и требуемые размеры и прочность, чтобы выдержать номинальную нагрузку понтона без отказа или появления негерметичности.

С.3.3.4.5 Метод изготовления соединений, а также метод оценки результатов испытаний для подтверждения этих параметров должны быть полностью описаны в документации и предоставлены эксплуатирующей организации.

С.3.3.4.6 Все места соединений, которые подвержены непосредственному воздействию хранимого продукта или его паров, должны быть выполнены как сварные, болтовые, заклепочные или клеммные соединения или загерметизированы, а также пройти испытания на непроницаемость для жидкости и пара по методу, одобренному эксплуатирующей организацией.

С.3.3.4.7 Применяемые для соединений уплотнители и герметики должны быть пригодны для хранимого продукта и соединяемых материалов.

С.3.3.5 Припуск на коррозию

При необходимости следует учитывать припуск на коррозию для толщины материалов, применяемых при изготовлении понтона.

С.3.4 Элементы оснащения понтона

С.3.4.1 Смотровые люки

Для понтонов диаметром до 15 м включительно должен быть предусмотрен минимум один смотровой люк для обеспечения возможности доступа и вентиляции в случае, когда понтон находится на опорах, а резервуар пуст. Смотровой люк должен открываться с нижней стороны. Для понтонов диаметром более 15 м для достаточной вентиляции должны быть предусмотрены при необходимости дополнительные смотровые люки.

Круглые смотровые люки должны обеспечивать беспрепятственный доступ технического персонала и иметь минимальный диаметр 600 мм.

Примечание — Допускаются прямоугольные смотровые люки с минимальными размерами 600 × 400 мм.

С.3.4.2 Опорные стойки

Понтоны должны быть оснащены опорными стойками, на которые опирается понтон при пустом резервуаре.

Высота опор понтона устанавливается эксплуатирующей организацией. Понтон не должен перекрывать смотровые люки в стенке резервуара. Должна быть обеспечена возможность проведения контроля и работ под понтоном. Должно быть обеспечено достаточное расстояние до встроенного оборудования, например боковых мешалок, расположенных внутри труб, а также впускных и выпускных патрубков, когда понтон находится на опорах в нижнем положении.

При установке понтон должен быть расположен горизонтально. Возможные различия по высоте компенсируют регулировкой высоты опорных стоек. Высота понтона жестко фиксируется, но должна быть предусмотрена возможность изменить высоту опор при дальнейшей эксплуатации.

Нагрузки, создаваемые опорными стойками на днище резервуара, распределяют с помощью подходящих способов, например усиливающих накладок. Эти накладки приваривают сплошным швом к листам днища. Если лист выступает над угловым швом нахлесточного соединения листов днища, разность высоты днища компенсируют полностью приваренными компенсационными накладками.

В полых стойках в нижнем конце должны быть выполнены сливные отверстия для дренажа.

Крепление опорных стоек на понтоне является более предпочтительным, чем их крепление на днище резервуара. Опоры, крепление и днище резервуара должны быть рассчитаны на вес понтона (см. 7.4.8) плюс равномерно распределенная нагрузка 1 кН/м^2. Крепление опор к понтону рассчитывают с прочностью, исключающей отказ в этом месте при эксплуатации.

С.3.4.3 Вентиляционное оборудование

На понтонах должны быть предусмотрены вентиляционные патрубки, чтобы воздух мог выйти из-под понтона при первичном заполнении, а чтобы воздух и пары могли пройти через понтон, находящийся на опорах, при опустошении резервуара. Во втором случае крайне важно, чтобы вентиляционные патрубки были полностью открыты, когда понтон находится на опорах.

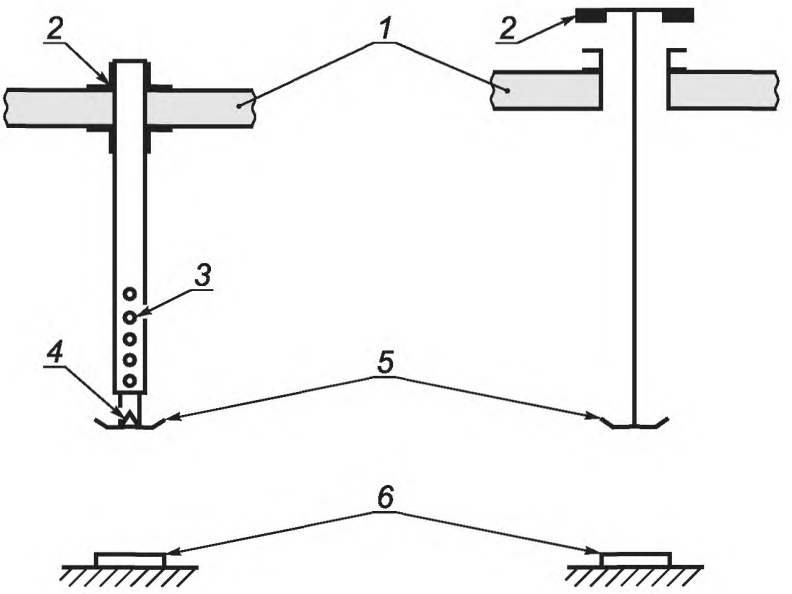
Примечание — Эффективная возможность достигнуть такого положения заключается в принудительном механическом открывании вентиляционных патрубков посредством специальной конфигурации опор [см. рисунок С.4 b)]. Альтернативно это может быть спроектировано как простой клапан.

Максимальные значения для пропускной способности вентиляционных патрубков при заполнении и опорожнении резервуара должны быть установлены (см. А.1 приложения А) для надлежащего расчета. Посредством расчета должно быть подтверждено, что пропускная способность вентиляционных патрубков достаточна в обоих случаях и что перегрузка понтона или уплотняющего затвора исключена.

С.3.4.4 Сливные устройства

Хотя понтон должен быть спроектирован таким образом, чтобы хранимый продукт не мог быть вытеснен на уплотняющий затвор и понтон (см. С.3.1), однако вследствие конденсации, перелива или других причин жидкость может собраться на верхней стороне понтона. Для этого случая должно быть предусмотрено сливное оборудование с достаточной производительностью для быстрого отведения жидкости обратно под понтон в хранимый продукт. Ухудшение паронепроницаемости понтона должно быть сведено к минимуму посредством соответствующего расчета и проектирования сливного оборудования.

Для чашеобразных понтонов типов 5 и 6 применение такого сливного оборудования невозможно. В качестве альтернативы можно уже при расчете учитывать стационарно устанавливаемое сливное оборудование или необходимо разработать подходящий метод для возвращения собранной жидкости в производство. Плавучесть таких понтонов не должна ухудшаться из-за стационарно установленного сливного оборудования.



a) Опора (неподвижная) b) Вентиляционный патрубок (открытый)

1 — понтон; *2* — уплотнитель; *3* — резьбовые отверстия для регулировки высоты; *4* — сливное отверстие; *5* — опорная плита; *6* — усиливающая накладка

Рисунок С.4 — Типовые исполнения опоры и вентиляционного патрубка

С.3.4.5 Отведение статического электричества

Понтоны должны быть электрически проводящими или для неметаллических материалов антистатическими и соответствовать требованиям С.3.2.7. Дополнительно понтон и стенка резервуара должны быть соединены многожильным кабелем для возможности отведения статического заряда (см. рисунок С.1).

Для резервуаров диаметром до 20 м должно быть предусмотрено два кабеля, для резервуаров большего размера — минимум четыре кабеля для отведения статического электричества.

Примечание — Кабель для отведения статического электричества должен иметь поперечное сечение минимум 3 мм^2.

Кабели должны крепиться к верхней стороне понтона и к крыше резервуара и проходить таким образом, чтобы не ограничивать работу другого оборудования.

Над понтоном не допускается наличие каких-либо деталей, ограничивающих кабель при движении понтона вверх и вниз. В ином случае следует применять преднапряженные ролики, которые постоянно удерживают кабель в натянутом состоянии.

С.3.4.6 Оборудование для предотвращения вращения

Вращательные движения понтона не допускаются.

Примечание 1 — Для их целей допускается применять направляющую трубу или натянутый эксцентрично от днища к крыше резервуара многожильный стальной трос.

Примечание 2 — Стальной трос должен натягиваться пружинным креплением. Направляющая труба должна иметь достаточные размеры и изготовляться из совместимого материала.

Примечание 3 — Для больших резервуаров со свободнонесущей бескаркасной крышей может потребоваться размещение нескольких устройств для предотвращения вращения, чтобы обеспечить требуемую стабильность резервуара.

Примечание 4 — Альтернативно для этого допускается использовать эксцентрично расположенные опоры крыши.

С.3.4.7 Индикация уровня и отбор проб

Если не установлено иное, понтон должен быть сконструирован таким образом, чтобы индикатор уровня не имел препятствий и оставался работоспособным по всему ходу понтона. В качестве альтернативы в понтон устанавливают встроенную систему индикации в соответствии с требованиями заказчика.

В понтоне должны быть предусмотрены отверстия для отбора проб, находящиеся под соответствующими люками в крыше резервуара, чтобы измерение уровня и отбор проб могли проводить без препятствий (см. рисунок С.1).

Примечание — Отверстия для отбора проб должны закрываться с помощью подходящих средств. Для этого, например, подходят уплотнители с прорезями, которые не только уменьшают потери от испарения, но и делают возможными измерения уровня и отбор проб.

С.3.4.8 Проходы через понтон

Проходы для опорных стоек крыши резервуара или других элементов оборудования должны быть оснащены затворами, чтобы минимизировать потери от испарения при вертикальном и горизонтальном перемещениях понтона. Затворы должны хорошо прилегать и допускать горизонтальное смещение понтона ± 125 мм. Для дренажных труб, а также вентиляционных патрубков наличие затворов необязательно.

Проходы для пробоотборной трубы и датчика уровнемера выполняют в виде воронки для направления пробоотборника или уровнемера.

За исключением вентиляционных патрубков все проходы через поплавковые понтоны из легкого металла (тип 1) должны быть оснащены защитным ограждением, которое погружено в хранимый продукт минимум на 150 мм.

С.3.4.9 Сигнальное оборудование для уровня

Если не установлено иное, на резервуар устанавливают автоматическое сигнальное оборудование, которое предупреждает обслуживающий персонал, если уровень превышает определенную высоту.

С.3.4.10 Плавающие всасывающие устройства

С.3.4.10.1 Для определенных резервуаров, для которых важна чистота хранимого продукта (например, авиационный бензин, деминерализованная вода и т. д.), плавающее всасывающее устройство входит в стандартное оборудование. В резервуарах такого рода также могут быть установлены понтоны, но они должны подходить для установки плавающего всасывающего устройства.

Примечание — Для этого может потребоваться дополнительная направляющая на нижней стороне понтона, которая изменяет плавучесть понтона и может ухудшить его устойчивость.

С.3.4.10.2 Поставщик должен гарантировать, что вследствие установки плавающего всасывающего устройства плавучесть понтона не упадет ниже установленных в С.3.1 значений и устойчивость понтона не ухудшится.

С.3.4.10.3 При гидравлическом испытании плавающее всасывающее устройство учитывают посредством введения поправки к плавучести.

С.3.4.10.4 Документально должно быть подтверждено, что понтон с направляющей для плавающего всасывающего устройства может подниматься и опускаться по всей высоте хода без механических ограничений, связанных с плавающим всасывающий устройством.

С.3.5 Элементы оснащения резервуара

С.3.5.1 Вентиляционная аппаратура (вентиляционные окна с кожухами) в крыше резервуара

С.3.5.1.1 Для предотвращения создания взрывоопасной атмосферы в резервуаре (если в резервуаре хранятся определенные продукты, например бензин, и пары над понтоном могут накапливаться в количестве, ведущем к созданию взрывоопасной атмосферы) на крыше резервуара должно быть предусмотрено вентиляционное оборудование в соответствии с С.3.5.1.2—С.3.5.1.3.

С.3.5.1.2 Вентиляционные окна с кожухами не допускаются, если:

a) свободное пространство очищается или продувается инертным газом;

b) существует вероятность чрезвычайного воздействия ветра, при котором через обычные вентиляционные окна происходят значительные потери от испарения;

c) открытое вентиляционное оборудование (вентиляционные окна с кожухами) запрещены локальными предписаниями.

С.3.5.1.3 В максимальном рабочем положении понтона затвор не должен оказывать негативное воздействие на функционирование вентиляционных окон.

Примечание — Если не установлено иное (см. А.1 приложения А), все вентиляционные окна с кожухами должны быть снабжены проволочными сетками в соответствии с 10.6.3, примечание 1 и 2.

С.3.5.1.4 Вентиляционные окна с кожухами делают возможным свободный приток и отток воздуха и паров из газового пространства. Типовое исполнение показано на рисунке С.5.

С.3.5.1.5 Открытые вентиляционные окна с кожухами должны с одной стороны располагаться в центре резервуара, с другой стороны — по краю крыши.

С.3.5.1.6 Центральное вентиляционное окно следует располагать как можно ближе к самой верхней точке крыши резервуара. Оно должно иметь свободную площадь минимум 0,03 м^2.

С.3.5.1.7 Вентиляционные окна с кожухами по краю крыши должны иметь защитные кожухи в форме лопатки (см. рисунок С.5) и располагаться как можно ближе к кромке крыши резервуара.

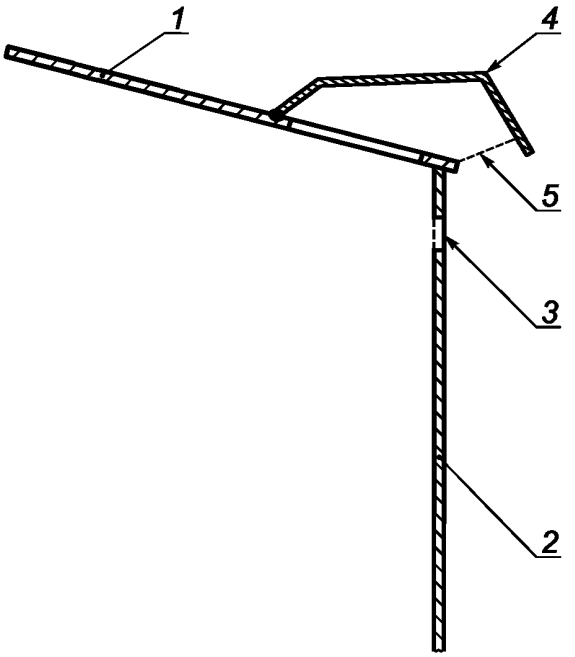
С.3.5.1.8 Следует предусмотреть минимум одно вентиляционное окно с кожухом на каждые 10 м периметра резервуара, но не допускается наличие менее четырех вентиляционных окон одинакового размера. Эффективная свободная общая площадь этих вентиляционных окон не должна быть меньше чем 0,06 м^2 на каждый метр диаметра резервуара.

Примечание — Указанные выше размеры являются минимальными, они зависят от скорости испарения продукта. Заказчик может потребовать поперечное сечение большего размера.

С.3.5.1.9 Предохранительные клапаны по избыточному давлению или вакууму должны быть установлены на тех резервуарах, для которых не допускается естественная вентиляция.

С.3.5.1.10 Подходящие предохранительные клапаны по избыточному давлению и/или вакууму должны быть установлены в резервуарах, которые имеют систему для создания подушки из инертного газа или для тех резервуаров, попадание паров из которых в атмосферу не допускается.

С.3.5.1.11 Предохранительные клапаны по избыточному давлению или вакууму должны соответствовать приложению L.



1 — крыша резервуара; *2* — стенка резервуара; *3* — аварийное переливное устройство с решеткой; *4* — вентиляционное окно с кожухом на краю крыши; *5* — решетка против попадания инородных предметов

Рисунок С.5 — Типовое исполнение вентиляционного окна с кожухом в крыше резервуара

С.3.5.2 Переливные устройства

С.3.5.2.1 Имеющиеся на резервуаре переливные устройства не должны перекрываться уплотняющим затвором при нахождении понтона в верхней точке его хода.

С.3.5.2.2 При необходимости (см. А.1 приложения А) должен быть предусмотрен впускной диффузор, с помощью которого поступающий поток направляют ближе к центру резервуара и дальше от уплотняющего затвора (см. рисунок С.1).

С.3.5.2.3 В стационарной крыше резервуара должен быть предусмотрен минимум один смотровой люк (см. 12.3.1), обеспечивающий возможность доступа внутрь резервуара.

С.4 Установка

С.4.1 Испытание и контроль резервуара

Перед установкой понтона изготовитель и организация, осуществляющая монтаж резервуара, должны провести совместное испытание резервуара, которое затрагивает минимум следующие параметры:

a) вертикальность стенки резервуара;

b) отклонение от изгиба стенки резервуара при измерении подходящим и признанным методом (при этом должны быть проконтролированы все доступные зоны резервуара);

c) размер и положение смотрового люка в стенке резервуара;

d) наличие плавающего всасывающего устройства;

e) высота самой нижней части каркаса крыши, включая расстояние до переливных устройств (при наличии), для определения допустимой высоты хода понтона;

f) минимальные расстояния от понтона до всех встроенных элементов оборудования по всей высоте его хода;

g) размер, положение и вертикальность патрубков в крыше резервуара;

h) возможность доступа для установки деталей в понтон;

i) области с допустимыми неровностями на сварных швах и участках поверхности стенки резервуара;

j) подробные данные о расположенных внутри элементах оборудования, например мешалок или шлангов для нагрева и охлаждения (см. приложение Р).

С.4.2 Контроль, испытания и установка понтона

С.4.2.1 Поставщик понтона в месте установки должен проконтролировать все детали на наличие повреждений в результате хранения и перевозки. Выявленные повреждения должны быть устранены поставщиком перед установкой до выполнения всех требований заказчика.

С.4.2.2 Поставщик или субподрядчик должны представить заказчику на согласование описание метода установки, если это согласование до момента установки не было оформлено в письменном виде.

С.4.2.3 Поставщик несет ответственность за то, что все части понтона будут размещены в резервуаре.

С.4.2.4 Понтон следует устанавливать в горизонтальном положении. Особая тщательность требуется для того, чтобы ограничить до минимума деформации или отклонения формы (отклонения от изгиба) вследствие сварочных работ или по другим причинам. Расстояние от борта понтона до стенки резервуара должно быть одинаковым и соответствовать требованиям к уплотняющему затвору (см. С.3.3.3).

Примечание — При укладке настила крыши резервуаров с понтонами из легких металлов необходимо избегать волнообразования.

С.4.2.5 Возможность доступа для проведения контрольных и технических работ должна быть обеспечена посредством смотрового люка в стенке резервуара и люках понтонов.

С.4.3 Испытания

С.4.3.1 После установки понтона должен быть проведен визуальный контроль днища резервуара.

С.4.3.2 После установки проводят испытание понтона на плавучесть и работоспособность по всему диапазону хода понтона.

Примечание — Это испытание может быть проведено совместно с гидравлическим испытанием (см. 18.13).

С.4.3.3 Резервуар заполняют, при этом следят за тем, чтобы понтон и затвор перемещались без заклинивания, перекашивания и препятствий по всей расчетной высоте ее хода.

С.4.3.4 Понтон не должен иметь видимых признаков негерметичности. Установленные при испытании места негерметичности должны быть устранены.

С.4.3.5 Необходимо учитывать повреждения от коррозии вследствие несовместимости материалов понтона, испытательной жидкости и материала стенки резервуара.

С.4.3.6 Электрическое сопротивление измеряют в соответствии с С.3.2.7. Выбор прибора, применяемого для испытания, должен быть согласован (см. А.1 приложения А).

С.5 Документация

Руководства по эксплуатации и информация по возможным ограничениям должны быть предоставлены в письменной форме (см. А.8 приложения А).

Приложение D
(обязательное)

Требования к плавающим крышам

D.1 Общие положения

Плавающие крыши предназначены для расположения на жидких продуктах в открытом резервуаре. Они лежат всей своей поверхностью на уровне жидкости.

D.2 Конструктивные типы плавающих крыш

В настоящем приложении рассмотрены следующие конструктивные типы крыш:

a) одноярусная плавающая крыша с кольцевыми коробами — состоит из плавающей на поверхности жидкости стальной мембраны (деки) и кольцевого короба, расположенного по периметру и разделенного переборками на герметичные отсеки;

b) двухъярусная плавающая крыша — состоит из верхней и нижней дек; нижняя дека находится в контакте с поверхностью жидкости; лист борта и переборки между обеими деками образуют герметичные отсеки;

c) одноярусная плавающая крыша с кольцевыми и дополнительными коробами — состоит из плавающей на поверхности жидкости стальной мембраны (деки), на которой расположены дополнительные плавающие короба, и кольцевого короба, расположенного по периметру и разделенного переборками на герметичные отсеки.

Примечание — Типовые примеры показаны на рисунке D.1.

Требования для других конструктивных типов крыш должны быть согласованы (см. А.2 приложения А).

D.3 Конструктивное исполнение

D.3.1 Общие требования

D.3.1.1 При расчете плавающих крыш должны быть учтены следующие пункты:

- климатические условия, температура, дождь, снег, ветер и т. д.;
- размеры резервуара;
- допуски на ожидаемую осадку фундамента, кольцевой зазор и вид уплотняющего затвора;
- тип и характеристики хранимого продукта (плотность, температура и т. д.);
- материалы;
- скорость заполнения и опорожнения, а также значения максимальной пропускной способности;
- самая низкая точка, до которой может опускаться крыша;
- наличие мешалок;
- наличие нагревательных элементов;
- применение оборудования для индикации уровня и отбора проб, а также устройств аварийной сигнализации;
- вид висячей лестницы;
- кабель для отведения статического электричества.

D.3.1.2 Крышу рассчитывают для плавающего состояния, если не согласовано иное (см. А.1 приложения А).

D.3.1.3 Крыша должна опускаться на опоры только для технического обслуживания, контроля или испытаний.

D.3.1.4 Плавающие крыши и элементы оборудования должны быть рассчитаны и сконструированы таким образом, чтобы плавающая крыша без повреждений стальной конструкции могла подняться до высоты расположения переливных устройств и затем опуститься в нормальное плавучее положение, если не согласовано иное (см. А.2 приложения А). Это условие действительно как для эксплуатации, так и для гидравлического испытания.

D.3.1.5 При использовании ветрового ограждения или надстройки стенки резервуара для опирания уплотняющего затвора при самом высоком положении крыши в верхней части стенки резервуара выше номинального уровня жидкости должны быть предусмотрены переливные устройства.

D.3.1.6 Толщина листов всех частей плавающей крыши должна быть не менее 5 мм.

D.3.2 Расчетные предпосылки для обеспечения плавучести

D.3.2.1 Одноярусная плавающая крыша с кольцевыми коробами

Минимальный объем короба и его отсеков должен быть достаточным для обеспечения плавучести крыши на жидкости плотностью 0,7 при следующих условиях:

a) два соседних отсека и центральная мембрана негерметичны, система водоспуска не работает;

b) на крыше находится слой дождевой воды высотой 250 мм по всей площади крыши, при этом нагрузка сконцентрирована на центральной мембране, все отсеки и центральная мембрана повреждений не имеют, водоспуск не работает.

D.3.2.2 Двухъярусная плавающая крыша

Минимальный объем короба и его отсеков должен быть достаточным для обеспечения плавучести крыши на жидкости плотностью 0,7 при следующих условиях:

a) два соседних отсека негерметичны, водоспуск не работает;

b) на крыше находится слой дождевой воды высотой 250 мм, водоспуск не работает;

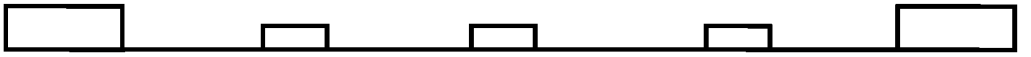
c) в качестве альтернативы допускается проектировать плавающую крышу для нагрузок, которые меньше указанных в перечислении b). Однако необходимым для этого условием является наличие аварийного водоспуска (см. D.3.9), который отводит излишнее количество дождевой воды непосредственно в хранимый продукт.



a) Одноярусная плавающая крыша с кольцевыми коробами



b) Двухъярусная плавающая крыша



c) Одноярусная плавающая крыша с кольцевыми и дополнительными коробами

Рисунок D.1 — Типовые примеры плавающих крыш

D.3.2.3 Одноярусная плавающая крыша с кольцевыми и дополнительными коробами

Комбинированный минимальный объем поплавков (т. е. сумма объемов кольцевого короба по краю и дополнительных коробов) должен быть достаточным для обеспечения плавучести крыши на жидкости плотностью 0,7 при следующих условиях:

a) центральная мембрана негерметична:

- два соседних короба на центральной мембране негерметичны;
- два соседних отсека кольцевого короба негерметичны;
- один отсек кольцевого короба и один соседний дополнительный короб негерметичны, водоспуск не работает;

b) ра крыше находится слой дождевой воды высотой 250 мм, по всей площади крыши, при этом нагрузка сконцентрирована на центральной мембране, все отсеки кольцевого короба и дополнительные короба повреждений не имеют, основной водоспуск не работает.

D.3.2.4 Альтернативный вариант нагрузки

Если плавающую крышу проектируют для определенной плотности определенного хранимого продукта или для количества дождевой воды, отличающегося от установленного в D.3.2.1—D.3.2.3, это должно быть согласовано специально (см. A.2 приложения A) .

D.3.3 Несущая способность

Плавающая крыша должна быть рассчитана таким образом, чтобы она могла выдержать следующие нагрузки:

a) установленные в D.3.2 требования к плавучести;

b) в положении на опорах полезную нагрузку 1,2 кН/м^2 или другую по согласованию (см. A.2 приложения A).

В полезную нагрузку не входит нагрузка от веса дождевой воды, но полезная нагрузка может быть принята более высокой, чтобы учесть значения нагрузок с некоторым запасом.

D.3.4 Устойчивость крыши под действием ветровой нагрузки

Если резервуары сооружают в области, где ветровые нагрузки могут вызвать усталостные явления в сварных швах центральной мембраны, то метод расчета и конструктивный тип крыши для резервуаров диаметром 50 м и выше должны быть установлены заказчиком (см. A.1 приложения A).

В других случаях усталостные нагрузки, вызванные воздействием ветра, не учитывают.

D.3.5 Смотровые люки в отсеках и коробах

На всех отсеках и коробах должны быть предусмотрены смотровые люки с водонепроницаемой крышкой. Крышки люков должны иметь такую конструкцию, чтобы они снова закрывались, если были подняты порывом ветра, и не могли быть оторваны при расчетных воздействиях ветра.

Верхний край обечайки люка следует располагать на такой высоте, чтобы при установленных в D.3.2 условиях вода не могла попасть в короб или отсек.

D.3.6 Смотровой люк в плавающей крыше

Для вентиляции и доступа обслуживающего персонала внутрь резервуара, когда из резервуара удален продукт, в плавающей крыше должен быть предусмотрен минимум один смотровой люк.

Необходимость устройства дополнительных смотровых люков должна быть установлена заказчиком (см. А.1 приложения А).

Смотровой люк в крыше должен иметь внутренний диаметр минимум 600 мм и крышку на болтах с уплотнением.

D.3.7 Устройства для центровки и предотвращения вращения

В конструкции должны быть предусмотрены устройства для центровки и предотвращения вращения плавающей крыши.

Эти устройства должны выдерживать боковые силы, вызываемые направляющими крыши, неравномерно распределенной ветровой нагрузкой, ветровыми нагрузками и т. д.

D.3.8 Водоспуск с плавающей крыши

D.3.8.1 Общие положения

D.3.8.1.1 Для слива воды с плавающей крыши следует использовать систему со шлангом или шарнирной трубой, если не установлено иное (см. А.1 приложения А).

D.3.8.1.2 Сливное оборудование плавающей крыши должно оставаться работоспособным при всех условиях эксплуатации плавающей крыши.

D.3.8.1.3 Дренаж посредством сифона для одноярусных плавающих крыш с кольцевыми коробами не допускается.

D.3.8.1.4 Пропускную способность водоспуска рассчитывают как функцию указанного в спецификации максимального количества осадков и для самого нижнего положения плавающей крыши.

D.3.8.1.5 Минимальный диаметр водоспуска для всех типов плавающих крыш должен составлять:

- 75 мм для крыш диаметром менее 30 м;
- 100 мм для крыш диаметром от 30 до 60 м;
- 150 мм для крыш диаметром более 60 м.

D.3.8.1.6 Для предотвращения попадания на крышу хранимого продукта в случае негерметичности шланга или шарнирной трубы система со шлангом или шарнирной трубой одноярусной плавающей крыши с кольцевыми коробами непосредственно в месте подключения к крыше водоспуска должна иметь обратный клапан.

D.3.8.1.7 Установка оборудования для водоспуска должна включать в себя также установку и при необходимости замену всей арматуры, требуемой для его функционирования.

D.3.8.1.8 При необходимости двухъярусные плавающие крыши оснащают открытым водоспуском (см. А.1 приложения А).

D.3.8.2 Шланг для водоспуска

Перегиб или защемление шланга под опорами крыши должны быть предотвращены посредством соответствующих мероприятий.

Примечание — Рекомендуется устанавливать шланги для водоспуска таким образом, чтобы их замену можно было проводить без попадания внутрь резервуара.

D.3.8.3 Шарнирная труба водоспуска

Вращающийся шарнир трубы водоспуска должен быть герметичным для предотвращения попадания воды в хранимый продукт и хранимого продукта в воду.

D.3.9 Аварийный водоспуск

D.3.9.1 Установка аварийных водоспусков на одноярусных плавающих крышах с кольцевыми коробами не допускается, так как уровень хранимого продукта в резервуаре всегда выше уровня дождевой воды на центральной мембране.

D.3.9.2 Для двухъярусных крыш аварийный водоспуск устанавливают в самой низкой точке верхней деки, чтобы дождевая вода могла отводиться напрямую в хранимый продукт (см. D.3.2.2). Эти водоспуски проектируют таким образом, чтобы хранимый продукт не мог попасть на крышу.

D.3.10 Сливное устройство

D.3.10.1 Около центра крыши должно быть предусмотрено закрываемое сливное устройство, чтобы при опущенной на стойки крыше дождевая вода могла отводиться внутрь резервуара.

D.3.10.2 Размер отверстия закрываемого сливного устройства зависит от указанного в спецификации количества осадков (см. D.3.1).

D.3.10.3 При вводе крыши в эксплуатацию сливное устройство закрывают и блокируют от случайного открывания.

D.3.11 Вентиляционное оборудование

D.3.11.1 Должны быть указаны как максимальная скорость заполнения и опорожнения резервуара, так и любые специальные требования к вентиляционному оборудованию (см. А.1 приложения А).

D.3.11.2 Если ожидаются перегрузки плавающей крыши или уплотняющего затвора, должны быть приняты меры предосторожности для установки вентиляционного оборудования на мембране плавающей крыши и при необходимости на краевых листах плавающей крыши.

D.3.11.3 Вентиляционные окна или клапаны должны обеспечивать отток воздуха или газа, которые находятся под крышей и затвором при первом заполнении, а также приток воздуха при откачивании продукта, когда крыша опущена на опорные стойки.

D.3.11.4 Должен быть обеспечен отвод любых избытков пара, которые в некоторых обстоятельствах могут накапливаться в ходе эксплуатации под кольцевым пространством.

D.3.11.5 Механизм открывания вентиляционных люков должен быть регулируемым, чтобы его эффективность можно было адаптировать для различной высоты опорных стоек крыши.

D.3.12 Уплотняющие затворы

Уплотняющие затворы для плавающих крыш должны соответствовать требованиям приложения Е.

D.3.13 Опорные стойки крыши

D.3.13.1 Плавающие крыши должны быть оснащены опорными стойками. Стойки и их крепления должны быть спроектированы таким образом, чтобы они выдерживали нагрузку как от веса крыши, так и дополнительные нагрузки в соответствии с D.3.3 b).

Примечание — При таких нагрузках не учитываются ни влияние хранимого продукта, ни возможные последствия частого опускания крыши (см. D.3.1).

D.3.13.2 Опоры должны быть рассчитаны и сконструированы таким образом, чтобы хранимый продукт не мог попасть на плавающую крышу, нагруженную максимальным количеством осадков, а пары хранимого продукта не выходили в случае, когда центральная мембрана плавающей крыши с кольцевыми коробами поднимается под давлением паров от поверхности жидкости.

D.3.13.3 Если предусмотрены переборки или усиливающие листы, то нагрузки от веса крыши должны передаваться в опорные стойки через эти детали.

D.3.13.4 Нагрузки, создаваемые опорными стойками на днище резервуара, распределяют с помощью подходящих способов, например усиливающих накладок. Эти накладки приваривают сплошным швом к листам днища. Если лист выступает над угловым швом нахлесточного соединения листов днища, разность высоты днища компенсируют полностью приваренными компенсационными накладками.

D.3.13.5 В полых стойках в нижнем конце должны быть выполнены сливные отверстия.

D.3.13.6 Если высота опускания плавающей крыши предусмотрена регулируемой, то регулировку опоры следует осуществлять с верхней стороны плавающей крыши.

D.3.13.7 Для эксплуатации и очистки плавающей крыши должны быть установлены значения высоты (см. А.1 приложения А).

D.3.13.8 Изготовитель должен гарантировать, что плавающая крыша в самом низком положении не столкнется с деталями оборудования (например, мешалки, трубы и подающих патрубков).

D.3.14 Устройство для измерения уровня

Плавающие крыши должны быть снабжены плотно закрывающейся крышкой люка для ручного измерения уровня или плотно закрывающимся колпаком при наличии патрубка для измерения уровня, которые соответствуют спецификации заказчика (см. А.1 приложения А) или стандарту изготовителя.

D.3.15 Висячая лестница

D.3.15.1 Плавающая крыша должна быть оснащена висячей лестницей со ступенями или перекладинами для обеспечения доступа на крышу в любое время, если не установлено иное (см. А.1 приложения А).

D.3.15.2 Ступени висячей лестницы при любой позиции крыши должны автоматически занимать горизонтальное положение.

D.3.15.3 С обеих сторон висячей лестницы должны быть предусмотрены перила.

D.3.15.4 Минимальная несущая способность ступеней или перекладин должна соответствовать ЕН ИСО 14122.

D.3.15.5 Висячая лестница должна быть достаточной для всего хода и поэтому не может быть применена для резервуаров, высота которых равна или больше их диаметра.

D.3.15.6 Лестница должна быть рассчитана на вертикальную сосредоточенную нагрузку минимум 5 кН (500 кгс), приложенную к центру, при одновременно действующей в любом направлении максимальной ветровой нагрузке. Для длинных лестниц необходимо обращать внимание на жесткость при кручении и вибрацию, вызванную ветровой нагрузкой, которые могут привести к провисанию лестницы.

D.3.15.7 Направляющие висячей лестницы следует располагать на достаточной высоте над плавающей крышей, чтобы предотвратить провисание лестницы под действием снега или дождя.

Примечание — Для длинных и тяжелых лестниц, как правило, необходимо особо учитывать ширину направляющих и сопротивление качения роликов.

D.3.16 Кабель заземления

Плавающие крыши должны быть оснащены кабелями заземления: для резервуаров диаметром до 20 м включительно минимум двумя кабелями, для резервуаров диаметром свыше 20 м — минимум четырьмя кабелями.

Примечание — Кабель заземления должен иметь поперечное сечение минимум 50 мм^2.

D.3.17 Кольцевой барьер для удержания пены

D.3.17.1 Кольцевой барьер из листов с вертикальными элементами жесткости устанавливают на расстоянии примерно 1,0 м от стенки резервуара на кольцевом коробе плавающей крыши для подачи и распределения огнегасящей пены, подаваемой при пожаре в зону кольцевого зазора.

D.3.17.2 Высоту кольцевого барьера следует определять таким образом, чтобы верхний край барьера был выше уплотняющего затвора на 200 мм.

D.3.17.3 В нижней части барьера следует предусматривать дренажные отверстия для стока воды в водосток крыши.

Примечание — В области пеноотражающих листов высота кольцевого барьера для удержания пены при необходимости может быть увеличена для предотвращения перелива пены.

D.4 Изготовление элементов крыши на заводе

Допуски на детали плавающей крыши, изготовляемые в заводских условиях, назначают таким образом, чтобы можно было гарантировать точность размеров при конечном монтаже крыши. Если установлено (см. А.1 приложения А), на заводе проводят пробную сборку и испытание.

D.5 Маркировка, упаковка, погрузка и транспортирование

D.5.1 При выполнении маркировки, упаковки, погрузки и транспортировании необходимо следовать указаниям 14.10—14.11.

D.5.2 При выполнении ремонтов после повреждений на заводе необходимо следовать указаниям 15.5.

D.6 Монтаж

D.6.1 Монтаж следует выполнять в соответствии с 15.1.

Примечание — Опасность возможных деформаций и потери устойчивости требует особой осторожности при монтаже, сборке и сварке плавающих крыш; эти работы могут быть проведены или на дне резервуара, или с помощью предварительно установленных опор.

D.6.2 Конечные размеры плавающей крыши должны быть согласованы с отклонениями размеров стенки резервуара (см. 15.7) и установленной изготовителем затвора рабочей шириной уплотняющего затвора (см. приложение Е).

D.7 Сварка

D.7.1 Общие положения

D.7.1.1 Сварочные работы следует проводить аттестованными сварщиками по технологиям, установленным изготовителем плавающей крыши.

D.7.1.2 Монтажное предприятие посредством выбора подходящего метода монтажа и последовательности выполнения сварочных работ должно гарантировать, что деформация и коробление плавающей крыши будут ограничены до требуемого минимума.

D.7.1.3 Листы плавающей крыши следует сваривать с нахлестом минимум 25 мм и только с верхней стороны. Исключениями являются плавающие крыши с покрытием изнутри, для которых листы сваривают с обеих сторон.

D.7.2 Опорные стойки крыши

Нахлесточные швы на центральной мембране плавающих крыш вокруг опорных стоек должны быть сварены с обеих сторон на расстоянии 200 мм.

Опорные стойки крыши располагают на листах переборок и элементах жесткости.

D.7.3 Листы переборок

Расположенные внутри листы переборок для обеспечения их герметичности должны быть приварены односторонним угловым швом минимум по нижнему краю и вертикальным сторонам. Кроме того, для каждой второй переборки выполняют сплошной угловой шов по верхнему краю переборки.

Для обеспечения герметичности углы листов переборок, которые были укорочены для выполнения продольных угловых швов, должны быть заполнены при сварке.

D.8 Контроль и испытания

D.8.1 Сварные швы

Все сварные швы на плавающей крыше, секторах и герметичных коробах подвергают контролю проникающими веществами (см. 18.6) или контролю герметичности вакуумом (см. 18.8).

Все дефекты швов должны быть отремонтированы, затем швы подвергают повторному контролю.

D.8.2 Герметичные короба

D.8.2.1 Герметичные короба и отсеки подвергают испытанию давлением, если их конструкция это позволяет. При этом в каждом коробе или отсеке во время испытания должно быть создано избыточное давление минимум 7 мбар (0,0007 МПа).

D.8.2.2 Сварные швы покрывают пенообразующим раствором, который используется при течеискании с использованием вакуумной камеры (см. 18.5).

D.8.2.3 Если вследствие особенностей конструкции испытание давлением невозможно, все сварные швы подвергают контролю проникающими веществами (см. 18.6).

D.8.3 Испытания

Изготовитель должен проконтролировать следующее:

a) надлежащее расположение и проведение сварки для усиливающих листов днища;

b) высота и расположение опорных стоек крыши на предмет того, что крыша в нижнем положении не касается элементов оборудования на днище или стенке резервуара;

c) соответствие кольцевого зазора между краем плавающей лестницы и стенкой резервуара положениям D.3.1, D.3.12 и D.6. Такой контроль проводят при заполнении резервуара водой при самом низком, среднем и максимально возможном уровне жидкости, а именно в точках по периметру, удаленных друг от друга на расстояние от 8 до 10 метров;

d) расположение гибких, подвижных или жестких частей водоспуска на предмет того, что они не наталкиваются на другие элементы оборудования или опорные стойки крыши;

e) наличие сливных устройств для воды на случай установки кольцевого барьера для удержания пены;

f) настройки высоты опор, герметичность коробов и мембраны, герметичность и свободная подвижность плавающей крыши в плавающем состоянии;

g) установку и крепление оборудования для заземления.

D.8.4 Водоспуски

Изготовитель плавающей крыши после установки водоспусков в присутствии инспектора проводит гидравлическое испытание на герметичность. Значение испытательного давления устанавливается изготовителем водоспуска.

D.9 Документация

Руководства по эксплуатации и информация по возможным ограничениям должны быть предоставлены изготовителем плавающей крыши в письменной форме.

Приложение Е
(обязательное)

Требования к уплотняющему затвору для плавающих крыш

Е.1 Общие положения

Резервуары с плавающей крышей должны быть оборудованы уплотняющим затвором для минимизации потерь от испарения.

Уплотняющие затворы согласно приложению Е допускается применять для плавающих крыш (см. С.3.3.3 приложения С), если это установлено (см. А.1 приложения А).

Примечание — Необходимо соблюдать положения [13].

Е.2 Проектирование и расчет

Е.2.1 Уплотняющий затвор между плавающей крышей и стенкой резервуара должен позволять беспрепятственное движение вверх и вниз плавающей крыши в резервуаре.

Е.2.2 Уплотняющий затвор должен предотвращать улетучивание паров хранимого продукта и проникновение дождевой воды в резервуар.

Е.2.3 Уплотняющий затвор следует проектировать с учетом характеристик и температуры хранимого продукта.

Е.2.4 Уплотняющий затвор должен:

- выдерживать трение по стенке резервуара;
- быть устойчивым относительно хранимого продукта в резервуаре;
- компенсировать допуски на изготовление стенки резервуара и плавающей крыши;
- допускать горизонтальные движения плавающей крыши в определенных границах;
- компенсировать деформации резервуара вследствие изменения климатических условий.

Е.2.5 Для достижения максимальной эффективности нижняя часть уплотняющего затвора около стенки должна быть погружена в хранимый продукт.

Примечание — Уплотнительные элементы из металла, которые полностью закрывают кольцевой зазор, должны быть снабжены соответствующими отверстиями для проникновения противопожарной пены.

Е.2.6 Все металлические части уплотняющего затвора должны быть заземлены, все неметаллические части должны обладать антистатическими свойствами. Предпочтительно применять металлы с низкой склонностью к искрообразованию и коррозии.

Е.2.7 Магниевые сплавы, медь и медные сплавы использовать не допускается.

Е.3 Конструктивные типы затворов

Наиболее часто применяемые уплотняющие затворы можно разделить на следующие группы:

a) отдельные первичные затворы:

- затворы со скользящими листами;
- пружинные профильные затворы;
- жидкостные затворы;
- упругие затворы с заполнителем из пеноматериала;

b) отдельные вторичные затворы:

- пружинные вторичные затворы с эластомерными профилями, набивкой из мягкого пеноматериала или адсорбирующей воду войлочной набивки в качестве контактного элемента;
- вторичные затворы типа Compression Plate с эластомерными профилями и набивкой из мягкого пеноматериала в качестве контактного элемента;

c) губчатые затворы (манжеты) из эластомеров или эластичных элементов из пеноматериала;

d) комбинированные первичные и вторичные затворы:

- конструктивные элементы отдельных первичных и вторичных затворов в данном случае объединены в общую конструкцию с одним или двумя уплотняющими элементами по краю плавающей крыши.

Е.4 Защитные козырьки

Для защиты неметаллических частей затвора плавающей крыши от солнечных лучей, погодных воздействий и попадающих внутрь резервуара предметов, а также для отведения дождевой воды на плавающую крышу устанавливают защитные козырьки, если не указано иное (см. А.1 приложения А).

Е.5 Применение и технические детали уплотняющих затворов

Е.5.1 Затворы со скользящими листами

Затворы со скользящими листами применяют или самостоятельно, или в сочетании с вторичными затворами.

Примечание 1 — Затворы со скользящими листами пригодны для резервуаров, в которых хранят нефтепродукты или химически агрессивные жидкости.

Примечание 2 — Для резервуаров с сырой нефтью целесообразно применение скребка на нижнем крае скользящего листа.

Примечание 3 — Скользящие листы обычно имеют высоту плавающей крыши. В комбинации с вторичным затвором допускается применение скользящих листов меньшей высоты.

Примечание 4 — Типовой пример показан на рисунке Е.1 a).

Скользящие листы должны быть заземлены через плавающую крышу.

Е.5.2 Пружинные первичные затворы

Пружинные первичные затворы комбинируют с вторичными затворами.

Примечание 1 — Достаточное уплотняющее действие достигается только при наличии погружного гидравлического затвора.

Примечание 2 — Типовой пример показан на рисунке Е.1 b).

Для определения конструктивной высоты первичного затвора необходимо учитывать максимальную высоту хода плавающей крыши.

Е.5.3 Жидкостные первичные затворы

Жидкостные первичные затворы следует изготовлять из износостойкого шланга, который при необходимости наполняется незамерзающей жидкостью, керосином или хранимым продуктом.

Нижняя часть затвора должна быть погружена в хранимый продукт для обеспечения хорошего уплотняющего действия.

Примечание 1 — Условиями для применения жидкостных первичных затворов являются удовлетворительный изгиб стенки резервуара и гладкость сварных швов.

Примечание 2 — Жидкостные затворы мало способствуют центровке плавающей крыши, их заполнение нужно часто контролировать.

Примечание 3 — При работах, связанных с высокой температурой, в пустом резервуаре может потребоваться слить жидкость из затвора.

Примечание 4 — Типовой пример показан на рисунке Е.1 c).

Е.5.4 Первичные затворы с заполнителем из пеноматериала

Первичные затворы с заполнителем из пеноматериала состоят из износостойкой оболочки затвора, из которой формируется округлая камера, заполненной мягким заполнителем из пеноматериала, а также прижимающего элемента.

Хорошее уплотняющее действие достигается только в том случае, когда прижимающий элемент обеспечивает постоянный контакт затвора с хранимым продуктом.

Примечание 1 — При перемещении плавающей крыши и сильном трении между затвором и стенкой резервуара из-за вертикального смещения уплотняющего элемента постоянный контакт между уплотняющим элементом и хранимым продуктом не может быть достигнут.

Примечание 2 — Первичные затворы с заполнителем из пеноматериала имеют высокое центрирующее усилие и сильное трение.

Примечание 3 — При повреждении оболочки затвора хранимый продукт может попасть в заполнитель из пеноматериала.

Примечание 4 — При работах, связанных с высокой температурой, в пустом резервуаре может потребоваться удалить заполнитель из пеноматериала из затвора.

Примечание 5 — Типовой пример показан на рисунке Е.1 d).

Е.5.5 Пружинные вторичные затворы

Длина пружин должна обеспечивать безупречную работу затвора на максимальной ожидаемой ширине кольцевого зазора.

Примечание 1 — Пружинные вторичные затворы имеют высокую эластичность и центрирующее усилие.

Примечание 2 — Высота необходимого кольцевого барьера для удержания пены и максимальная высота подъема плавающей крыши определяются максимально высокой точкой контакта между вторичным затвором и стенкой резервуара.

Е.5.6 Вторичные затворы типа Compression Plate

Высота плоских пружин должна обеспечивать безупречную работу затвора на максимальной ожидаемой ширине кольцевого зазора.

Примечание 1 — Плоские пружины должны иметь соответствующие отверстия для подачи огнегасящей пены в зону кольцевого зазора.

Примечание 2 — Вторичные затворы типа Compression Plate имеют хорошее центрирующее свойство и защищают неметаллические детали затвора от солнечного излучения и погодных воздействий.

Примечание 3 — Высота необходимого кольцевого барьера для удержания пены и максимальная высота подъема плавающей крыши определяются максимально высокой точкой контакта между вторичным затвором и стенкой резервуара.

Е.5.7 Губчатые затворы (манжеты)

Губчатые затворы (манжеты) изготовляют из замкнутой в кольцо клиновидной или плоской губки из резины или полуэластичного пенополиуретана, которая в виде дуги прижимается к стенке резервуара.

Примечание — Губчатые затворы из резины обычно усиливают прилегающими изнутри или снаружи плоскими пружинами.

Е.5.8 Комбинированные первичные и вторичные затворы

В комбинированных первичных и вторичных затворах к одному узлу присоединяются несколько элементов. Первичная часть уплотнительной системы обычно состоит из затвора со скользящими листами.

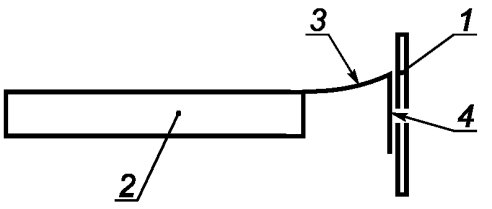
Примечание 1 — Монтажная высота этой уплотнительной системы над краем плавающей крыши может быть выбрана минимальной.

Примечание 2 — Наполненное паром пространство может быть эффективно ограничено погружным элементом затвора.

Примечание 3 — Типовой пример показан на рисунке Е.1 e).

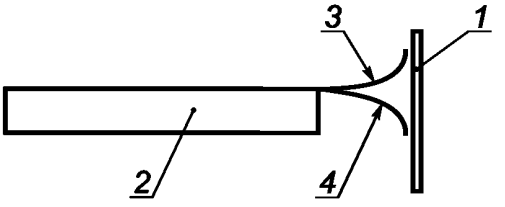
Е.6 Установка

Надлежащая установка уплотняющего затвора имеет большое значение для его функционирования и срока службы, поэтому должна проводиться только квалифицированным персоналом.



a) Затвор со скользящими листами

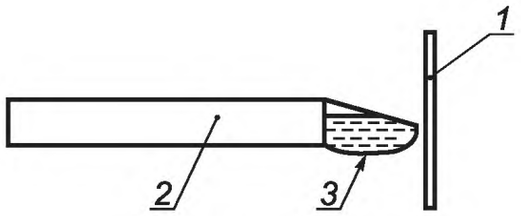
1 — стенка резервуара; *2* — плавающая крыша;
3 — первичный затвор; *4* — скользящий элемент



b) Пружинный первичный затвор и губчатый затвор

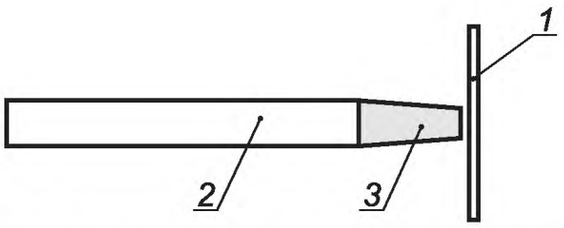
1 — стенка резервуара; *2* — плавающая крыша;
3 — губчатый затвор или вторичный затвор; *4* — губчатый затвор

Рисунок Е.1, лист 1 — Примеры уплотняющих затворов для плавающих крыш



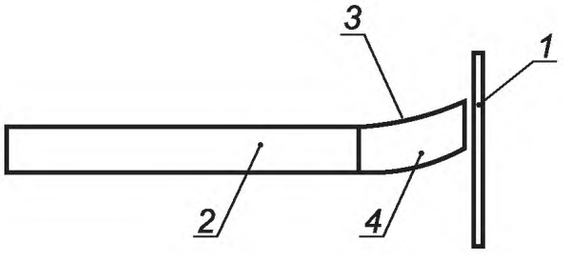
c) Жидкостной затвор

1 — стенка резервуара; *2* — плавающая крыша; *3* — жидкостной затвор



d) Упругий затвор с заполнителем из пеноматериала

1 — стенка резервуара; *2* — плавающая крыша;
3 — затвор с заполнителем из пеноматериала



1 — стенка резервуара; *2* — плавающая крыша;
3 — вторичный затвор; *4* — первичный затвор

Рисунок Е.1, лист 2

Приложение F
(обязательное)

Выбор нелегированных сталей по другим техническим условиям, отличным от указанных в 5.1

F.1 Альтернативные национальные стандарты

Все нелегированные стали листов для изготовления резервуаров в соответствии с настоящим стандартом должны соответствовать требованиям 5.1, если не согласовано иное (см. А.2 приложения А). По согласованию для листов допускается выбирать нелегированные стали в соответствии с действующим на национальном уровне стандартом, если стали также отвечают требованиям настоящего приложения. За выбор подходящей марки стали, которая соответствует этим требованиям, отвечает изготовитель резервуара.

F.2 Общие положения

F.2.1 Определения терминов должны соответствовать ЕН 10025:1992, раздел 3.

F.2.2 Плавка стали допускается основным кислородно-конвертерным способом, в электрических печах или мартеновским способом. Кипящие стали не допускаются.

F.2.3 Допустимые отклонения размеров, исполнение поверхности и характеристики структуры должны соответствовать положениям ЕН 10025:1992, раздел 5, пункты 7.6 и/или 8.9.

F.2.4 Метод испытаний, число образцов, место отбора образцов, а также выбор и подготовка образцов для механических испытаний должны соответствовать ЕН 10025:1992, пункты 8.6 и 8.7.

Испытания на ударный изгиб следует проводить на поперечных образцах, у которых длинная сторона ориентирована поперек, параллельно прокатке листов.

F.2.5 Свидетельства приемного контроля должны соответствовать 5.1.1 настоящего стандарта. Маркировка должна соответствовать ЕН 10025:1992, пункт 9.1.

F.3 Химический состав

F.3.1 Химический состав по анализу плавки должен соответствовать положениям таблицы F.1. Кроме того, должна быть предоставлена информация об анализе плавки вместе с показателями всех элементов, установленных в F.3.2, а также возможных специальных добавок как, например, алюминий, бор, ниобий.

F.3.2 Для листов толщиной более 20 мм углеродный эквивалент, не должен превышать 0,42 %, рассчитанного по показателям анализа плавки по формуле

$$C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Cr + Mo + V)}{5} + \frac{(Ni + Cu)}{15}. \qquad (F.1)$$

Таблица F.1 — Химический состав (анализ плавки)

Предел текучести, Н/мм^2	Химический состав Массовая доля, %																Примечание
	C	Mn	Si	P	S	Nb	V	Al	Cr	Ni	Mo	Cu	H	Cr+Ni Cu+ Mo	Nb+V	CEV	
до 275 вкл.	0,21	1,5	—	0,040	0,040	0,06	0,1	0,07	0,25	0,30	0,20	0,35	0,01	0,80	0,10	0,42	1
свыше 275 до 355 вкл.	0,20	1,6	0,55	0,035	0,035	0,06	0,1	0,07	0,25	0,30	0,20	0,35	0,01	0,80	0,10	0,42	1
свыше 355	0,20	1,6	0,55	0,030	0,030	0,10	0,2	—	—	—	—	—	0,01	—	—	0,42	2

Примечание 1 — Содержание азота может быть повышено до 0,02 %, если Al/N > 2.

Примечание 2 — Другие элементы, например Cr, Ni, Mo, Cu, если они были добавлены непреднамеренно, должны соответствовать требованию от 275 до 355. Если они были добавлены намеренно, предельное содержание должно быть согласовано между производителем стали и изготовителем резервуара.

F.4 Механические характеристики

F.4.1 Механические характеристики определяют в соответствии с F.2.4, они должны удовлетворять требованиям F.4.2—F.4.6.

F.4.2 Если расчетная температура стенки выше 100 °С, значения пределов текучести при повышенной температуре должны соответствовать значениям таблицы 6.

Другие марки стали, для которых в стандарте на материал не установлено значение предела текучести при повышенной температуре, также допускается использовать при условии, что фактическое значение для каждой плавки поставляемого материала подтверждено изготовителем стали в соответствии с ЕН 10002-5.

Результаты испытаний должны быть занесены в свидетельство о прохождении приемочных испытаний 3.1В по ЕН 10204:2004.

F.4.3 Если максимальная расчетная температура стенки превышает 250 °С, следует применять стали, для которых подтверждена их нечувствительность к старению. Метод подтверждения должен быть согласован (см. А.5 приложения А).

F.4.4 Для сталей с минимальным значением предела текучести меньше или равным 275 Н/мм^2 действуют следующие положения:

a) минимальное значение прочности на растяжение не должно быть больше 460 Н/мм^2;

b) при длине измерения 80 мм относительное удлинение при разрыве не должно быть меньше 20 %;

c) если требуется испытание на ударный изгиб, должны быть выполнены требования F.5.2.1—F.5.2.4.

F.4.5 Для сталей с минимальным значением предела текучести больше 275 Н/мм^2 и меньше 355 Н/мм^2 действуют следующие положения:

a) минимальное значение прочности на растяжение не должно быть больше 510 Н/мм^2;

b) при длине измерения 80 мм относительное удлинение при разрыве не должно быть меньше 20 %;

c) если требуется испытание на ударный изгиб, должны быть выполнены требования F.5.2.2.

F.4.6 Для сталей с минимальным значением предела текучести больше 355 Н/мм^2 действуют следующие положения:

a) минимальное значение прочности на растяжение не должно быть больше 600 Н/мм^2;

b) при длине измерения 80 мм относительное удлинение при разрыве не должно быть меньше 19 %;

c) если требуется испытание на ударный изгиб, должны быть выполнены требования F.5.2.3.

F.5 Испытание на ударный изгиб

F.5.1 Общие положения

F.5.1.1 Если необходимо для выполнения требований настоящего стандарта, испытания на ударный изгиб проводят согласно ЕН 10045-1 в соответствии со стандартом на лист.

F.5.1.2 Требуемое значение характеристик ударной вязкости на основании поглощенной энергии, затраченной на разрушение образца с V-образным надрезом по Шарпи, для листов определяют на основании среднего результата испытаний трех образцов. Самое низкое отдельное значение для образцов не должно быть меньше 70 % установленного среднего значения.

F.5.1.3 Если требуются образцы с уменьшенным поперечным сечением, испытывают образцы с поперечным сечением 10 × 5 мм, и эти образцы должны иметь значение поглощенной энергии, равное 50 % значения, требуемого для образца шириной 10 мм.

F.5.1.4 Если толщина листа позволяет, следует применять образцы с поперечным сечением 10 × 10 мм.

F.5.2 Характеристика ударной вязкости на основании поглощенной энергии

F.5.2.1 Подтверждение характеристики ударной вязкости на основании поглощенной энергии листов проводят в соответствии с требованиями стандарта, который распространяется на данный продукт. Если требуется подтверждение характеристики ударной вязкости на основании поглощенной энергии, температура испытаний и значения поглощенной энергии должны удовлетворять соответствующим требованиям F.5.2.2—F.5.2.4.

F.5.2.2 Подтверждение характеристики ударной вязкости на основании поглощенной энергии не требуется для листов днища, за исключением листов окрайки, и листов крыши.

F.5.2.3 Подтверждение характеристики ударной вязкости на основании поглощенной энергии не требуется для листов окрайки, если такое подтверждение не требуется для прилегающих к ним листов.

F.5.2.4 Подтверждение характеристики ударной вязкости на основании поглощенной энергии не требуется для листов стенки и прилегающих к ним элементов конструкции, если минимальная расчетная температура стенки и толщина листов лежат в пределах, указанных в таблице F.2.

Примечание — Для листов крыши подтверждение характеристики ударной вязкости на основании поглощенной энергии обычно не требуется, однако может потребоваться для крыш резервуаров с очень высоким давлением, которые изготовлены из листов толщиной выше 6 мм (см. рисунок 1).

Таблица F.2 — Условия отказа от подтверждения характеристики ударной вязкости на основании поглощенной энергии

Минимальная расчетная температура стенки, °С	Толщина, мм
10 и выше	до 20 вкл.
0 и выше	до 13 вкл.
–10 и выше	до 10 вкл.
До –10	до 6 вкл.

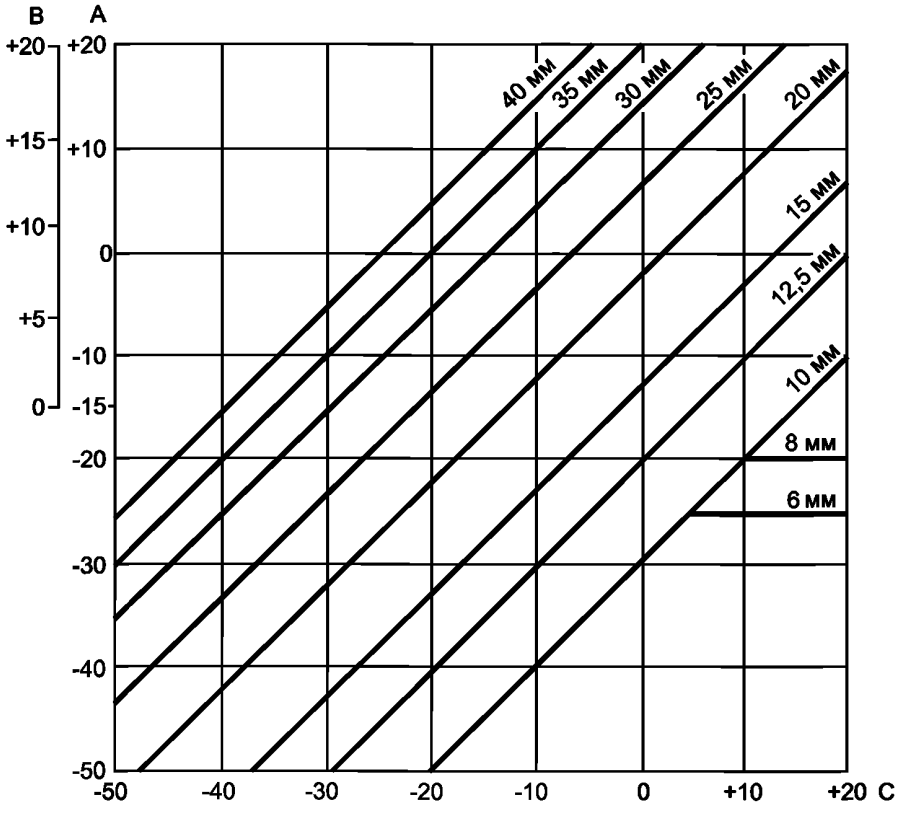
F.5.2.5 Если требуется подтверждение характеристик ударной вязкости на основании поглощенной энергии, стали с минимальным значением предела текучести, меньшим или равным 275 Н/мм^2, должны иметь значение поглощенной энергии, затраченной на разрушение образца, не менее 27 Дж при 20 °С или при показанной на рисунке F.1 температуре испытания, в зависимости от того, какая из двух температур ниже.

F.5.2.6 Если требуется подтверждение характеристик ударной вязкости на основании поглощенной энергии, стали с минимальным значением предела текучести, большим 275 Н/мм^2, но меньшим или равным 355 Н/мм^2, должны иметь значение поглощенной энергии, затраченной на разрушение образца, не менее 40 Дж при минус 5 °С или при показанной на рисунке F.1 температуре испытания, в зависимости от того, какая из двух температур ниже.

Примечание — Пересчет установленного значения поглощенной энергии с 27 на 40 Дж допускается на основании отношения 1,3 Дж/°С. Такая экстраполяция ограничена диапазоном ± 10 °С.

F.5.2.7 Если требуется подтверждение характеристик ударной вязкости на основании поглощенной энергии, стали с минимальным значением предела текучести, большим 355 Н/мм^2, должны иметь значение поглощенной энергии, затраченной на разрушение образца, не менее 55 Дж при минус 15 °С или при показанной на рисунке F.1 температуре испытания, в зависимости от того, какая из двух температур ниже.

В миллиметрах



A — минимальная расчетная температура стенки, °C; B — минимальная температура воды при гидравлическом испытании, °C; C — температура испытания на ударный изгиб, °C

Примечание 1 — Промежуточные значения могут быть определены интерполяцией.

Примечание 2 — Температурную шкалу A по ординате применяют для определения минимальной температуры для испытания на ударный изгиб для соответствующей толщины и минимальной расчетной температуры стенки. Вытекающие из шкалы A требования учитывают увеличение надежности, на которое можно рассчитывать в результате гидравлического испытания. Во время первого гидравлического испытания степень надежности относительно хрупкого излома может быть даже ниже, чем при последующем нагружении, и здесь следует проанализировать необходимость применения более консервативных требований шкалы B, если это ведет к установлению более строгих требований к температуре испытаний на ударный изгиб.

Рисунок F.1 — Требования к температуре испытания для подтверждения минимальных значений поглощенной энергии

Приложение G
(справочное)

Рекомендации по обеспечению сейсмостойкости резервуаров для хранения

G.1 Общие положения

G.1.1 В настоящем приложении содержатся рекомендации по расчету сейсмостойкости резервуаров для хранения на основании требований приложения E API 650. Коэффициенты для зон сейсмической опасности, применяемые в API 650, были преобразованы в коэффициенты горизонтальных сил, выраженных как соотношение ускорения свободного падения. Благодаря этому расчеты из API 650 также могут применяться за пределами США.

G.1.2 Необходимо подчеркнуть, что заказчик или местные власти в районах с высокой сейсмической активностью могут потребовать расчета по другим методикам, например [8], или соблюдения дополнительных требований. В этом случае на основании опыта на местах должно быть принято соглашение между заказчиком, местными органами власти и изготовителем, в котором будут учтены действующие в месте строительства требования, необходимая устойчивость, характеристики грунта и т. д.

G.1.3 При установлении требований к безопасности для места строительства проектный расчет должен проводиться по условиям проектного землетрясения (OBE) и максимального расчетного землетрясения (SSE). В случае проектного землетрясения и в случае максимального расчетного землетрясения допустимые напряжения не должны превышать предельной нагрузки по несущей способности.

G.2 Нагрузки и воздействия

G.2.1 Опрокидывающий момент

Вызванный сейсмическими силами опрокидывающий момент на нижнем крае стенки резервуара должен рассчитываться следующим образом:

$$M = \frac{G_1\left(T_t X_s + T_r H_L + T_1 X_1\right) + G_2 T_2 X_2}{102}, \qquad (G.1)$$

где G_1 — коэффициент для горизонтальной силы, выраженный как коэффициент ускорения свободного падения (см. G.2.3.1);

G_2 — коэффициент для горизонтальной силы, выраженный как коэффициент ускорения свободного падения и рассчитанный по G.2.3.2;

H_L — общая высота стенки резервуара, м;

M — опрокидывающий момент, действующий по нижнему краю стенки резервуара, кН·м;

T_1 — вес эффективной массы содержимого резервуара, которая перемещается вместе со стенкой резервуара и определяется согласно G.2.2.1, кг;

T_2 — вес эффективной массы содержимого резервуара, которая перемещается при гидравлическом ударе вследствие вынужденных колебаний и определяется согласно G.2.2.1, кг;

T_r — сумма общего веса крыши резервуара (стационарной или плавающей) и доли снеговой нагрузки при наличии, по указаниям заказчика, кг;

T_t — общий вес стенки резервуара, кг;

X_1 — расстояние от нижнего края стенки резервуара до центра тяжести поверхности, где действует горизонтальная сила T_1, рассчитанная по G.2.2.2, м;

X_2 — расстояние от нижнего края стенки резервуара до центра тяжести поверхности, где действует горизонтальная сила T_2, рассчитанная по G.2.2.2, м;

X_s — расстояние от нижнего края стенки резервуара до центра тяжести резервуара, м.

G.2.2 Эффективная масса содержимого резервуара

G.2.2.1 Эффективные массы T_1 и T_2 (см. G.2.1) могут быть определены умножением T_T на соотношения T_1/T_T или соответственно T_2/T_T, которые принимают по рисунку G.1 для соотношения D/H_T,

где D — диаметр резервуара, м;

H_T — максимальный уровень жидкости резервуара от днища резервуара до переливных устройств, которые ограничивают уровень жидкости, м;

T_T — общий вес содержимого резервуара (на основании удельного веса минимум 1,0), кг.

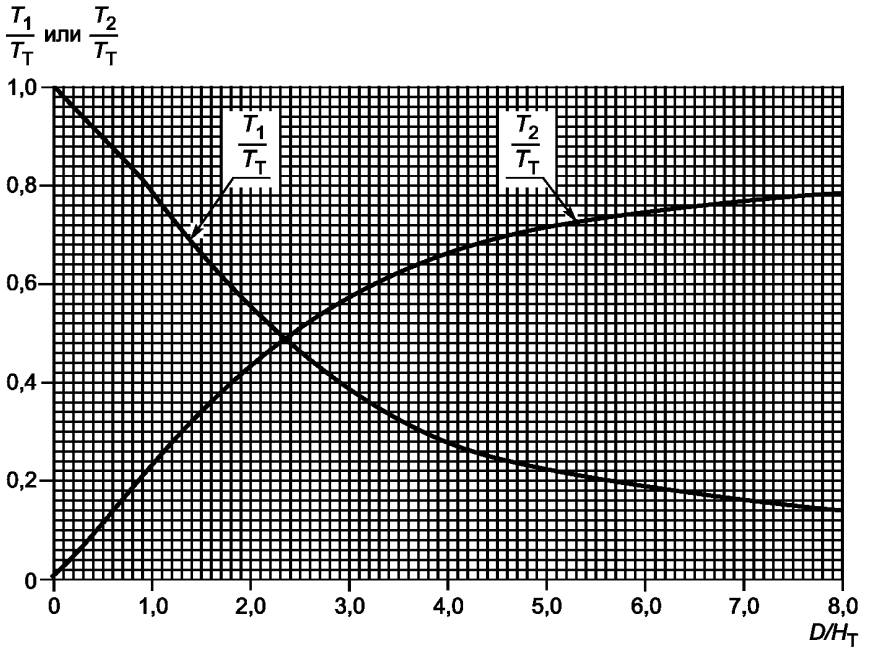


Рисунок G.1 — Эффективные массы

G.2.2.2 Значения высоты H_T и X_2 от нижнего края стенки резервуара до центров тяжести поверхностей, где действуют горизонтальные сейсмические силы T_1 и T_2, могут быть определены умножением H_T на соотношения X_1/H_T или соотношение X_2/H_T, которые принимают по рисунку G.2 для соотношения D/H_T.

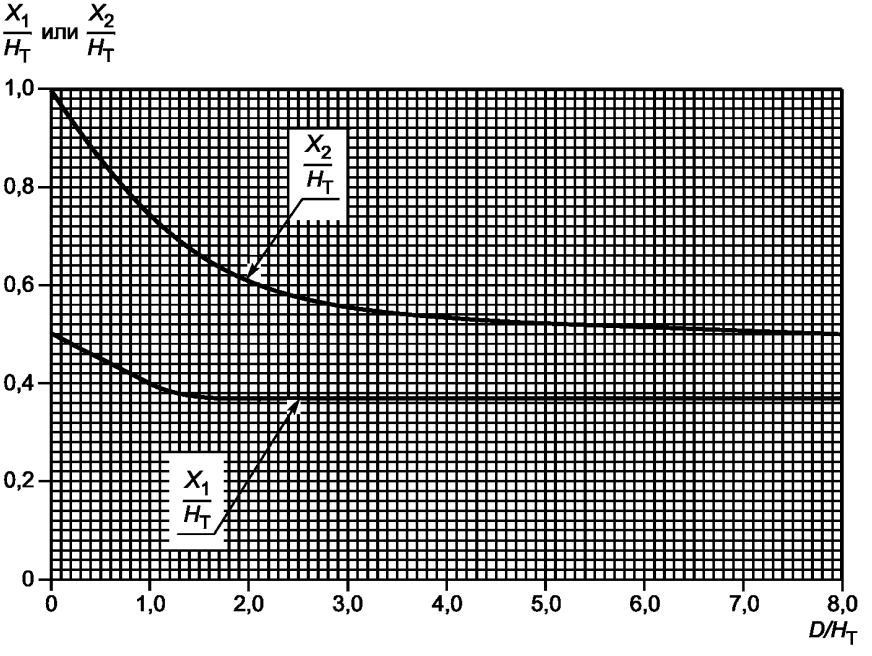


Рисунок G.2 — Центр тяжести поверхности для воздействия горизонтальных сил

G.2.2.3 Кривые на рисунках G.1 и G.2 основываются на модификации уравнений [13].

G.2.3 Коэффициенты боковых сил

G.2.3.1 Коэффициент G_1 устанавливается заказчиком на основании карт сейсмического районирования для рассматриваемого места строительства и указывается как коэффициент ускорения свободного падения.

G.2.3.2 Коэффициент G_2 рассчитывают как функцию G_1 собственного периода T_s вынужденных колебаний гидравлического удара и характеристик грунта в месте строительства по одной из следующих формул (если он не определен по G.2.3.3)

a) для $T_s \le 4,5$:

$$G_2 = \frac{1,25 G_1 j}{T_s}; \quad (G.2)$$

b) для $T_s > 4,5$:

$$G_2 = \frac{5,625 G_1 j}{T_s^2}, \quad (G.3)$$

где j — усиливающий коэффициент в месте строительства из таблицы G.1;

T_s — собственный период вынужденных колебаний гидравлического удара, с.

T_s — может быть определен по формуле

$$T_s = 1,8 K_s D^{1/2}, \quad (G.4)$$

где K_s — коэффициент, зависящий от соотношения D/H_T по рисунку G.3.

Таблица G.1 — Коэффициент, учитывающий профиль грунта

Усиливающий коэффициент, действующий в месте строительства	Профиль грунта		
	A[a]	B[b]	C[c]
j	1,0	1,2	1,5

Примечание — В местах строительства, в которых неизвестен достаточно точно профиль грунта, для определения усиливающего коэффициента j принимают профиль грунта С.

[a] Профиль грунта А соответствует одному из следующих профилей:

a) скальные породы любого типа сланцевой или кристаллической структуры. Такого рода грунты характеризуются скоростью распространения поперечных волн более 760 м/с;

b) стабильные характеристики грунта с глубиной менее 60 м, для слоев грунта над скальными породами твердые отложения песка, гравия или твердого суглинка и глины.

[b] Профиль грунта В характеризуется глубокими, несвязными или твердыми слоями суглинка или глины; сюда также относятся места строительства с глубиной грунта более 60 м, для слоев грунта над скальными породами твердые отложения песка, гравия или твердого суглинка и глины.

[c] К профилю грунта С относятся мягкие до средне-твердых суглинки, глинистые и песчаные грунты, которые характеризуются слоем от мягкого до средне-твердого суглинка или глины минимум 10 м, в который может быть включен слой песка или другого несвязного грунта.

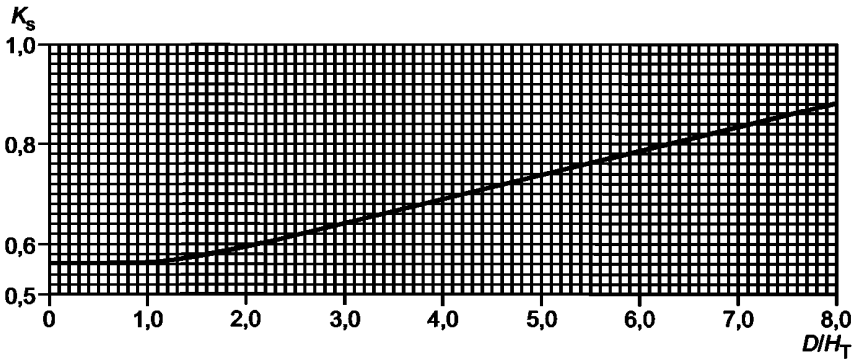


Рисунок G.3 — Коэффициент K_s

G.2.3.3 Альтернативно методам G.2.3.1 и G.2.3.2 при соответствующем согласовании между заказчиком и изготовителем G_1 и G_2 могут быть определены по спектрам реакции, которые составлены для соответствующего места строительства, при этом также могут быть учтены динамические характеристики резервуара. Спектр для G_1 следует составлять для коэффициента затухания 2 % критического значения. Спектр для G_2 следует составлять для коэффициента затухания 0,5 % критического значения модифицированного спектра для G_1.

Примечание — Такие значения G_1 и G_2 не должны быть меньше значений, рассчитанных по G.2.3.1 и G.2.3.2.

G.3 Сопротивление опрокидыванию

G.3.1 Содержимое резервуара

Сопротивление против опрокидывающего момента на нижнем крае стенки резервуара определяется собственной массой и анкерным креплением стенки резервуара или для резервуаров без анкерного крепления весом части содержимого резервуара, прилегающего к его стенке. Для резервуаров без анкерного крепления часть содержимого, которая противодействует опрокидыванию, зависит от ширины листов окрайки под стенкой, которая приподнимается от фундамента и рассчитывается следующим образом:

$$W_L = 0,1 t_{ba} \sqrt{R_{eb} W_s H_T}, \quad (G.5)$$

где R_{eb} — установленный минимальный предел текучести листов днища под стенкой резервуара, Н/мм^2;

W_L — максимальная действующая сила, создаваемая содержимым резервуара, которая противодействует опрокидыванию, кН на метр периметра стенки;

W_s — максимальная удельная плотность содержимого резервуара в условиях хранения, которая не должна быть меньше 1,0 кг/л;

t_{ba} — толщина листов днища под стенкой резервуара, мм.

Значение W_L должно быть не больше 0,2 $W_s H_T D$.

G.3.2 Лист днища

Толщина листа днища под стенкой резервуара t_{ba} не должна превышать толщину нижнего пояса стенки резервуара. Если лист днища под стенкой толще остальных листов стенки, то ширина более толстого листа под стенкой, измеряемая радиально от стенки внутрь, не должна быть меньше

$$0,1744 \frac{W_L}{W_s H_T}. \quad (G.6)$$

Примечание — Ширина листов окрайки меньше, чем требуемая по выражению выше, допускается при условии, что получаемая уменьшенная сила сопротивления W_L учитывается в расчете нагрузки на сжатие в G.4.

G.4 Нагрузка на сжатие стенки резервуара

G.4.1 Резервуар без анкерного крепления

Максимальное усилие сжатия в продольном направлении на нижнем крае стенки W_b рассчитывают следующим образом:

a) для $\frac{M}{D^2 (W_L + W_t)} \le 0,785$

$$W_b = W_t + \frac{1,273M}{D^2}; \quad (G.7)$$

b) для $\frac{M}{D^2 (W_L + W_t)} > 0,785$ и $\le 1,5$, (G.8)

W_b можно рассчитать по значению параметра $\frac{W_b + W_L}{W_t + W_L}$, определенного по рисунку G.4,

где W_b — максимальное усилие сжатия в продольном направлении, кН на метр периметра стенки;

W_t — максимальная сила, создаваемая стенкой резервуара и поддерживаемой стенкой части крыши, кН на метр периметра стенки.

c) при $\frac{M}{D^2 (W_L + W_t)} > 1,5$ или $W_b / t_{bs} > F_a$ (при расчете согласно методу, описанному в G.4.3), резервуар неустойчив,

его устойчивость должна быть повышена одним из следующих методов:

1) повышение толщины листов окрайки днища под стенкой t_{ba} и тем самым повышение W_L, при условии что указанные в G.3.1 и G.3.2 предельные значения не будут превышены;

2) повышение толщины стенки резервуара t_{bs};

3) изменение пропорций резервуара, например увеличение его высоты и уменьшение диаметра;

4) анкерное крепление резервуара в соответствии с G.3.

G.4.2 Резервуары с анкерными креплениями

Максимальное усилие сжатия на нижнем крае резервуара W_b, кН на метр периметра стенки, рассчитывают следующим образом:

$$W_b = W_t + \frac{1,273M}{D^2}. \quad (G.9)$$

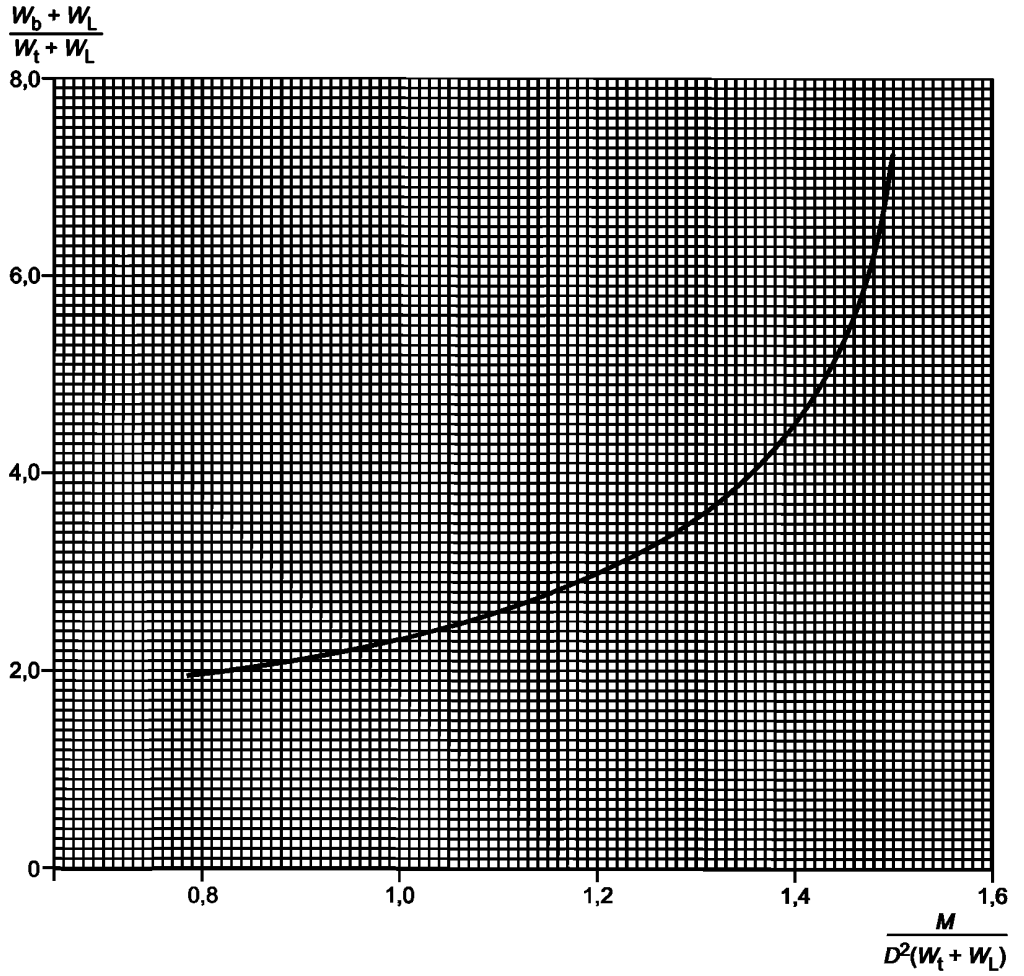


Рисунок G.4 — Усилие сжатия W_b

G.4.3 Допустимая нагрузка на сжатие стенки резервуара

Максимальное напряжение сжатия стенки W_b/t_{bs}, Н/мм^2, не должно превышать допустимое напряжение F_a, Н/мм^2, которое рассчитывают следующим образом:

a) для $\frac{W_s H_T D^2}{t_{bc}^2} \geq 44$ $\qquad F_a = 83\frac{t_{bc}}{D}$, (G.10)

b) для $\frac{W_s H_T D^2}{t_{bc}^2} < 44$ $\qquad F_a = 83\frac{t_{bc}}{D} + 7{,}5\sqrt{W_s H_T}$, (G.11)

где t_{bs} — толщина нижнего пояса стенки без припуска на коррозию, мм;

F_a — допустимое напряжение сжатия в продольном направлении в стенке, Н/мм^2. Уравнения для F_a в a) и b) учитывают влияние внутреннего давления, создаваемого содержимым резервуара.

Величина F_a ни в коем случае не должна превышать $0{,}5R_{es}$, где R_{es} установленный минимальный предел текучести нижнего пояса стенки, Н/мм^2.

G.4.4 Верхний пояс стенки

Если толщина нижнего пояса, рассчитанная для противодействия опрокидывающему моменту вследствие сейсмической нагрузки, больше толщины, требуемой для гидравлического давления, но без припуска на коррозию, рассчитанная толщина расположенных выше поясов стенки должна быть в равном соотношении повышена, если опрокидывающий момент вследствие сейсмической нагрузки и результирующие напряжения на нижних кромках верхних поясов не были определены в специальном расчете.

G.5 Анкерное крепление резервуара

G.5.1 Требуемое минимальное анкерное крепление

Если анкерное крепление резервуара рассматривают как необходимое, оно должно быть рассчитано таким образом, чтобы минимальное сопротивление анкерного крепления, кН на метр периметра стенки, имело следующее значение:

$$\frac{1{,}273M}{D_2} - W_t. \qquad (G.12)$$

Это сопротивление анкерного крепления учитывают дополнительно к сопротивлению против внутреннего расчетного давления для резервуаров с высоким и низким давлением.

Примечание — Сейсмическая и ветровая нагрузки не должны рассматриваться как одновременные воздействия.

G.5.2 Проектирование анкерных устройств

G.5.2.1 При ненадлежащем проектировании анкерных креплений может развиваться трещинообразование стенки резервуара. Необходимо обратить внимание, что прочность элементов анкерного крепления стенки резервуара должна быть больше требуемого минимального предела текучести самого анкерного крепления, чтобы его отказ происходил раньше элементов крепления, расположенных на стенке. Опыт показывает, что резервуары с анкерным креплением при соответствующем проектировании имеют более высокие запасы прочности против сейсмических нагрузок, чем резервуары без анкерного крепления.

Дополнительно к требованиям раздела 11 также следует соблюдать рекомендации G.5.2.2—G.5.2.4.

G.5.2.2 Для резервуаров диаметром менее 15 м максимальное расстояние между анкерными креплениями не должно превышать 2 м.

G.5.2.3 Допустимое напряжение растяжения в анкерном креплении вследствие нагрузки, указанной в перечислении а) 11.1, действующей вместе с сейсмической нагрузкой G.5.1, не должно превышать 1,33 напряжений, указанных в 11.3.

G.5.2.4 Крепление анкерных элементов к стенке резервуара и заделка анкерных креплений в фундамент должны быть рассчитаны на нагрузку, равную произведению установленного минимального предела текучести материала анкерного крепления и фактической минимальной площади поперечного сечения. Допустимое напряжение для крепления анкерных элементов к стенке резервуара и заделки анкерных креплений в фундамент не должно превышать 1,33 значения, указанного в 8.1.1.

G.6 Трубопроводы

Трубопроводы на стенке и днище резервуара должны иметь достаточную упругость в вертикальном направлении. Для резервуаров без анкерного крепления, для которых может быть вероятным подъем днища, подсоединенные трубопроводы должны иметь возможность приподниматься вместе с днищем или располагаться таким образом, чтобы расстояние, измеренное от стенки резервуара до края примыкающего усиления, было равно сумме ширины листа днища (рассчитанной согласно G.3.2) и 0,3 м.

G.7 Высота волны

Заказчик может потребовать установку свободного борта для минимизации или предотвращения перелива и повреждений крыши или верхней части стенки.

Приложение Н
(справочное)

Рекомендации для других вариантов исполнения днища резервуара (двойное днище, опора на несплошное основание)

Н.1 Днища с опорой на несплошное основание

Н.1.1 Днища резервуаров, которые контактируют с конструкцией фундамента не всей своей поверхностью, могут опираться на основания из конструкционных стальных профилей или железобетона.

Н.1.2 Материал листов днища должен соответствовать положениям раздела 6.

Н.1.3 При расчете в качестве нагрузки необходимо учитывать вес хранимого продукта, вес листов днища, расчетное избыточное давление, вес испытательной жидкости и испытательное давление.

Н.1.4 Толщина листов днища должна соответствовать большему из трех значений: e_b, e_{bt} и значение, установленное в таблице 11.

$$e_b = 7{,}3L\sqrt{\frac{98HW + p}{S}} + c, \quad (Н.1)$$

$$e_{bt} = 7{,}3L\sqrt{\frac{98HW_t + p_t}{S_t}} + c, \quad (Н.2)$$

где c — припуск на коррозию, мм;
e_b — требуемая толщина листа в расчетных условиях, мм;
e_{bt} — требуемая толщина листа в условиях испытания, мм;
H — уровень жидкости хранимого продукта или испытательной жидкости, м;
L — расстояние между средними линиями опорных элементов, м;
p — расчетное избыточное давление, мбар;
p_t — испытательное избыточное давление, мбар;
S — допускаемое сопротивление для материала листов днища (см. 9.1.1), Н/мм^2;
S_t — допускаемое сопротивление при испытании для материала листов днища (см. 9.1.1), Н/мм^2;
W — максимальная расчетная плотность хранимого продукта, кг/л;
W_t — максимальная расчетная плотность испытательной жидкости, кг/л.

Н.1.5 Соединения листов днища должны быть выполнены как стыковые швы.

Н.2 Двойные днища

Н.2.1 Общие положения

Целью двойного днища (типа «стакан в стакане») является предотвращение просачивания хранимого продукта в фундамент и расположенный под ним грунт в случае протечки верхнего днища, которое фактически является частью сосуда для хранения, так как одновременная протечка обоих днищ является крайне невероятной.

Двойные днища следует проектировать таким образом, чтобы во время эксплуатации оба днища могли быть проверены на герметичность.

Примечание 1 — Если в днищах резервуаров для хранения горючих жидкостей обнаруживают негерметичность, может оказаться сложно удалить газ и/или жидкость из промежуточного пространства, что, в свою очередь, затрудняет ремонтные сварочные работы в верхнем днище из-за опасности возгорания или взрыва.

Примечание 2 — Конструкции с двойным днищем не рекомендуется применять в областях с очень холодным климатом.

Примечани 3 — В нагреваемых резервуарах могут возникнуть слишком высокие термические напряжения, если нижнее днище также не будет нагреваться.

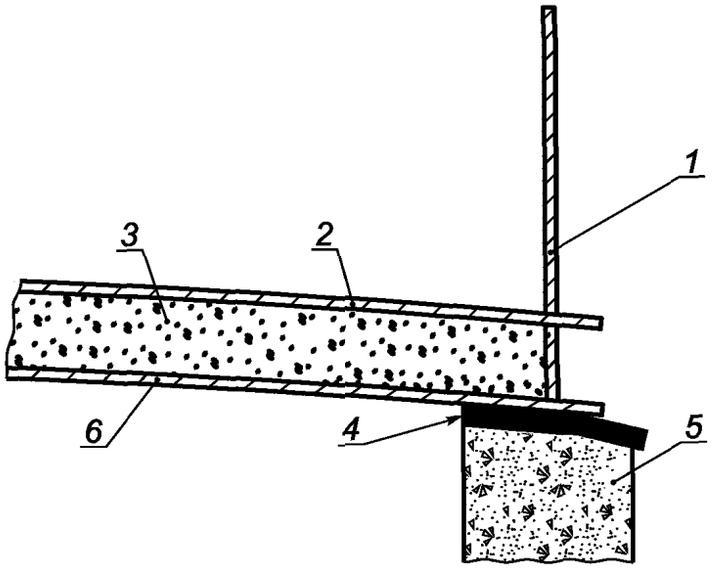
На рисунках Н.1—Н.2 показаны два типовых исполнения двойных днищ резервуаров для хранения из стали.

Н.2.2 Проектирование и расчет

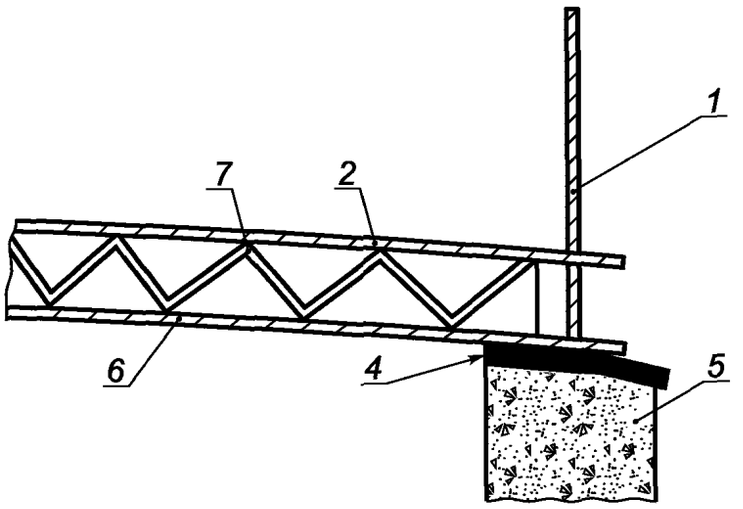
При расчете и проектировании должно быть гарантировано, что в обоих днищах и стенке резервуара не возникнут недопустимые напряжения.

Применяемые в настоящее время методы расчета и проектирования днищ резервуаров и соединений между днищем и стенкой не применимы к двойным днищам.

Если предусмотрено такое исполнение, оценка напряжений в этих областях является обязательной.



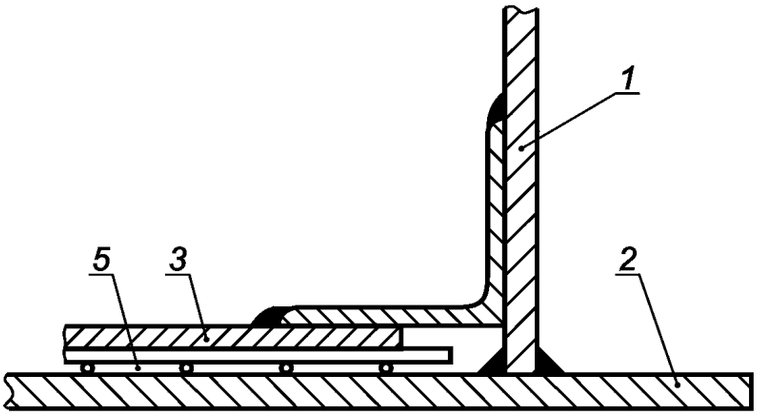
a) Двойное днище с пористым заполнением



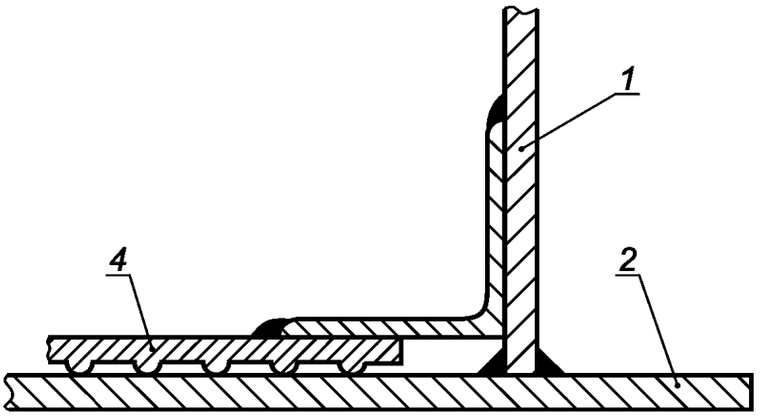
b) Двойное днище, разделенное решеткой из стали

1 — стенка резервуара; *2* — верхнее днище; *3* — песок, гравий;
4 — гибкая мембрана; *5* — фундаментное кольцо; *6* — нижнее днище; *7* — стальная конструкция

Рисунок Н.1 — Типовое исполнение двойных днищ резервуаров для хранения из стали



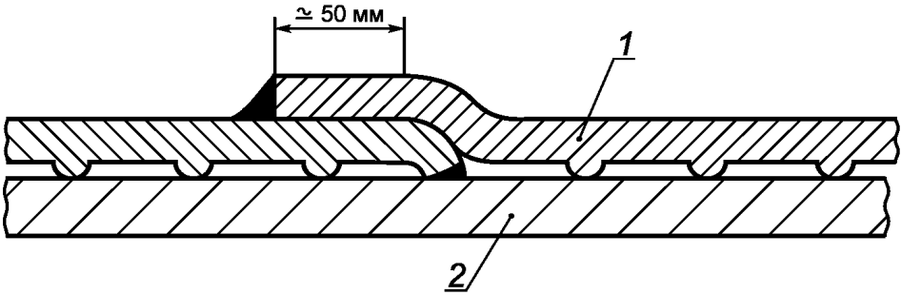
a) Верхнее днище из стального листа



b) Верхнее днище из рифленого стального листа

1 — лист стенки; *2* — лист окрайки; *3* — верхнее днище из стального листа;
4 — верхнее днище из рифленого стального листа; *5* — проволочная сетка

Рисунок Н.2 — Типовое исполнение двойных днищ резервуаров и их соединения с листом стенки



1 — рифленый стальной лист; *2* — лист окрайки днища/лист днища

Рисунок Н.3 — Нахлесточное соединение между рифлеными листами (схоже для стальных листов с промежуточной прокладкой из стальной арматурной сетки)

Н.2.3 Контроль утечки

Для контроля утечки существует ряд методов. При выборе опираются на характеристики хранимого в резервуаре продукта и конструкции двойного днища. Обычно используют следующие методы контроля:

a) создание вакуума примерно 0,5 бар в промежуточном пространстве между днищами;

b) установка кабелей или зондов для распознавания утечки;

c) контроль с приложением избыточного давления и проникающих веществ, например азота.

Примечание — Если днище не приподнимается, необходимо следить за ограничением давления;

d) промывка азотом;

e) акустическая эмиссия;

f) электронный поиск утечки.

Н.3 Резервуары с несущими конструкциями

Н.3.1 Небольшие резервуары диаметром примерно до 4 м в рамках системы могут быть установлены на несущую конструкцию, обычно устанавливаемую на фундаментные полосы из бетона, для возможности определения утечки посредством визуального контроля.

Н.3.2 Днища резервуаров, которые опираются на сплошной фундамент не по всей поверхности, должны соответствовать требованиям Н.1.

Н.4 Испытания на герметичность

Перед каждым окрашиванием или нанесением покрытия следует проводить испытание на герметичность двойного днища.

Для этого согласовывают вакуум примерно 0,5 бар (см. А.2 приложения А), который создают в промежуточном пространстве между обоими днищами. Пространство между днищами опорожняют для сушки. После создания вакуума днища герметизируют, согласованный вакуум (см. А.2 приложения А) выдерживают в течение согласованного времени и проверяют днище на наличие утечки. Следует учитывать колебания температуры.

Приложение I
(справочное)

Рекомендации по устройству фундаментов

I.1 Общие положения

I.1.1 Приведенные ниже рекомендации служат для демонстрации основных правил расчета, проектирования и возведения фундаментов под резервуары для хранения, при соблюдении которых будут гарантированы несущая способность и устойчивость резервуара. Рекомендации следует рассматривать как директивы для надлежащего проектирования, они содержат соответствующие меры предосторожности, которые необходимо учитывать при проектировании и устройстве фундаментов для резервуаров.

I.1.2 В силу разнообразия видов поверхностных и глубоких слоев грунта, климатических условий и методов проектирования резервуаров установление проектных данных, которые покрывали бы все ситуации, невозможно в настоящем приложении. Установление допустимой нагрузки на грунт и соответствующей системы фундамента требуется индивидуально для каждого случая.

I.1.3 Проектирование фундаментов резервуаров имеет особое значение по следующим причинам:

a) фундамент резервуара несет полезную нагрузку, которая соответствует большей части общей нагрузки под действием силы тяжести;

b) содержимое резервуара представляет собой большое количество потенциально опасных веществ.

I.2 Исследование грунта

I.2.1 Общие положения

I.2.1.1 По возможности резервуары для хранения следует возводить в таком месте, где грунт является однородным и имеет хорошие характеристики с точки зрения несущей способности и осадки.

I.2.1.2 Перед проектированием и возведением фундамента в ходе подробных геологических исследований должны быть определены состав и физические характеристики грунтового основания. Кроме того, определяют удельное сопротивление и удельную проводимость, а также тепловые свойства грунта.

I.2.1.3 Дополнительная полезная информация может быть получена при изучении записей по исследованиям грунтовых оснований для подобных строений, расположенных вблизи планового места строительства.

I.2.2 Уровень грунтовых вод

Для планового места строительства должна быть собрана подробная информация, включая колебание уровня грунтовых вод в течение года, наклонный уровень грунтовых вод и возможно имеющиеся подземные водяные потоки, а также данные о водопроницаемости слоев грунта и возможности вспучивания грунта от промерзания. При этом необходимо учитывать вероятность того, что эти характеристики могут измениться из-за строительных работ.

I.2.3 Сейсмические исследования

Объем исследований зависит от оценки сейсмической активности в месте строительства, периода повторяемости, а также рисков, принятых при проектировании. Относительные данные приведены в приложении G.

I.2.4 Места строительства, которых следует избегать

Ниже описаны некоторые из возможных условий в месте строительства, которые требуют особого внимания при проектировании. Таких мест необходимо избегать, если возможен выбор альтернативного места строительства по экономическим соображениям:

a) места строительства, в которых резервуар должен быть возведен частично на скальной породе или другом устойчивом основании и частично на насыпанном грунте, высота засыпки варьируется или основание под резервуаром частично упрочнено;

b) места строительства с болотистым грунтом или расположенным под поверхностью сильно сжимаемым грунтом;

c) места строительства, для которых устойчивость грунта находится под вопросом, например вблизи больших водных потоков, гор, выемок грунта или обрывистой местности, в карстовых областях или на территориях, содержащих гипс с возможными включениями, на которых может произойти осадка грунта;

d) места строительства, в которых могут произойти наводнения, последствием которых станут подъем или смещение резервуара, или вымывание грунта из-под резервуара, или где возможное снижение уровня грунтовых вод может спровоцировать дополнительную разницу в осадке;

e) места строительства в области активных разломов или на грунтах, склонных к разжижению в сейсмоопасных областях.

I.3 Проектирование и расчет фундаментов

I.3.1 Общие положения

Фундамент следует проектировать таким образом, чтобы все нагрузки передавались на соответствующие несущие слои грунта, а ожидаемая разность осадок и общая осадка не приводили к повреждениям.

I.3.2 Условия загружения

При проектировании фундамента следует учитывать различные фазы жизни сооружения, такие как монтаж, испытание, ввод в эксплуатацию, эксплуатация и техническое обслуживание. Также следует учитывать чрезвычайные происшествия. Нормальные эксплуатационные и чрезвычайные нагрузки, которые необходимо учитывать, указаны в разделе 7.

I.3.3 Допустимая нагрузка на грунт

Несущую способность грунта определяют на основании геологических изысканий, при этом необходима особая точность прогноза предельного состояния по несущей способности и осадке.

I.3.4 Осадка

I.3.4.1 Проектировщик фундамента должен определить ожидаемую максимальную общую осадку, а также разность осадок в течение срока службы резервуара, чтобы получить возможность сравнить их с допустимыми значениями осадки.

I.3.4.2 Допустимые значения разности осадок являются обусловленными расчетом максимально допустимых предельных значений для деформации резервуара с учетом конструкционных допусков. Это могут быть комбинации:

a) наклонного положения резервуара;

b) осадки резервуара вдоль радиальной линии от края к центру резервуара;

c) осадки окрайки.

I.3.4.3 К факторам, влияющим на предельные значения допустимой осадки, также относятся следующие:

1) размеры и отношение высоты к размеру основания резервуара и жесткость фундамента;

2) жесткость резервуара и его конструктивных элементов;

3) достоверность исследований;

4) возможность влияния соседних резервуаров или строений и земляных валов.

I.3.4.4 Расчеты осадки даже при обстоятельных исследованиях и высокотехнологичных методах расчета имеют лишь ограниченную точность. Поэтому фундаменты резервуаров проектируют с учетом степени безопасности.

I.3.4.5 Если ожидается значительная осадка, наблюдение за фактической осадкой следует проводить в течение всего срока эксплуатации резервуара, а именно в течение его монтажа, гидростатического испытания, ввода в эксплуатацию и непосредственно эксплуатации. Периодичность измерений выбирают с учетом спрогнозированной скорости изменения осадки в зависимости от времени и нагрузки.

I.3.5 Стабилизация грунта и свайный фундамент

Если основание фундамента слабое и не может выдержать нагрузки, создаваемые наполненным резервуаром, могут быть рассмотрены следующие методы упрочнения:

a) выемка неподходящего грунта и заполнение подходящим морозостойким гравийным материалом;

b) упрочнение мягкого или несвязного грунта с помощью вибрационных машин или динамическим трамбованием;

c) предварительная нагрузка с временной перегрузкой;

d) улучшенный дренаж из основания с предварительной нагрузкой или без;

e) стабилизация посредством инъекций химикатов или цемента;

f) свайный фундамент.

I.3.6 Дренаж основания

Зона дренажа вокруг резервуара для хранения должна быть достаточно широкой, чтобы вода, в том числе стекающая при пожаротушении, не могла скапливаться вокруг фундамента.

С помощью подходящей системы контроля можно предотвратить загрязнение дренажной системы избыточным перелившимся продуктом.

I.3.7 Сопротивление отрыву

Подъем стенок резервуара вследствие давления паров внутри резервуара (а также вследствие ветровой нагрузки или землетрясения) предотвращают посредством системы анкерного крепления. Требования к анкерному креплению приведены в разделе 11.

I.3.8 Гидроизоляция

При наличии гидроизоляционной мембраны она должна быть расположена вокруг фундамента резервуара и под ним. При выборе мембраны следует учитывать температуры и напряжения, которые возникают во время эксплуатации и в чрезвычайных условиях. Следует применять материалы, которые и в таких условиях остаются водонепроницаемыми. Если в качестве гидроизоляционной мембраны наносится специальное покрытие на бетонную плиту, ее коэффициенты температурного расширения (сжатия) в рассматриваемом диапазоне температур должны быть сопоставимы с характеристиками бетона.

I.4 Конструктивные исполнения фундаментов

I.4.1 Общие положения

Для конструктивного исполнения фундаментов резервуаров необходимо использовать один из следующих вариантов:

- грунтовая подушка (см. рисунок I.1);

- кольцевой железобетонный фундамент (см. рисунок I.2);
- решетчатый железобетонный фундамент (см. рисунок I.3);
- решетчатый фундамент с опорой на сваи.

I.4.2 Грунтовая подушка

I.4.2.1 Фундамент должен приподнимать резервуар над окружающей территорией и представлять собой грунтовую подушку, способную выдержать резервуар.

I.4.2.2 Верхний слой грунтовой подушки должен состоять из уплотненного слоя битумно-песчаной смеси толщиной минимум 50 мм.

I.4.2.3 Верхний слой грунтовой подушки должен содержать водопроницаемый дренажный слой из подходящего фильтрующего материала.

I.4.2.4 Под этим дренажным слоем располагают геотекстильный гидроизоляционный материал для предотвращения загрязнения дренажного слоя расположенным под ним слоем материала засыпки.

I.4.2.5 Таким материалом засыпки должны быть замещены возможно имеющиеся отложения мягких или несвязных почв. Материал укладывают послойно и утрамбовывают. После трамбовки имеющиеся полости заполняют гравием до укладки последующих слоев материала.

I.4.2.6 При необходимости укладывают кольцо из грубого щебня, через которое краевые нагрузки передаются в прилегающий материал грунтовой подушки.

I.4.2.7 По краю дренажного слоя на расстоянии максимум 5 м должны быть расположены дренажные трубы диаметром 75 мм.

I.4.2.8 Обработанные поверхности для естественного дренажа зоны установки резервуара должны иметь соответствующий уклон.

I.4.3 Кольцевой фундамент

I.4.3.1 Если грунтовое основание имеет достаточно высокую несущую способность для восприятия нагрузок, создаваемых резервуаром и его содержимым, может быть рассмотрено создание земляной насыпи в качестве фундамента. При этом может потребоваться сооружение железобетонного несущего кольца, которое предотвращает подъем резервуара и создает опору для восприятия высоких нагрузок от стенок резервуара.

I.4.3.2 Бетонное кольцо должно быть рассчитано таким образом, чтобы оно выдерживало горизонтальное давление, создаваемое находящимся внутри грунтом, включая создаваемые резервуаром и его содержимым боковые силы.

I.4.3.3 Для выравнивания большой разности осадок рекомендуется подпор в месте перехода между кольцевым фундаментом и утрамбованным грунтом.

I.4.4 Решетчатый фундамент

I.4.4.1 Если грунтовое основание обладает достаточной несущей способностью для восприятия всех ожидаемых нагрузок, в качестве фундамента может подойти решетка из железобетонных несущих элементов, опирающихся на грунт. При этом несущие элементы, расположенные под стенкой резервуара, обычно выполняют более мощными, чем предназначенные для собственных нагрузок (бетон, сталь и т. д.) и полезных нагрузок (за исключением чрезвычайных нагрузок).

I.4.4.2 При проектировании решетчатой конструкции фундамента необходимо учитывать влияние локальной разности осадок, усадку при высыхании, ползучесть и температурные нагрузки в ходе эксплуатации или в чрезвычайных обстоятельствах, т. е. включать в себя следующие мероприятия:

- дополнительное усиление;
- предварительное напряжение;
- изготовление решетки фундамента секциями; однако здесь, в местах соединения, должны быть предусмотрены подходящие соответствующие изоляционные слои, не пропускающие жидкости, газы или водяной пар;
- применение специальных методов твердения и/или добавок к бетону.

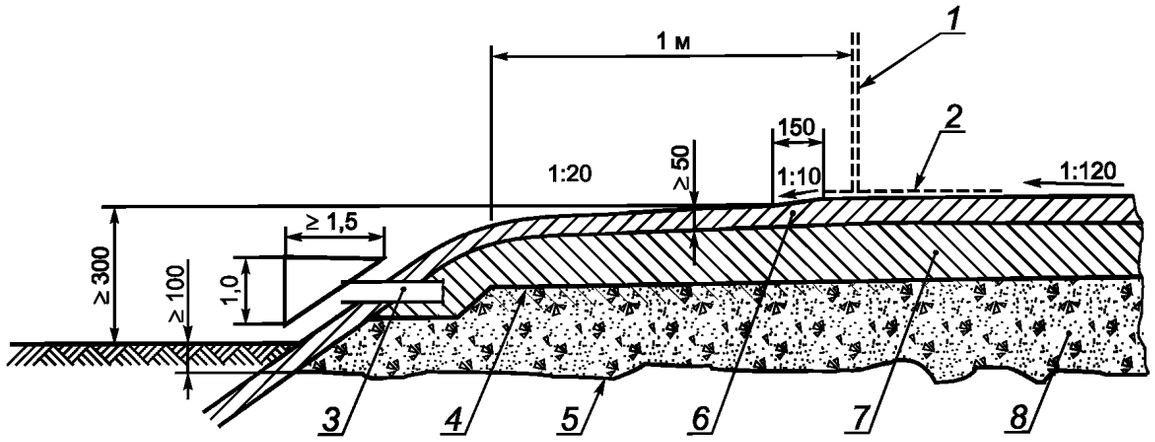
I.4.5 Решетчатый фундамент с опорой на сваи

I.4.5.1 Если грунтовое основание не подходит для решетки из железобетонных несущих элементов, опирающихся на грунт, опирание решетки можно выполнить на сваи.

При проектировании решетки необходимо учитывать возможную разность осадок свай. Состояние свай должно быть проверено после установки. Если невозможно проверить состояние каждой сваи на месте, систему из решетки и свай проектируют таким образом, чтобы при отказе отдельной сваи нагрузка могла восприниматься соседними сваями.

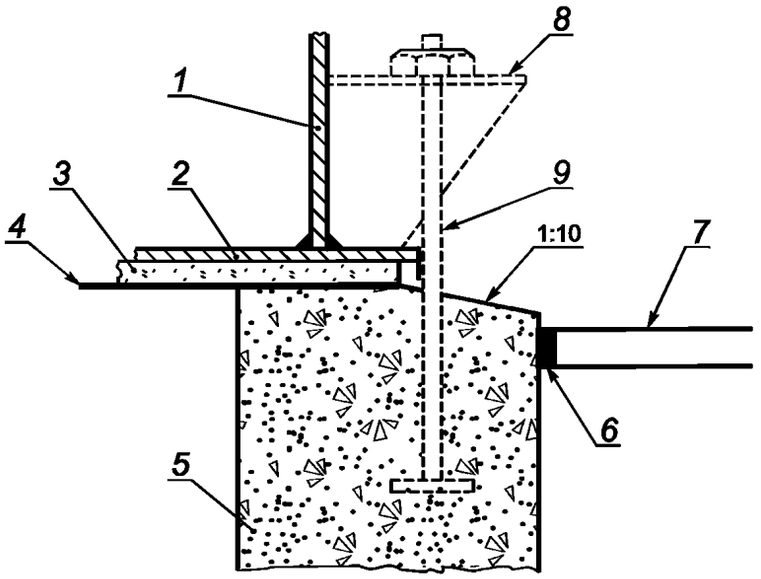
I.4.5.2 Усадка при высыхании, ползучесть и колебания температуры вызывают горизонтальные деформации решетки, которые достигают максимума по краю и снижаются к центру. Разность температур по высоте и отклонения фундамента в целом могут вызвать появление моментов изгиба в решетках и сваях. При таких воздействиях необходимо учитывать, что трещины снижают жесткость решетки. Соединение между решетками и сваями требует особого внимания. Если грунтовое основание позволяет, следует использовать короткие тонкие сваи, устанавливаемые на малом расстоянии друг от друга, которые жестко соединяют с решеткой. Если применяют сооружаемые на месте сваи большого диаметра, то для зоны под центром резервуара допускается использовать жесткие крепления, ближе к краю — скользящие соединения.

I.4.5.3 При использовании забивных свай важно учесть возможное появление деформаций грунта или свай.



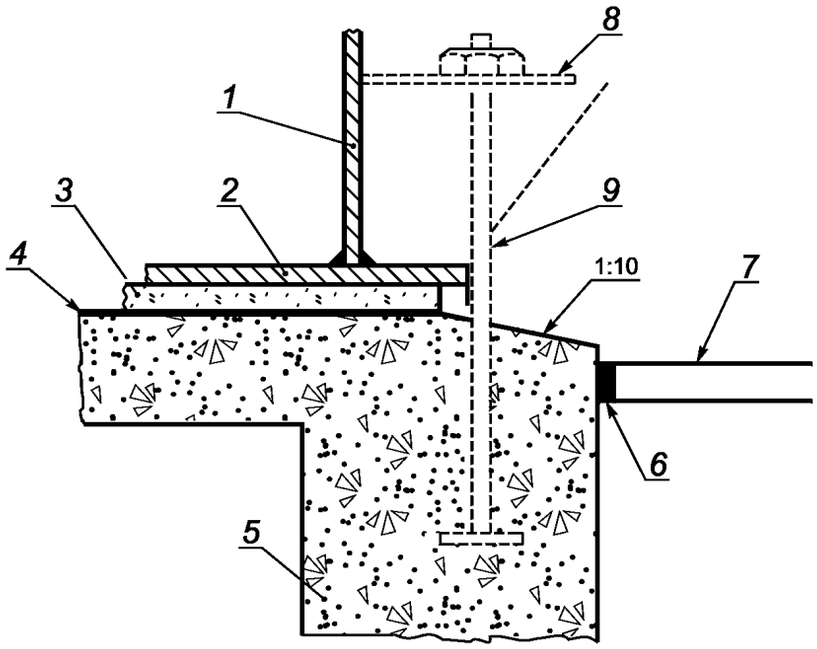
1 — стенка резервуара; *2* — днище резервуара; *3* — дренажная труба; *4* — гидроизоляционная мембрана; *5* — геотекстильный материал; *6* — битумно-песчаная смесь; *7* — уплотненный песок; *8* — уплотненный мелкий щебень

Рисунок I.1 — Грунтовая подушка



1 — стенка резервуара; *2* — днище резервуара (при необходимости); *3* — 50 мм битумно-песчаной смеси (при необходимости); *4* — гибкая мембрана; *5* — фундаментное кольцо; *6* — дополнительное уплотнение; *7* — поверхность вала; *8* — опора; *9* — анкерный болт

Рисунок I.2 — Кольцевой железобетонный фундамент



1 — стенка резервуара; *2* — днище резервуара (при необходимости); *3* — 50 мм битумно-песчаной смеси (при необходимости); *4* — гибкая мембрана; *5* — фундаментная решетка; *6* — дополнительное уплотнение; *7* — поверхность вала; *8* — опора; *9* — анкерный болт

Рисунок I.3 — Решетчатый железобетонный фундамент

Приложение J
(справочное)

Примеры расчета колец жесткости (ветровых колец)

J.1 Общие положения

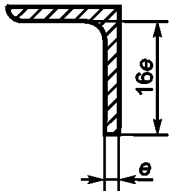
Кольца жесткости (ветровое кольцо) могут изготовляться из стального уголка в соответствии с [2], стальных швеллеров в соответствии с [5] или из гнутых листов такого же материала, что и стенка резервуара, к которой они крепятся.

J.2 Моменты сопротивления

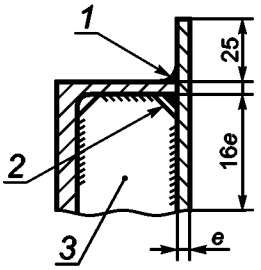
При расчете момента сопротивления ветрового кольца в расчетную площадь сечения может быть включена часть стенки высотой максимум 16e над и под точкой крепления (см. рисунок J.1).

J.3 Примеры расчета дополнительных колец жесткости (ветрового кольца)

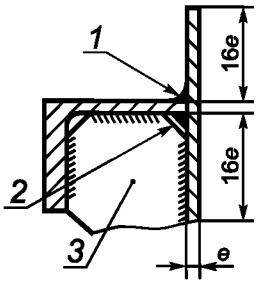
В обоих примерах, приведенных ниже, показано, как учитываются требования к расчету, указанные в 8.3.2.6.



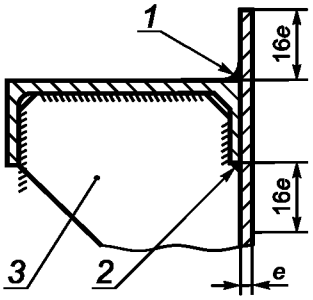
a) Опорное кольцо из уголка



b) Опорное кольцо из уголка



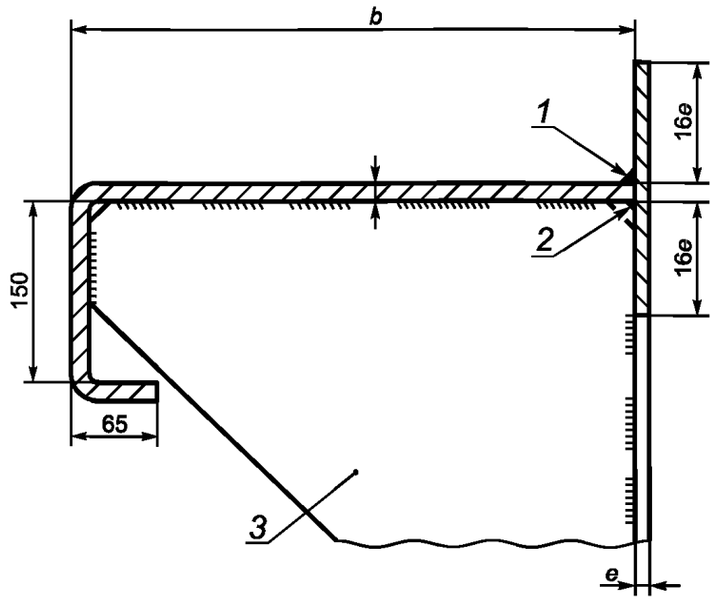
c) Одинарный уголок



d) Профиль

1 — непрерывный угловой сварной шов; *2* — прерывистый сварной шов; *3* — элемент опорного крепления

Рисунок J.1 — Кольца жесткости (ветровое кольцо) в поперечном сечении



е) Гнутый лист

1 — непрерывный угловой сварной шов; *2* — прерывистый сварной шов; *3* — элемент опорного крепления

Рисунок J.1, лист 2

J.4 Пример 1

Резервуар с плавающей крышей, диаметром 95 м, высотой 20 м, восемь поясов высотой 2,5 м каждый с толщинами стенки 12,0;14,2; 19,7; 24,7; 29,8; 34,9 и 39,9 мм для скорости ветра 60 м/с. Первичное кольцо жесткости расположено на 1 м ниже верхнего края резервуара. Необходимо выполнить расчет числа дополнительных колец жесткости, каких размеров и высоты, на какой они должны быть расположены.

Пояс стенки	*h*, м	*e*, мм	H_e, м
8	1,5	12,0	1,5000
7	2,5	12,0	2,5000
6	2,5	14,2	1,6412
5	2,5	19,7	0,7240
4	2,5	24,7	0,4113
3	2,5	29,8	0,2572
2	2,5	34,9	0,1733
1	2,5	39,9	0,1240
			H_E = 7,3310 м

V_w = 60 м/с, p_v = 5 мбар, т. е. K = 6,040644. (J.1)

Отсюда следует:

$$H_p = 6{,}040644\sqrt{\frac{12^5}{95^3}} = 3{,}254 \text{ м}. \quad (J.2)$$

Так как $2H_p < H_E < 3H_p$, требуются два дополнительных кольца жесткости.

Оптимальная высота их крепления составляет $H_E/3$ или соответственно $2H_E/3$, т. е. 2,444 м и 4,888 м вниз от первичного кольца жесткости на стенке с эквивалентной высотой H_E.

В соответствии с приведенным выше, верхнее дополнительное кольцо жесткости расположено на поясе стенки с минимальной толщиной, в связи с чем изменение высоты не требуется.

Нижнее дополнительное кольцо жесткости не попадает в этот случай, поэтому требуется корректировка высоты. Расстояние от этого кольца жесткости до первичного кольца жесткости составляет

$$\{4{,}888-(1{,}5+2{,}5)\}\sqrt{\left(\frac{14{,}2}{12{,}0}\right)^5+4{,}0}=5{,}353\ \text{м}. \qquad (J.3)$$

Следовательно, дополнительные кольца следует расположить на расстоянии 2,444 и 5,353 м под первичным кольцом жесткости; их следует изготовить из уголка со следующими размерами: 200 × 100 × 12 мм.

J.5 Пример 2

Безнапорный резервуар со стационарной крышей, диаметром 48 м, высотой 22,5 и девять поясов высотой 2,5 м каждый с толщинами стенки 8; 10,6; 14,3; 17,9; 21,6; 25,3; 29 и 32,6 мм для скорости ветра 55 м/с. Необходимо выполнить расчет числа дополнительных колец жесткости, каких размеров и высоты, на какой они должны быть расположены.

Пояс стенки	h, м	e, мм	H_e, м
9	2,5	8,0	2,500
8	2,5	8,0	2,500
7	2,5	10,6	1,237
6	2,5	14,3	0,585
5	2,5	17,9	0,334
4	2,5	21,6	0,209
3	2,5	25,3	0,141
2	2,5	29,0	0,100
1	2,5	32,6	0,075
			H_E = 7,681 м

$$V_w = 55\ \text{м/с},\ p_v = 5\ \text{мбар, т. е. } K = 6{,}945 \qquad (J.4)$$

Отсюда следует:

$$H_p = 6{,}945\sqrt{\frac{8^5}{48^3}} = 3{,}780\ \text{м}. \qquad (J.5)$$

Так как $2H_p < H_E < 3H_p$, требуется два дополнительных кольца жесткости.

Оптимальная высота их крепления составляет $H_E/3$ или соответственно $2H_E/3$, т. е. 2,561 м и 5,122 м вниз от верхнего края резервуара.

В соответствии с приведенным выше верхнее дополнительное кольцо жесткости расположено на поясе стенки с минимальной толщиной, в связи с чем изменение высоты не требуется.

Нижнее дополнительное кольцо жесткости не попадает в этот случай, поэтому требуется корректировка высоты. Расстояние от этого кольца жесткости до первичного кольца жесткости составляет:

$$(5{,}122-5{,}0)\sqrt{\left(\frac{10{,}6}{8{,}0}\right)^5+5{,}0}=5{,}250\ \text{м}, \qquad (J.6)$$

Следовательно, дополнительные кольца следует располагать на расстоянии 2,561 и 5,250 м от верхнего края резервуара; кольца должны быть изготовлены из уголка со следующими размерами: 150 × 90 × 10 мм.

Так как уровень верхнего дополнительного кольца жесткости располагается на расстоянии менее 150 мм от горизонтального шва, это кольцо жесткости должно быть сдвинуто. Не имеет значения, будет ли кольцо сдвинуто на 211 мм вверх до высоты 2,35 м или на 89 мм вниз до высоты 2,65 м от верхнего края резервуара, три участка стенки в расчетных условиях остаются устойчивыми, так как значения высоты колец жесткости получают из смещения верхнего кольца, а расстояние между кольцами жесткости, как и прежде, составляет менее H_p (H_p = 3,78 м).

Приложение К
(обязательное)

Расчет крыш резервуаров с разрывным швом

К.1 Общие положения

Резервуары без анкерного крепления со стационарной крышей (с самонесущей конической или сферической крышей без стропил; с конической крышей с опорой на колонну) должны соответствовать таблицам К.1—К.4.

Таблица К.1 — Характеристики конических или сферических крыш

Условное обозначение	Описание	Значение, мм
D_F	Внутренний диаметр резервуара с крышей, имеющей разрывной шов	5000 и выше
D_r	Расчетный диаметр	См. примечание
e_a	Толщина листа окрайки (без припуска на коррозию)	5 и выше
e_{cyl}	Толщина стенки верхнего пояса (с припуском на коррозию)	5 и выше
e_{cylb}	Толщина стенки нижнего пояса (без припуска на коррозию)	5 и выше
e_{ring}	Толщина кольца жесткости (с припуском на коррозию)	5 и выше
e_{roof}	Толщина листа крыши (с припуском на коррозию)	5 и выше
R_1	Радиус сферической крыши	См. рисунок К.2
tg θ	Наклон конической крыши (см. рисунок К.1); наклон касательной к меридиану в точке соединения стенки и крыши для сферической крыши (см. рисунок К.2) с $0{,}8\ D_r \le R \le 1{,}5\ D_F$	От 1/16 до 1/5
Примечание — Для схем, показанных на рисунках К.3 a) и b), и К.4 a—d), $D_r = D_F$.		

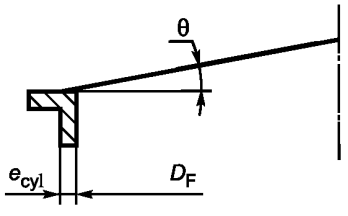


Рисунок К.1 — Коническая крыша

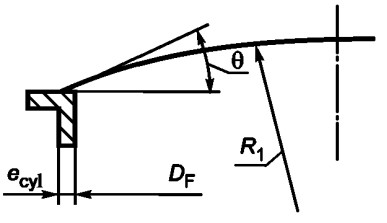


Рисунок К.2 — Сферическая крыша

К.2 Конструкция

К.2.1 Листы крыши не допускается закреплять на стропильных фермах.

К.2.2 Допускается применение бортового уголка для поддержки теплоизоляции или других навесных и накладных элементов, сваренного с опорным кольцом из уголкового профиля, если поперечное сечение этого уголка составляет максимум 15 % поперечного сечения опорного кольца из уголкового профиля.

К.2.3 Требования К.4 действуют для резервуаров с листами окрайки, сваренными встык.

К.2.4 Для резервуаров без листов окрайки установленная в 8.4.3 минимальная длина шва листов должна быть повышена со 150 мм до 500 мм, чтобы резервуар мог быть оборудован крышей, имеющей разрывной шов. Если эти требования не выполняются, должен быть согласован метод оценки пригодности резервуара для оснащения крышей с разрывным швом (см. А.2 приложения А).

Примечание — Рассчитываемое внутреннее давление предназначено исключительно для контроля прочности разрывного шва.

К.3 Материалы

Для верхнего пояса стенки, колец жесткости и крыши следует применять нелегированные стали с допускаемым напряжением до 260 Н/мм^2 включительно.

Механические характеристики материалов для листов нижнего пояса, а также листов окрайки и днища должны соответствовать минимальным характеристикам материалов листов верхнего пояса и листов крыши.

К.4 Правила расчета

Неподкрепленная длина l_{cyl} и l_{cylb}, м, верхнего и нижнего поясов должна удовлетворять следующим требованиям:

- для верхнего пояса D_F

$$l_{cyl} \geq 2{,}5\sqrt{\frac{D_F e_{cyl}}{2000}}; \qquad (К.1)$$

- для нижнего пояса D_F

$$l_{cylb} \geq 2{,}5\sqrt{\frac{D_F e_{cylb}}{2000}}. \qquad (К.2)$$

Чтобы соединение стенка — крыша резервуара без анкерного крепления можно было рассматривать как разрывной шов, должны быть выполнены следующие расчеты:

а) расчетное давление отказа крыши p_r, мбар, рассчитывают по формуле

1) для исполнений согласно рисунку К.3

$$p_r = \alpha_1 \left\{ \frac{\min\left(e_{ring}; e_{roof}\right)}{D_r} \right\}^{\alpha_2} [\mathrm{tg}\theta]^{\alpha_3} \left\{ \frac{e_{cyl}}{D_F} \right\}^{\alpha_4}; \qquad (К.3)$$

2) для исполнений согласно рисунку К.4

$$p_r = \alpha_1 \left\{ \frac{\min\left(e_{cyl}; e_{roof}\right)}{D_r} \right\}^{\alpha_2} [\mathrm{tg}\theta]^{\alpha_3} \left\{ \frac{e_{cyl}}{D_F} \right\}^{\alpha_4}; \qquad (К.4)$$

где $\alpha_1 = 2{,}175 \cdot 107$;
$\alpha_2 = 1{,}253$;
$\alpha_3 = 0{,}18$;
$\alpha_4 = 0{,}14$.

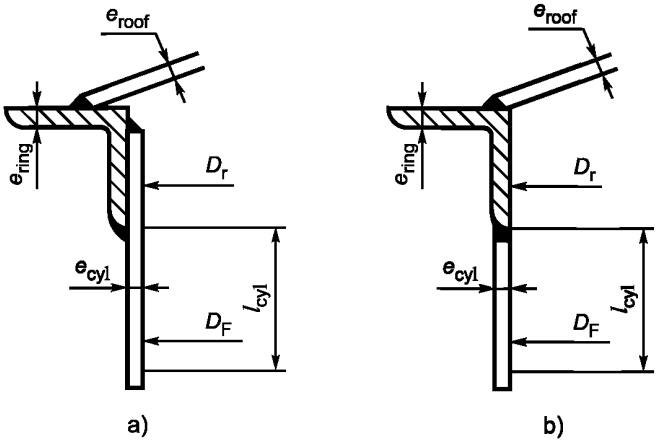


Рисунок К.3, лист 1 — Соединение между крышей и верхним поясом стенки: крыша приварена к опорному кольцу из профиля уголкового сечения

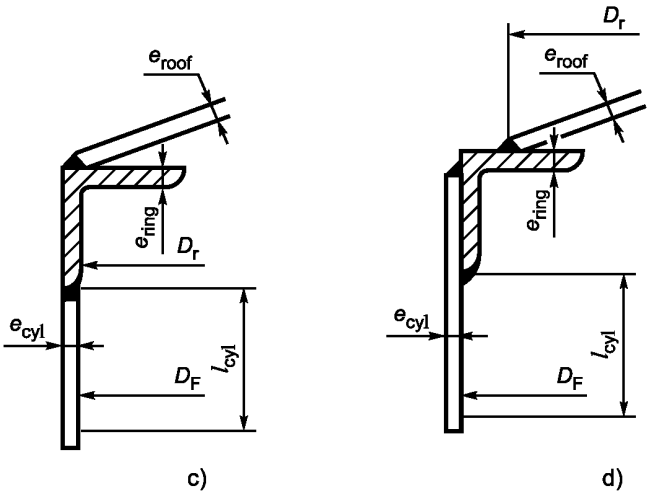


Рисунок К.3, лист 2

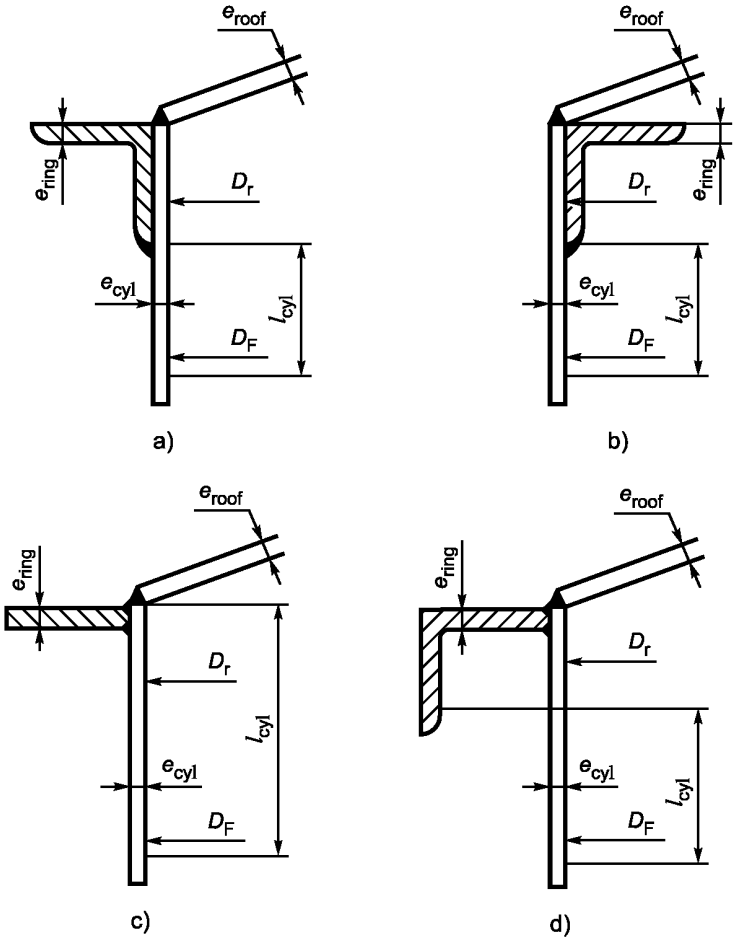


Рисунок К.4 — Соединение между крышей и верхним поясом стенки:
крыша приварена к верхнему поясу стенки

b) расчетное давление отказа днища p_b, мбар, рассчитывают по формуле

$$p_b = \left(\beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2\right)\varepsilon, \quad (K.5)$$

где

$$\varepsilon = \min\left[\left\{(242{,}64X + 0{,}45) + 0{,}65Y^{10}\right\}; 1\right], \quad (K.6)$$

$$X = \frac{\min\left(e_{cylb};\ e_a\right)}{D_F}, \quad (K.7)$$

$$Y = \frac{\min\left(e_{cylb};\ e_a\right)}{\max\left(e_{cylb};\ e_a\right)}, \quad (K.8)$$

$$\beta_0 = 37{,}40, \quad (K.9)$$

$$\beta_1 = 7{,}56 \cdot 10^5, \quad (K.10)$$

$$\beta_2 = 1{,}48 \cdot 10^8; \quad (K.11)$$

c) при таких расчетных давлениях должно выполняться следующее условие:

$$p_b \geq \gamma p_r \quad (K.12)$$

где γ — согласованный коэффициент надежности, $1 < \gamma \leq 1{,}5$ (см. А.2 приложения А).

Примечание — Толщина и/или длина листов окрайки должны быть проверены на соблюдение требований 7.4.5, если толщину нижнего пояса и/или листов окрайки увеличивают для выполнения критериев для крыш с разрывным швом.

Приложение L
(обязательное)

Требования к системам вентиляционного оборудования и вентиляции

L.1 Общие положения

L.1.1 Настоящее приложение содержит требования к нормальной эксплуатационной и аварийной вентиляции резервуаров со стационарными крышами без понтона или с понтоном.

L.1.2 В приложении установлены правила, позволяющие оценить требования к системам вентиляции, которые вытекают из следующих факторов:

a) требования для вентиляции, обеспечивающей отток воздуха при избыточном давлении в нормальных условиях эксплуатации, которые определяются максимальной заданной производительностью при заполнении резервуара продуктом;

b) требования для вентиляции, обеспечивающей отток воздуха при избыточном давлении в нормальных условиях эксплуатации, которые определяются максимальным повышением температуры поверхности резервуара;

c) требования для вентиляции, обеспечивающей приток воздуха при вакууме в нормальных условиях эксплуатации, которые определяются максимальной заданной производительностью при откачке продукта из резервуара;

d) требования для вентиляции, обеспечивающей приток воздуха при вакууме в нормальных условиях эксплуатации, которые определяются максимальным понижением температуры поверхности резервуара;

e) требования для системы аварийного вентилирования, обеспечивающей отток воздуха при избыточном давлении, в случае, когда резервуар подвергается воздействию внешнего пламени;

f) другие аварийные ситуации (см. L.4.3, L.4.4 и L.5).

L.1.3 В нормальных условиях эксплуатации должна быть исключена возможность блокировки системы вентиляционного оборудования резервуара, а сама система должна быть спроектирована таким образом, чтобы в любых условиях эксплуатации расчетные значения избыточного давления и вакуума для пространства внутри резервуара не были превышены.

L.1.4 При определении параметров системы вентиляции и вентиляционного оборудования и установлении общих требований к ней необходимо учитывать как максимальные значения производительности насоса при закачке или откачке хранимого продукта, так и объем воздуха, приток или отток которого в результате температурных воздействий следует обеспечить.

Примечание — Другие факторы, которые могут привести к увеличению объемов воздуха, см. в L.4 и L.5.

L.1.5 Системы вентиляции должны быть защищены от проникновения дождевой воды, посторонних предметов, конденсации, полимеризации и возгонки продукта, замерзания воды или конденсата продукта.

L.1.6 Системы вентиляции должны быть устойчивы к воздействию коррозии в проектных условиях эксплуатации.

L.1.7 Если необходимы чрезвычайно высокие значения пропускной способности по оттоку воздуха вследствие воздействия огня на внешнюю поверхность резервуара или неправильного функционирования специального оборудования (например, системы для создания газовой подушки в резервуаре), должны быть установлены дополнительные аварийные вентиляционные клапаны или резервуар должен выполнять требования приложения K (разрывной шов или «ослабленный узел»).

L.2 Варианты исполнения вентиляционных окон с кожухами и клапанов

L.2.1 Общие положения

Требования к пропускной способности вентиляционных окон с кожухами и клапанов следует устанавливать в соответствии с положениями L.3—L.5.

L.2.2 Вентиляционные окна с кожухами

Вентиляционные окна с кожухами допускается использовать только для безнапорных резервуаров.

L.2.3 Клапаны сброса избыточного давления и вакуума

L.2.3.1 Клапаны сброса избыточного давления и вакуума применяют для резервуаров с низким, высоким и очень высоким эксплуатационным давлением.

L.2.3.2 Повышение давления (аккумулирование) при расчете клапанов сброса давления или вакуума следует учитывать, т. е. установленное давление клапанов сброса давления или вакуума следует выбирать таким образом, чтобы при требуемой пропускной способности не были превышены ни внутреннее расчетное избыточное давление в резервуаре, ни внутренний расчетный вакуум.

L.2.4 Вентиляционные трубопроводы

Для расчета трубопроводов, подключенных к клапанам сброса избыточного давления или вакуума (предохранительным клапанам), следует учитывать факторы, влияющие на регулировку клапанов по избыточному давлению и вакууму, а также на их пропускную способность:

a) потери давления в трубе, при изгибах труб и из-за установленного оборудования;

b) возможное избыточное давление или вакуум, действующие в противоположном направлении.

L.2.5 Аварийные клапаны

Резервуары, соединенные с системой вытяжной вентиляции (факелы, системы рекуперации паров и т. д.) или системой для создания защитной газовой подушки, должны быть оснащены дополнительной системой вентиляционного оборудования или аварийными клапанами, которые выполняют все требования к вентиляционному оборудованию резервуара при оттоке воздуха в атмосферу или при притоке воздуха из атмосферы при вентиляции резервуара.

Установленные значения по давлению и вакууму таких аварийных клапанов должны быть выбраны таким образом, чтобы они не срабатывали в нормальных условиях эксплуатации, т. е. при полной скорости потока клапанов сброса избыточного давления или вакуума.

Примечание — Для определения параметров аварийных клапанов может быть использована пропускная способность предохранительных клапанов по избыточному давлению и вакууму.

L.2.6 Системы вентиляции с огнепреградителями

Если установлено (см. А.1 приложения А), система вентиляции должна быть в состоянии предотвратить обратный удар пламени в резервуар, если при хранении горючих жидкостей в резервуаре может образоваться взрывоопасная атмосфера.

Примечание — При этом требуется учитывать имеющиеся местные предписания.

L.3 Расчет максимальной пропускной способности вентиляционного оборудования при притоке и оттоке воздуха в условиях эксплуатации

L.3.1 Общие положения

Пропускная способность вентиляционных окон с кожухами и клапанов должна учитывать как производительность заполнения и опорожнения резервуара, так и температурные факторы.

L.3.2 Производительность заполнения и опорожнения резервуара

L.3.2.1 Отток воздуха при «выдохе»

Пропускная способность по оттоку воздуха должна включать:

a) максимальную производительность заполнения резервуара для продуктов, которые хранятся при температуре ниже 40 °С или давлении паров ≤ 50 мбар.

$$U_{op} = U_{pf}, \quad (L.1)$$

где U_{op} — требуемая пропускная способность по оттоку воздуха, м^3/ч;

U_{pf} — максимальная производительность заполнения резервуара, м^3/ч;

b) для обогащенных продуктов (например, метаном) максимальная пропускная способность клапанов по оттоку воздуха должна быть увеличена в 1,7 раза, чтобы скорректировать производительность заполнения с учетом выделения газа из обогащенных продуктов во время процесса заполнения

$$U_{op} = 1{,}7U_{pf}; \quad (L.2)$$

c) для продуктов, хранимых при температуре выше 40 °С или имеющих давление паров выше 50 мбар, пропускная способность клапанов по оттоку воздуха должна быть увеличена на значение интенсивности испарения, которая должна быть установлена для расчета (см. А.1 приложения А).

L.3.2.2 Приток воздуха

Пропускная способность клапанов по притоку воздуха должна включать в себя максимальную производительность при сливе продукта из резервуара:

$$U_{ip} = U_{pe}, \quad (L.3)$$

где U_{ip} — требуемая пропускная способность по притоку воздуха, м^3/ч, в нормальном состоянии;

U_{pe} — максимальная производительность при сливе продукта из резервуара, м^3/ч.

L.3.3 Приток и отток воздуха, вызванные температурными факторами

L.3.3.1 Общие положения

Необходимо учитывать приток и отток воздуха, обусловленные температурными факторами, а именно вследствие атмосферного нагрева или охлаждения наружной поверхности резервуара, которая включает в себя площадь стенки и проецированную площадь крыши.

L.3.3.2 Отток воздуха вследствие нагрева

L.3.3.2.1 Резервуары без теплоизоляции

Максимально возможную скорость потока, возникающую вследствие нагрева, рассчитывают по формуле

$$U_{OT} = 0{,}25V_T^{0,9}R_O, \quad (L.4)$$

$$R_O = \left(1 - \frac{\Delta P_{ap}}{140}\right)^{1,6}, \quad (L.5)$$

где ΔP_{ap} — аккумулированное давление, мбар, относительно фактического давления.

Примечание 1 — Если $\Delta P_{ap} < 5$ мбар, если не известно: $R_O = 1$;

R_O — коэффициент уменьшения для оттока воздуха вследствие нагрева;

U_{OT} — пропускная способность по оттоку воздуха вследствие нагрева — максимальная скорость потока воздуха при нагреве, м^3/ч;

V_T — объем содержимого резервуара, м^3.

Примечание 2 — Коэффициент 0,25 действует для зоны от 58° с.ш. до 42° с. ш. Севернее 58° с. ш. действует коэффициент 0,2, южнее 42° с. ш. используют коэффициент 0,32.

L.3.3.2.2 Резервуар с теплоизоляцией или улавливающим поддоном (двойная стенка)

Тепловая скорость потока вследствие нагрева уменьшается посредством полной или частичной теплоизоляции или с помощью улавливающего поддона (см. L.3.3.4 и L.3.3.5).

L.3.3.3 Приток воздуха вследствие охлаждения

L.3.3.3.1 Резервуары без теплоизоляции

Максимально возможную скорость потока, возникающего вследствие охлаждения, рассчитывают по следующей формуле:

$$U_{IT} = CT_T^{0,7}R_1, \quad (L.6)$$

$$R_1 = \left(1 - \frac{\Delta P_{av}}{140 + P_{vp}}\right)^{1,6}, \quad (L.7)$$

где $C = 3$ для гексана и продуктов с таким же давлением пара и температурой хранения ниже 25 °С;

$C = 5$ для продуктов с давлением пара выше, чем у гексана, и/или температурой хранения выше 25 °С.

Примечание 1 — Если давление пара неизвестно, принимают $C = 5$.

Примечание 2 — Коэффициенты $C = 3$ и $C = 5$ действуют для зоны от 58° до 42° с. ш. Севернее 58° широты действуют коэффициенты $C = 2{,}5$ или соответственно $C = 4$, южнее 42° с. ш. принимают коэффициенты $C = 4$ или соответственно $C = 6{,}5$.

P_{vp} — давление пара жидкости при максимальной температуре в мбар.

Примечание 3 — Если P_{vp} неизвестно, принимают $R_1 = 1$.

ΔP_{av} — аккумулированный вакуум, мбар, относительно фактического вакуума;

R_1 — коэффициент уменьшения для притока воздуха вследствие охлаждения;

U_{IT} — максимальная скорость потока воздуха при охлаждении, м^3/ч, в нормальном состоянии;

V_T — объем содержимого резервуара, м^3.

L.3.3.3.2 Резервуар с теплоизоляцией или улавливающим поддоном (двойная стенка)

Тепловая скорость потока вследствие охлаждения уменьшается посредством полной или частичной теплоизоляции или с помощью улавливающего поддона (см. L.3.3.4 и L.3.3.5).

L.3.3.4 Коэффициент уменьшения для резервуаров с теплоизоляцией

Тепловая скорость потока вследствие охлаждения (приток воздуха) или нагревания (отток воздуха) уменьшается посредством теплоизоляции. Это зависит от качества и толщины теплоизоляции.

Коэффициент уменьшения для полной теплоизоляции Rin рассчитывают следующим образом:

$$R_{in} = \frac{1}{1 + \frac{hL_{In}}{\lambda_{In}}}, \quad (L.8)$$

h — коэффициент теплоотдачи, Вт/м^2·К;

L_{in} — толщина слоя теплоизоляции, м;

λ_{in} — коэффициент теплопроводности, Вт/м·К.

Примечание — При толщине слоя теплоизоляции L_{in} = 0,1 м, коэффициенте теплопроводности изоляции λ_{in} = 0,05 Вт/м·К, а также при значении коэффициента теплоотдачи с внутренней стороны h = 4 Вт/м^2·К (эти значения часто используются на практике) коэффициент уменьшения составляет R_{in} = 0,11.

Для частичной теплоизоляции коэффициент уменьшения рассчитывают следующим образом:

$$R_{inp} = \frac{A_{inp}}{A} R_{in} + \left(1 - \frac{A_{inp}}{A}\right), \quad \text{(L.9)}$$

где A — общая площадь оболочки резервуара (стенки и крыши), м^2;

A_{inp} — площадь теплоизоляции оболочки резервуара, м^2.

L.3.3.5 Коэффициент уменьшения для резервуаров с улавливающим поддоном (двойная стенка)

Для резервуаров с дополнительным улавливающим поддоном коэффициент уменьшения Rc рассчитывают следующим образом:

$$R_c = 0{,}25 + 0{,}75\frac{A_c}{A}, \quad \text{(L.10)}$$

где A_c — площадь поверхности резервуара, которая находится за пределами улавливающего поддона (части стенки и крыши), м^2.

L.4 Расчет максимальной пропускной способности аварийного клапана по давлению

L.4.1 Общие положения

L.4.1.1 В случае воздействия огня или неправильного функционирования специального оборудования (например, системы для создания газовой подушки в резервуаре) могут потребоваться очень высокие значения пропускной способности оборудования, обеспечивающего отток воздуха.

L.4.1.2 Если имеющиеся клапаны сброса давления для нормальных условий эксплуатации не в состоянии обеспечить такую высокую пропускную способность, должна быть предусмотрена система аварийного вентилирования для сброса давления.

L.4.1.3 Система аварийного вентилирования должна обеспечивать пропускную способность, необходимую для любой комбинации возможных случаев неправильного функционирования, а также пропускную способность, необходимую в случае пожара.

L.4.2 Расчет максимального пропускного потока для аварийного сброса давления

L.4.2.1 Общие положения

L.4.2.1.1 Резервуар может нагреваться от расположенного рядом источника огня, что приводит к быстрому увеличению объема газа за несколько минут и спустя несколько часов к полному испарению продукта (кипению продукта).

L.4.2.1.2 Необходимо предусмотреть установку аварийных клапанов, если не выполняются требования приложения К.

L.4.2.1.3 Параметры аварийных клапанов зависят как от максимально допустимого эксплуатационного давления резервуара, так и от скорости потока, которая рассчитывается согласно L.4.2.2 или L.4.2.3. Если кипение продукта невозможно, достаточно рассчитать пропускную способность аварийной вентиляции для ситуации расширения газа (см. L.4.2.2).

L.4.2.1.4 Если кипение продукта возможно, пропускная способность системы аварийного вентилирования должна быть рассчитана в том числе для испарения продукта (см. L.4.2.3).

Примечание — Пропускная способность стандартных предохранительных клапанов сброса давления может учитываться при проектировании аварийных клапанов.

L.4.2.2 Скорость потока при расширении газов во время пожара

Скорость потока рассчитывают следующим образом:

$$U_{FE} = 15V_T^{0,7}R_{inf},\ R_{inf} = \frac{1}{1 + \frac{h_f L_{in}}{\lambda_{in}}},\ h_f = \frac{40}{A_w^{0,18}}, \quad \text{(L.11)}$$

где A_w — площадь стенки резервуара, нагреваемая при пожаре, м^2;

Примечание — Учитывают только часть стенки высотой до 9 м над уровнем днища резервуара.

h_f — коэффициент теплоотдачи, Вт/м^2·К;

L_{in} — толщина слоя теплоизоляции, м;

R_{inf} — коэффициент уменьшения для теплоизоляции (при наличии) в случае пожара;
U_{FE} — скорость потока при расширении газов в случае пожара, м^3/ч;
V_T — объем резервуара, м^3;
λ_{in} — теплопроводность, Вт/м·К.

L.4.2.3 Скорость потока вследствие испарения продукта (при кипении продукта)

Скорость потока рассчитывают следующим образом:

$$U_{FB} = 4 \cdot 10^4 A_w^{0,82} \frac{R_{inf}}{H_v} \sqrt{\frac{T}{M}}, \quad \text{(L.12)}$$

где A_w — площадь стенки резервуара, нагреваемая при пожаре, м^2 (см. L.4.2.2);
H_v — удельная теплота парообразования, кДж/кг;
M — молекулярный вес продукта, кг/кмоль;
R_{inf} — коэффициент уменьшения для теплоизоляции (см. L.4.2.2);
T — температура кипения, К;
U_{FB} — скорость потока при расширении газов в случае пожара, м^3/ч воздуха в нормальном состоянии.

Примечание 1 — Для гексана (M = 86 кг/кмоль; H_v = 335 кДж/кг; T = 342 К) и равнозначных продуктов и R_{inf} = 1 формула упрощается:

$$U_{FB} = 238 A_w^{0,82}.$$

Примечание 2 — Скорость потока, рассчитываемая для испарения продукта, всегда покрывает скорость потока, требуемую для расширения газа (см. L.4.2.2).

L.4.3 Неисправность системы защитного покрытия

При отказе системы создания защитной газовой подушки в резервуар могут попасть большие количества газа, и эти избыточные количества должны быть выведены из резервуара с помощью вентиляционных систем, обеспечивающих отток воздуха, и систем аварийной вентиляции без превышения расчетного давления в резервуаре.

Максимальный возможный поток газа при отказе должен быть зафиксирован (см. А.1 приложения А).

L.4.4 Другие возможные причины

Требуемая пропускная способность системы аварийного вентилирования для других возможных причин должна быть зафиксирована (см. А.1 приложения А).

К другим возможным причинам относятся:

a) неправильное функционирование системы нагрева резервуара (при наличии);

b) утечки из системы нагрева резервуара (при наличии);

c) превышение максимально допустимой производительности заполнения из-за неправильного регулирования насосной системы;

d) химические реакции;

e) неправильная очистка трубопровода;

f) подача продукта с помощью сжатого газа.

L.5 Аварийные клапаны по вакууму

Требуемая пропускная способность системы аварийной вентиляции по вакууму должна быть указана для следующих случаев (см. А.1 приложения А):

a) резкое охлаждение вследствие закачки холодной жидкости в горячий пустой резервуар;

b) неправильное функционирование спринклерной системы;

c) слишком большой объем откачки продукта из резервуара.

L.6 Испытание выпускных клапанов

L.6.1 Общие положения

L.6.1.1 Пропускная способность

Пропускная способность по избыточному давлению (оттоку) воздуха и пропускная способность по вакууму (притоку) воздуха определяется в соответствии с методами, указанными в L.6.3. Эти методы должны применяться как к вентиляционным окнам с кожухами, так и к предохранительным клапанам по избыточному давлению и/или вакууму (конечные клапаны или клапаны, устанавливаемые в трубопроводы).

L.6.1.2 Кривые пропускной способности

Кривые для пропускной способности следует строить для каждого типа устройств и для каждого номинального диаметра.

L.6.1.3 Испытания

L.6.1.3.1 Испытания проводят воздухом при температуре окружающей среды, если только между покупателем и изготовителем оборудования не согласовано иное.

L.6.1.3.2 Кривые пропускной способности или формулы должны относиться к воздуху в нормальном состоянии (температура 0 °С; давление 1,013 бар; плотность 1,29 кг/м^3).

L.6.1.3.3 Результаты испытаний для других сред или для отличающихся условий должны быть приведены к значениям для воздуха в нормальном состоянии.

L.6.1.4 Построение кривых пропускной способности

L.6.1.4.1 Кривые пропускной способности для скорости потока следует строить в зависимости от давления или вакуума резервуара в резервуаре [кривая скорости потока (давления), скорости потока/вакуума].

L.6.1.4.2 Аккумулированное давление должно быть указано.

Примечание 1 — Кривые пропускной способности относятся к чистым устройствам, т. е. загрязнения, которые могут скапливаться в устройстве и уменьшать пропускную способность, не учитываются.

Примечание 2 — Рекомендуется привлечь независимую организацию для контроля и подтверждения работы испытательного оборудования, методов измерения, процесса проведения и результатов испытаний.

L.6.2 Испытательное оборудование

L.6.2.1 Общие положения

Испытательное оборудование, представленное на рисунке L.1, пригодно для конечного вентиляционного оборудования, а также для устройств, устанавливаемых в трубопроводы, и должно содержать элементы, указанные ниже.

L.6.2.2 Оборудование для создания испытательной среды

Оборудование для создания испытательной среды 1 должно представлять собой воздуходувку, вентилятор или подобное устройство.

L.6.2.3 Устройство для измерения скорости потока

Устройство для измерения потока 2 должно проходить ежегодную калибровку.

Примечание — Рекомендуется применять устройство для измерения массового потока, чтобы не проводить пересчет к нормальному состоянию.

L.6.2.4 Испытательный резервуар

Для испытательного резервуара 3 должно быть учтено следующее:

a) скорость потока внутри испытательного резервуара должна быть не более 2,0 м/с, испытательный резервуар должен иметь такую конструкцию, чтобы вентиляционные клапаны не подвергались воздействию направленного потока высокой скорости;

b) пульсации, которые, возможно, будут вызваны устройством для создания скорости потока (например, воздуходувка или вентилятор), должны быть погашены для предотвращения погрешностей измерения;

c) подача испытательной среды должна осуществляться из нижней части испытательного резервуара;

d) для минимизации потерь на входе, испытательная арматура 7 должна быть установлена в самой высокой точке испытательного резервуара.

e) вентиляционное устройство должно быть установлено на прямой трубе, длина которой L составляет 1,5 диаметра, которая имеет такой же диаметр, что и испытательное устройство, расположена вертикально и гладко примыкает к внутренней стороне испытательного резервуара;

f) при испытании клапанов, устанавливаемых в трубопровод, труба 8 должна быть подключена к выходному патрубку испытательной арматуры. Эта труба должна иметь такой же диаметр, что и выходной патрубок испытательной арматуры;

g) для испытаний предохранительных клапанов по вакууму направление потока должно быть обратным, т. е. воздух всасывается в испытательный резервуар через испытательную арматуру.

L.6.2.5 Устройство для измерения давления

Устройство для измерения давления 4 должно проходить ежегодную калибровку.

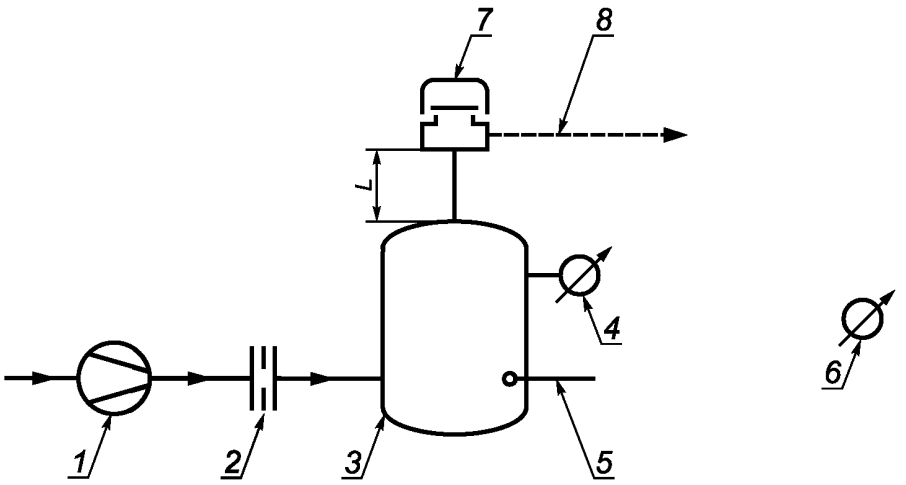
L.6.2.6 Устройство для измерения температуры

Устройство для измерения температуры испытательной среды 5 должно проходить ежегодную калибровку.

L.6.2.7 Барометр

Устройство для измерения атмосферного давления 6.

Примечание — Если используется устройство для измерения массового потока 2, температуру испытательной среды и атмосферное давление измерять не требуется.



1 — устройство для подачи испытательной среды (воздуходувка или вентилятор); *2* — калиброванное устройство для измерения скорости потока; *3* — испытательный резервуар, *4* — калиброванное устройство для измерения давления и вакуума; *5* — устройство для измерения температуры; *6* — барометр — устройство для измерения атмосферного давления; *7* — испытуемый клапан; *8* — выпускная труба, если установлена; *L* — длина присоединительной трубы (прямого патрубка)

Рисунок L.1 — Испытательное оборудование для измерения скорости потока при вентиляции

L.6.3 Метод измерения

L.6.3.1 Общие положения

Если предохранительные клапаны по избыточному давлению или вакууму скомбинированы с огнепреградителями, испытания следует проводить для комбинации приборов.

L.6.3.2 Вентиляционные окна с кожухами

Начиная с нулевой скорости потока давление или вакуум в резервуаре измеряют на пяти равномерно распределенных значениях до максимального значения min 50 мбар.

L.6.3.3 Предохранительные клапаны по избыточному давлению и вакууму

Кривую пропускной способности строят как для минимального и максимального установленного давления и/или вакуума, так и для трех промежуточных значений давления.

Измерение избыточного давления или внутреннего вакуума следует проводить, начиная с соответствующего установленного давления клапана (скорость потока 0) через равные промежутки до максимального значения или полного открывания клапана.

Примечание 1 — Рекомендуется измерять скорость потока в резервуаре при значениях давления, которые соответствуют 1,1; 1,2; 1,5 и 2 значениям юстированного давления срабатывания при давлении или вакууме. Если полное открытие клапана при двукратном значении установленного давления клапана не достигается, требуются дополнительные точки измерения до полного открывания клапана.

Примечание 2 — Если определены некоторые точки измерения после полного открывания клапана, кривая может быть экстраполирована для более высоких значений давления или вакуума.

L.7 Документация изготовителя и маркировка выпускных устройств

L.7.1 Документация

Изготовитель или продавец выпускных устройств должен предоставить свидетельство, которое подтверждает установленное давление, установленный вакуум и скорость потока при указанном повышении давления (аккумулировании) или расчетном избыточном давлении (вакууме) в резервуаре.

Примечание — Рекомендуется приложить диаграмму зависимости скорости потока и потерь давления (кривая пропускной способности) или коэффициенты расхода клапанов сброса.

L.7.2 Маркировка

L.7.2.1 Общие требования

Каждое выпускное устройство должно иметь маркировку с требуемыми данными, читаемость маркировки не должна ухудшаться в процессе эксплуатации. Маркировку наносят на само выпускное устройство или на одну или несколько табличек, прикрепленные к клапану.

Требуемые данные наносят на устройство или табличку методом штамповки, травления, чеканки или литья.

L.7.2.2 Вентиляционные окна с кожухами

Маркировка должна содержать как минимум следующие данные:

a) имена и товарный знак изготовителя;

b) конструкционный или типовой номер изготовителя;

c) обозначение и год регистрации соответствующего стандарта;

d) номинальный размер присоединительного патрубка устройства;

e) расчетная пропускная способность для расчетного давления в резервуаре при нормальном давлении и вакууме, $м^3$/ч воздуха в нормальном состоянии.

L.7.2.3 Клапаны сброса давления

Маркировка должна содержать как минимум следующие данные:

a) имена и идентификационный знак изготовителя;

b) конструкционный или типовой номер изготовителя;

c) обозначение и год регистрации соответствующего стандарта;

d) номинальный размер присоединительного патрубка устройства;

e) установленное давление, мбар;

f) расчетная пропускная способность при максимальном давлении для оттока воздуха (расчетное давление в резервуаре), воздуха в нормальном состоянии.

L.7.2.4 Клапаны сброса вакуума

Маркировка должна содержать как минимум следующие данные:

a) имена и идентификационный знак изготовителя;

b) конструкционный или типовой номер изготовителя;

c) обозначение и год регистрации соответствующих стандартов;

d) номинальный размер присоединительного патрубка устройства;

e) установленный вакуум, мбар;

f) расчетная пропускная способность при максимальном вакууме для притока воздуха (расчетное давление в резервуаре для вакуума), $м^3$/ч воздуха в нормальном состоянии.

L.7.2.5 Комбинированные предохранительные клапаны по давлению и вакууму

Каждый комбинированный предохранительный клапан по давлению и вакууму должен иметь маркировку, описанную в L.7.2.3 и L.7.2.4.

L.7.2.6 Вентиляционные клапаны с огнепреградителями

Для вентиляционных клапанов, скомбинированных с огнепреградителями или имеющих встроенные огнепреградители, дополнительно должна быть нанесена маркировка в соответствии с ЕН 12874.

Приложение М
(справочное)

Анкерное крепление резервуаров

М.1 Общие положения

Для резервуаров согласно настоящему стандарту возможны разные исполнения анкерных креплений. Наиболее подходящий для конкретного случая вариант исполнения должен быть определен и согласован (см. А.2 приложения А). Указанные ниже примеры не исключают других вариантов исполнения, если были достигнуты соответствующие договоренности.

М.2 Анкерная полоса

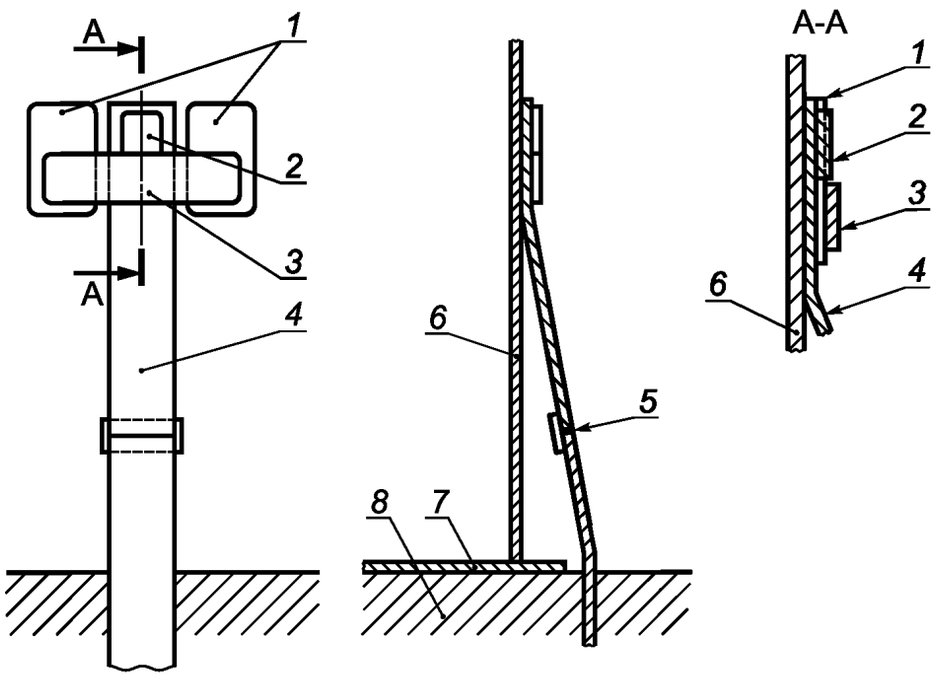
Типовое исполнение анкерной полосы показано на рисунке М.1.

М.3 Анкерные болты с отдельными анкерными столиками

Типовое исполнение анкерных болтов с отдельными столиками показано на рисунке М.2.

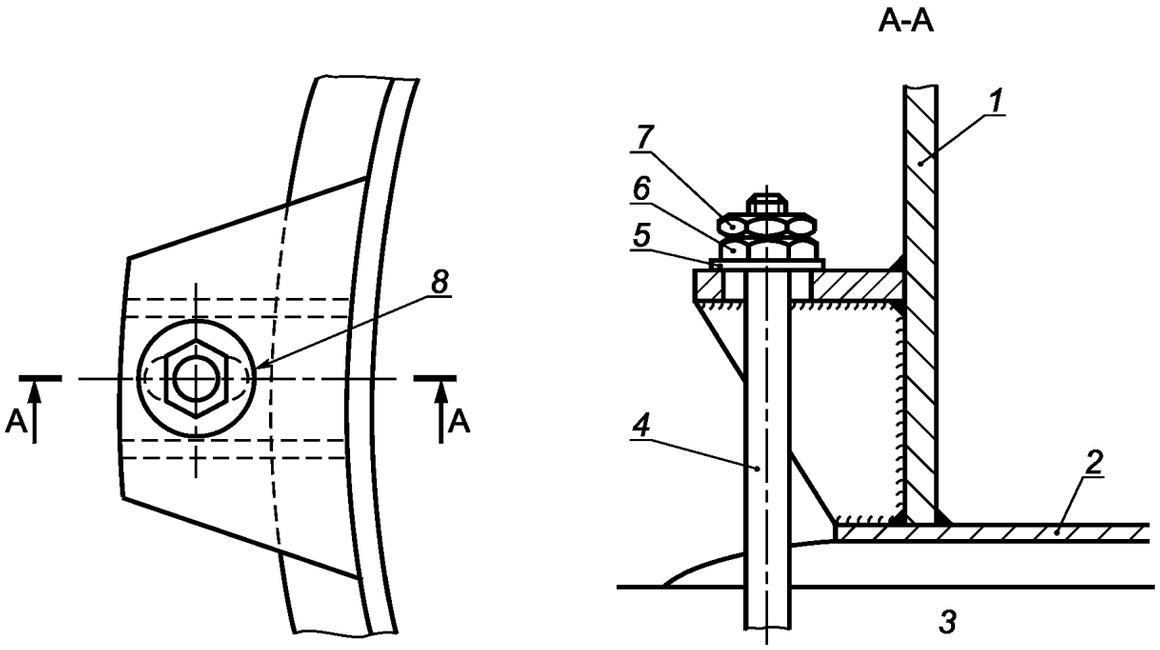
М.4 Анкерные болты в кольцевой анкерной плите

Типовое исполнение анкерных болтов в сплошной кольцевой анкерной плите показано на рисунке М.3.



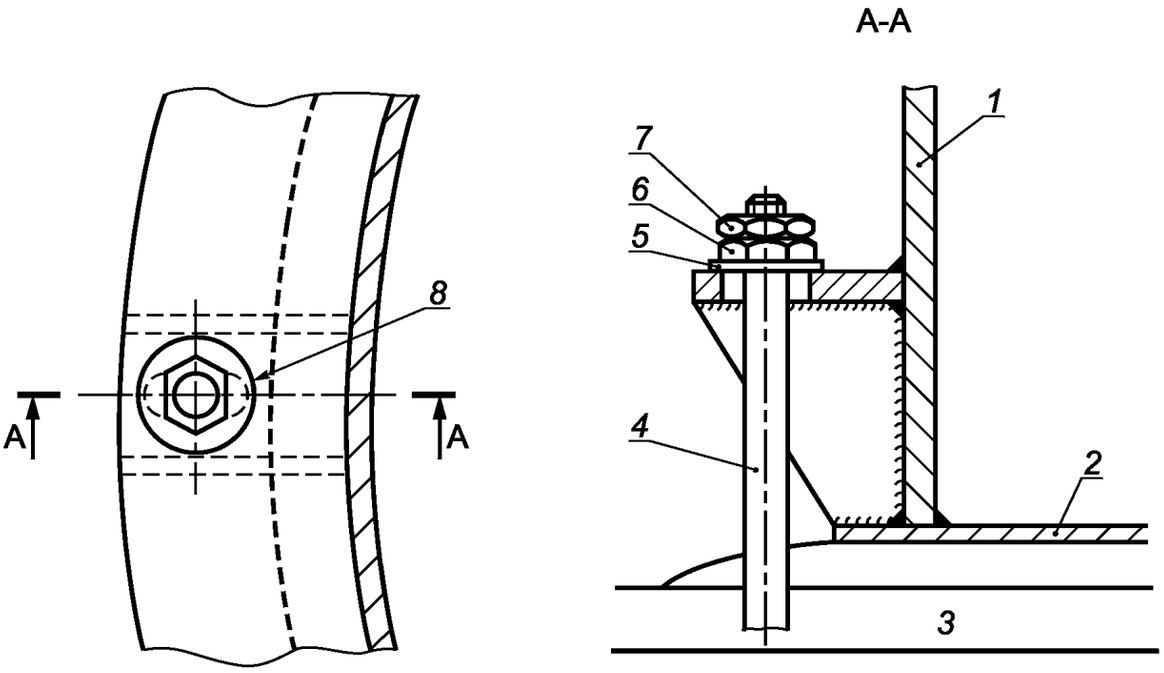
1 — опорные накладки на стенке; *2* — фиксатор; *3* — поперечина; *4* — анкерная полоса; *5* — стыковое сварное соединение; *6* — стенка резервуара; *7* — днище резервуара; *8* — фундамент

Рисунок М.1 — Типовое исполнение анкерной полосы



1 — стенка резервуара; *2* — днище резервуара; *3* — фундамент; *4* — анкерный болт; *5* — шайба; *6* — гайка; *7* — контргайка; *8* — отверстие в анкерном столике

Рисунок М.2 — Типовое исполнение анкерных болтов с отдельными столиками



1 — стенка резервуара; *2* — днище резервуара; *3* — фундамент; *4* — анкерный болт; *5* — шайба; *6* — гайка; *7* — контргайка; *8* — отверстие в кольцевой анкерной плите

Рисунок М.3 — Типовое исполнение анкерных болтов с кольцевой анкерной плитой

Приложение N
(справочное)

Информация по сварке навесных и накладных элементов

N.1 Врезные патрубки, привариваемые с усиливающими накладками

Врезные патрубки, привариваемые с усиливающими накладками, должны соответствовать одному из примеров таблицы N.1 и рисунка N.1.

Таблица N.1 — Размеры сварного шва врезных патрубков, привариваемых с усиливающими накладками

В миллиметрах

Рисунок	e или e_i	e_n	e_r	F_1	F_2	P_1	P_2	P_3
a, 1)	до 20 вкл.	до 12,5 вкл.	—	Меньшее значение из e и e_n	Меньшее значение из e и e_n	—	—	—
a, 2)	до 20 вкл.	до 12,5 вкл.	—	Меньшее значение из e и e_n	—	—	Меньшее значение из e и e_n	—
b, 1)	до 20 вкл	—	—	Меньшее значение из $\frac{e}{2}$ и $\frac{e_n}{2}$	Меньшее значение из $\frac{e}{2}$ и $\frac{e_n}{2}$	$P_1 + P_2 \geq e - 3$		—
b, 2)	до 20 вкл	—	—	Меньшее значение из e и e_n	—	$P_1 + P_2 \geq e - 3$		—
b, 1)	от 20 до 40 вкл.	до 12,5 вкл.	—	до 13 вкл.	до 13 вкл.	$F_1 + P_1 \geq e_n$	$F_2 + P_2 \geq e_n$	—
b, 2)	от 20 до 40 вкл.	до 12,5 вкл.	—	до 13 вкл.	—	$F_1 + P_1 \geq e_n$	$\geq e_n$	—
b, 1)	от 20 до 40 вкл.	—	—			$P_1 + P_2 = e - 5$		—
b, 2)	от 20 до 40 вкл.	—	—		—	$P_1 + P_2 = e - 5$		—
c	—	—	—	Меньшее значение из e и e_r		$F_1 + P_1 \geq$ меньшее значение из e и e_r	e	—
d	—	—	—			e_r	$P_2 + P_3 \geq e - 3$	
e	—	—	—	≤6	≤6	$F_1 + P_1 \geq$ меньшее значение из e_n и e_r	$F_2 + P_2 \geq$ меньшее значение из e_n и e_r	$P_1 + P_3 \geq e_r - 3$

Примечание — F_1 и F_2 — минимум 6 мм.

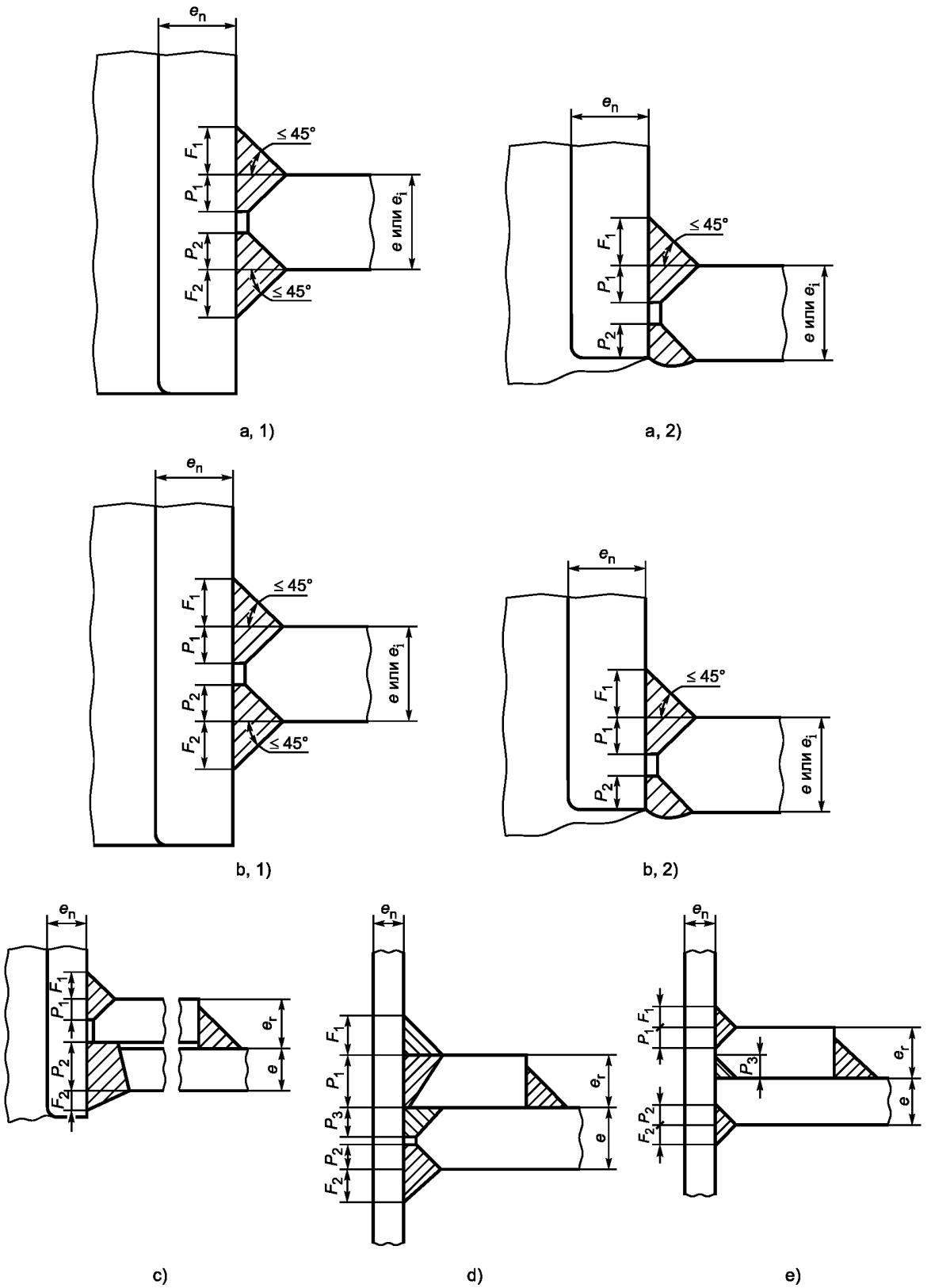
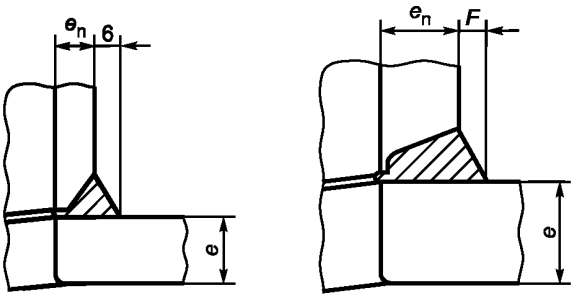


Рисунок N.1 — Типовые исполнения врезных патрубков, привариваемых с усиливающими накладками

N.2 Накладные патрубки, привариваемые встык

N.2.1 При наружном диаметре патрубков в стенке резервуара менее 80 мм допускается использовать накладные патрубки, привариваемые встык (см. рисунок N.2).

В миллиметрах



e_n = 16 max — a)

e_n > 16; $F = e_n/3$ — b)

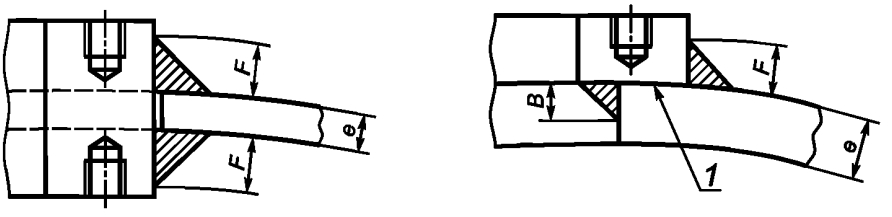
Рисунок N.2 — Типовые исполнения накладных патрубков, привариваемых встык

N.2.2 При использовании накладных патрубков, привариваемых встык, необходимо проверить листы стенки на наличие расслоения (см. 12.2).

N.2.3 Если метод сварки не может гарантировать равномерное и полное проплавление корня сварного шва, такие швы должны быть удалены и проварены подварочным швом. С внутренней стороны первый слой сварного шва, свариваемого только с одной стороны, должен быть гладко зашлифован заподлицо с внутренней поверхностью отверстия.

N.3 Блочные фланцы с резьбовыми шпильками

Типовые исполнения блочных фланцев с резьбовыми шпильками показаны на рисунке N.3.



a) b)

1 — кольцо

Примечание — Кольцо должно прилегать к стенке или листу крыши.

Примечание 1 — Зазор ни в одной точке не должен превышать 3 мм.

$F \geq e$ или 6 мм максимум

$B \leq e$ или 6 мм максимум

Рисунок N.3 — Типовые исполнения блочных фланцев с резьбовыми шпильками

Приложение О
(справочное)

Придонные очистные люки и зумпфы резервуара

О.1 Придонные очистные люки

О.1.1 Общие положения

Типовые исполнения придонных очистных люков в соответствии с требованиями 13.6.2 были разработаны на основании практического опыта и зарекомендовали себя удовлетворительно.

О.1.2 Придонные очистные люки с усиливающей врезкой

О.1.2.1 На рисунке О.1 подробно показана типовая усиливающая врезка для люка размерами 915 × 1230 мм, при этом действуют следующие ограничения:

- предел текучести материала нижнего пояса стенки ≤ 275 Н/мм^2;
- толщина нижнего пояса стенки e_1 ≤ 18,5 мм;
- толщина врезки $e_i = 2e_1 + 3 \le 40$ мм;
- толщина усиливающего листа днища $e_{br} = 7\sqrt{H+3}$;
- толщина крышки и фланца (e_f) = 0,78 H + 11,

где H — высота резервуара, м.

О.1.2.2 На рисунке О.2 подробно показана типовая усиливающая врезка для люка размерами 300 × 1230 мм, при этом действуют следующие ограничения:

- нижний пояс изготовлен из материала, приведенного в разделе 6;
- толщина нижнего пояса стенки e_1 ≤ 18,5 мм;
- толщина врезки $e_i = 2e_1 + 3 \le 40$ мм;
- толщина усиливающего листа днища $e_{br} = 7\sqrt{H+3}$;
- толщина крышки и фланца $e_f = 0,52\ H + 6$,

где H — высота резервуара, м.

О.1.3 Придонные очистные люки с усиливающим листом

О.1.3.1 На рисунке О.3 подробно показана типовая конструкция с усиливающим листом для люка размерами 915 × 1230 мм, при этом действуют следующие ограничения:

- предел текучести материала нижнего пояса стенки ≤ 275 Н/мм^2;
- толщина нижнего пояса стенки e_1 ≤ 18,5 мм;
- материал усиливающего листа тот же, что и материал нижнего пояса стенки резервуара;
- толщина усиливающего листа $e_r = e_1 + 3 \le 40$ мм;
- толщина усиливающего листа днища $e_{br} = 7\sqrt{H+3}$;
- толщина крышки и фланца $e_f = 0,78\ H + 11$,

где H — высота резервуара, м.

О.1.4 На рисунке О.4 подробно показана типовая конструкция с усиливающим листом для люка размерами 300 × 1230 мм, при этом действуют следующие ограничения:

- нижний пояс изготовлен из материала, приведенного в разделе 6;
- толщина нижнего пояса стенки e_1 ≤ 40 мм;
- материал усиливающего листа тот же, что и материал нижнего пояса стенки резервуара;
- толщина усиливающего листа $e_r = e_1 \le 40$ мм;
- толщина усиливающего листа днища $e_{br} = 7\sqrt{H+3}$;
- толщина крышки и фланца $e_f = 0,52\ H + 6$.

где H — высота резервуара, м.

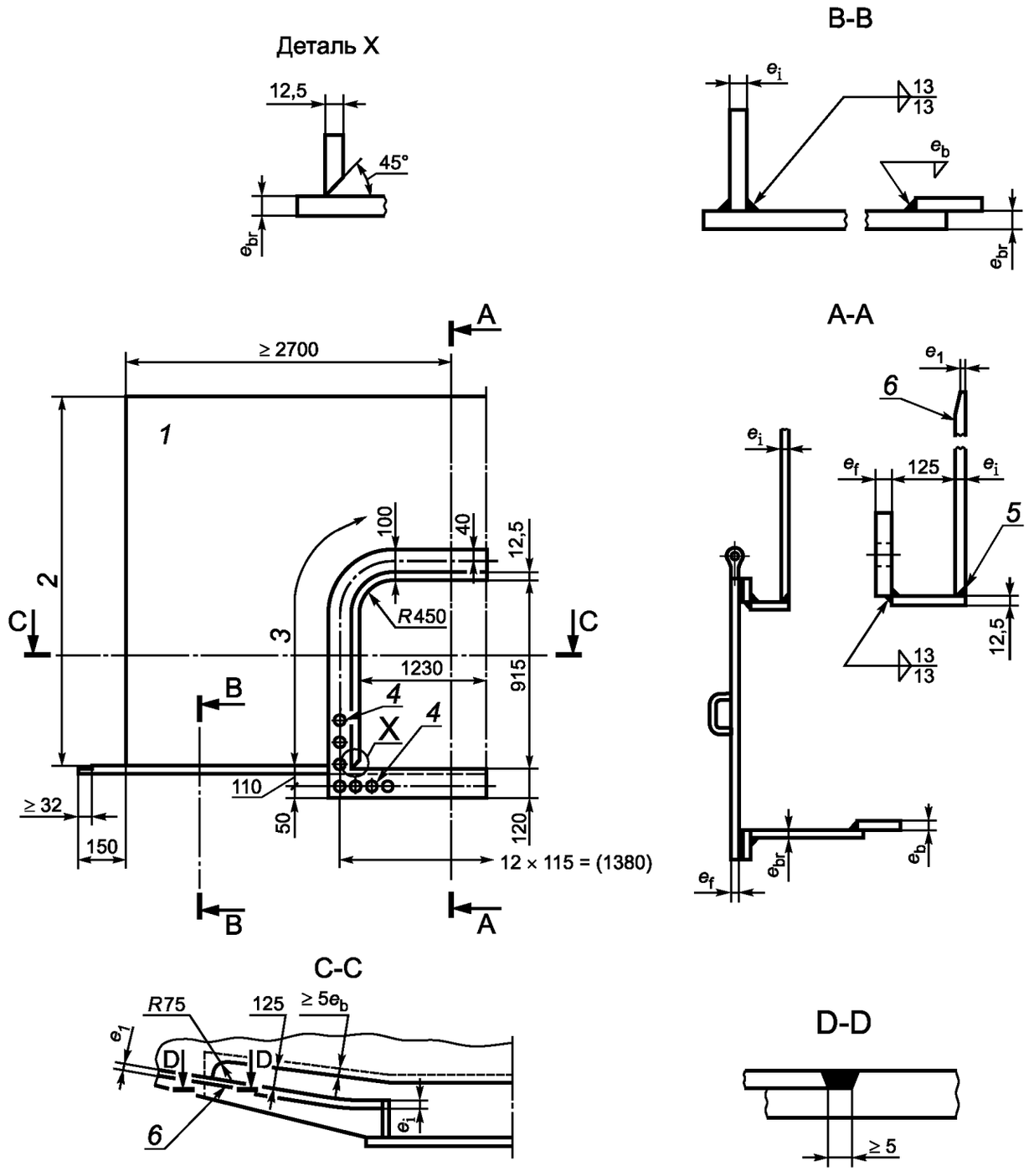
О.2 Зумпфы резервуаров

Детали конструкции для проектирования зумпфов резервуаров в соответствии с 12.4.4—12.4.5 показаны на рисунке О.5.

О.3 Комбинированный зумпф для стока и очистки

Детали конструкции для проектирования комбинированных зумпфов для стока и очистки резервуаров в соответствии с 12.4.6 показаны на рисунке О.6.

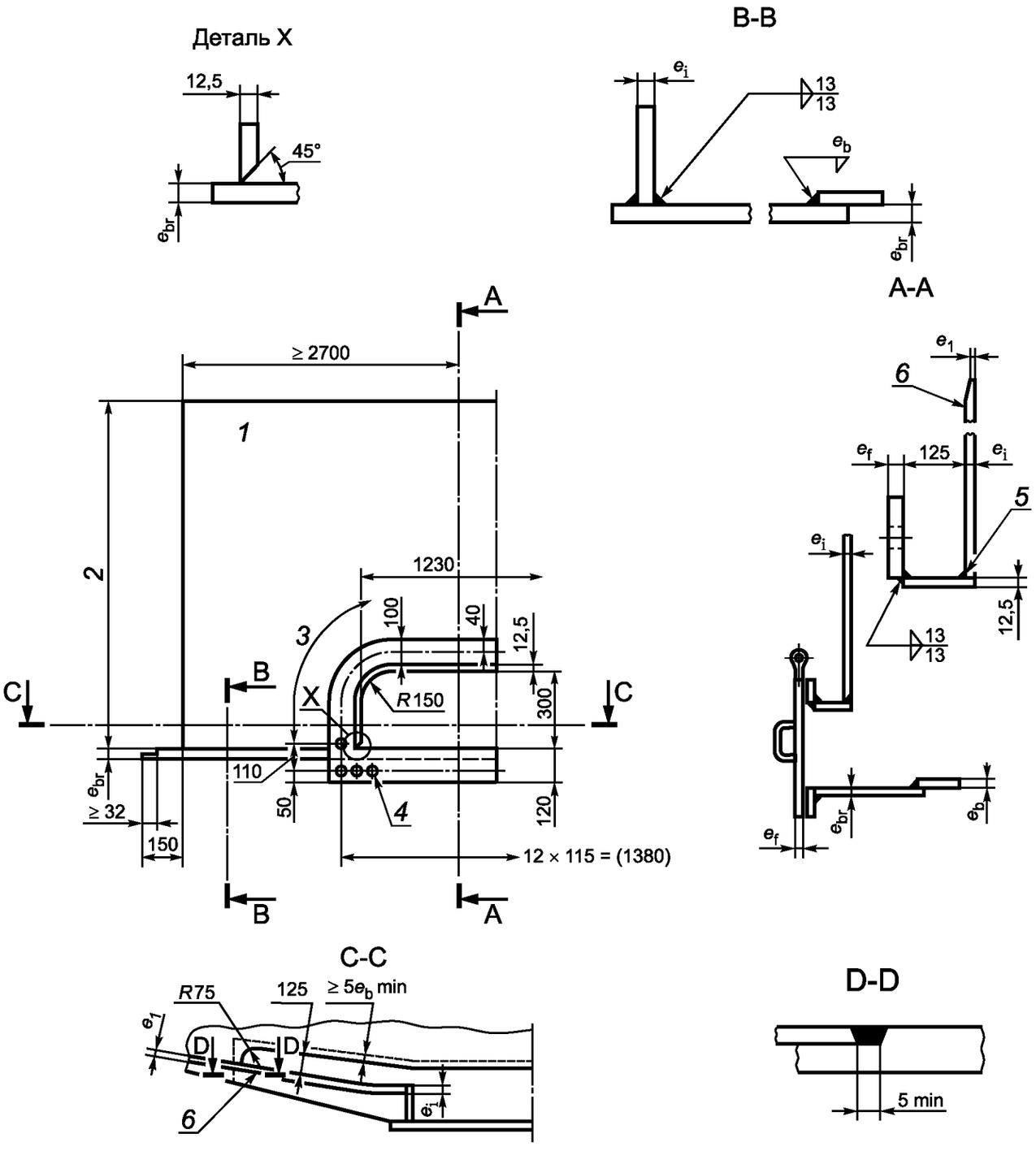
В миллиметрах



1 — врезка стенки; *2* — высота врезки; *3* — 32 равных расстояния; *4* — 46 отверстий Ø 28 для болтов М24; *5* — сварной шов [см. рисунок 11 c)]; 6 — скос кромки 1:5; e_1 — толщина стенки нижнего пояса; e_i — толщина врезки; e_f — толщина крышки и фланца; e_{br} — толщина усиливающего листа днища; e_b — толщина листа днища

Рисунок О.1 — Типовой придонный очистной люк с усиливающей врезкой для люка размером 915 × 1230 мм

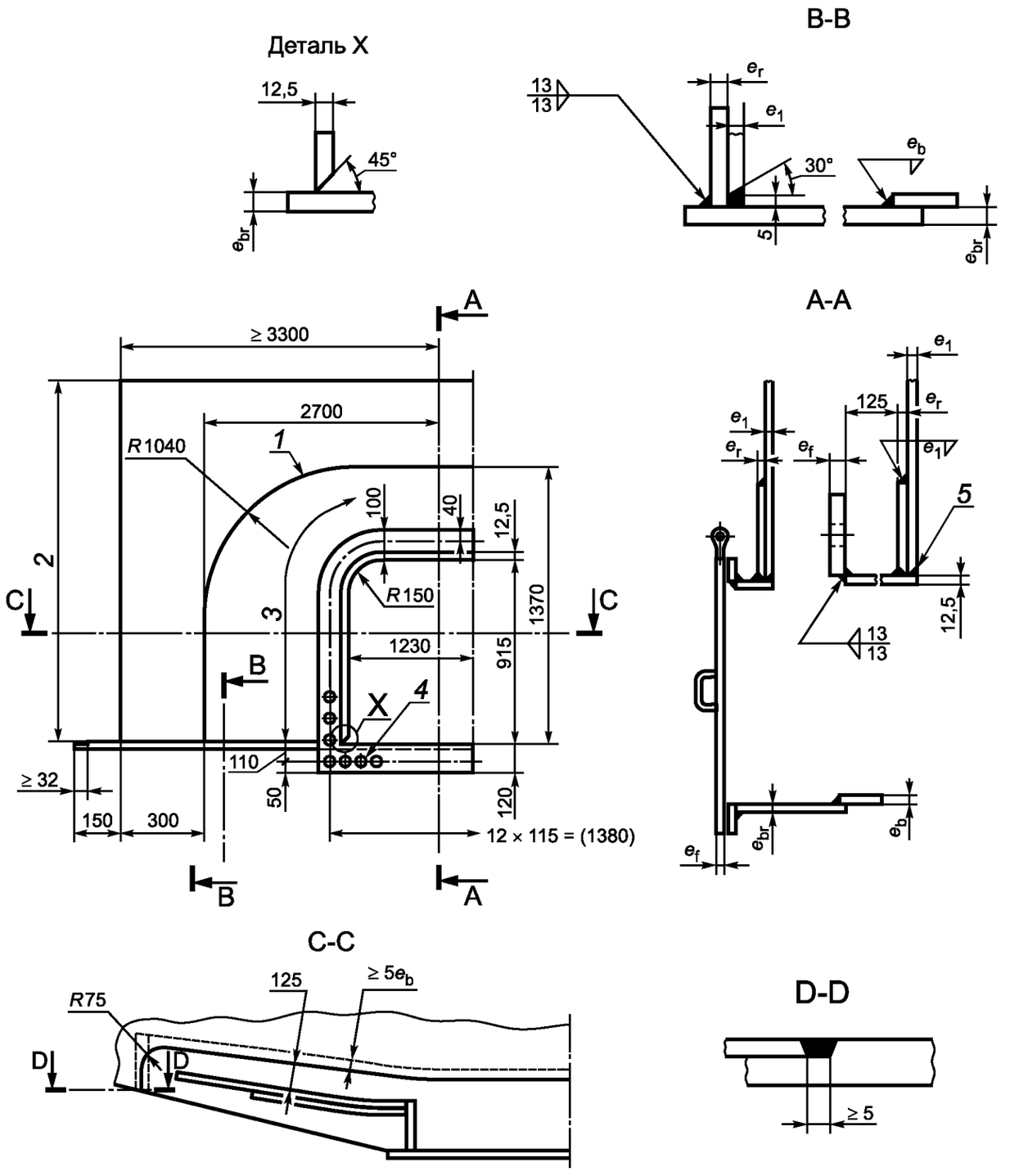
В миллиметрах



1 — врезка стенки; *2* — высота врезки; *3*—20 равных расстояний; *4* — 34 отверстий Ø 28 для болтов М24; *5* — сварной шов [см. рисунок 11 c)]; *6* — скос кромки 1:5; e_1 — толщина стенки нижнего пояса; e_i — толщина врезки; e_f — толщина крышки и фланца; e_{br} толщина усиливающего листа днища; e_b — толщина листа днища

Рисунок О.2 — Типовой придонный очистной люк с усиливающей врезкой для люка размерами 300 × 1230 мм

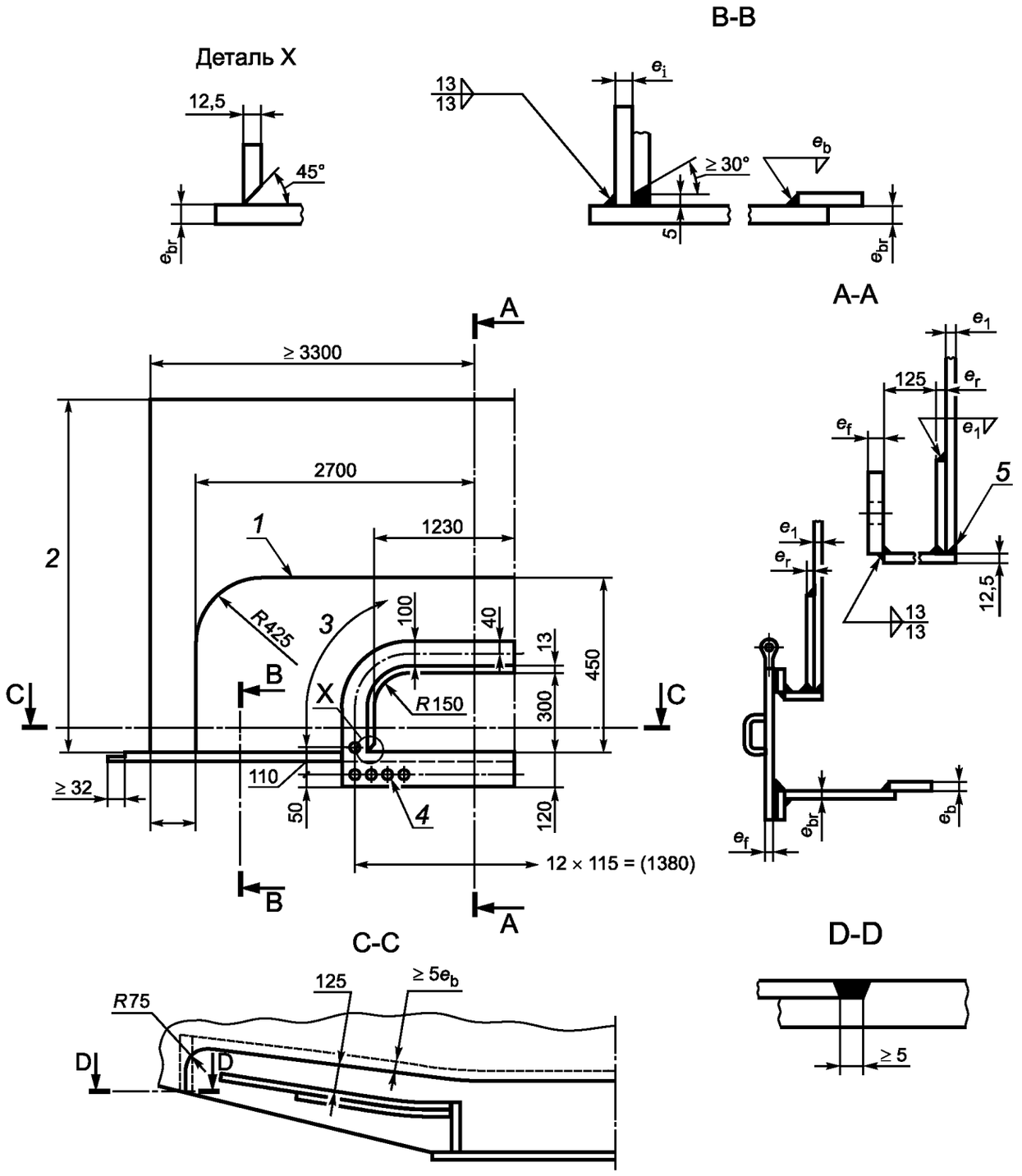
В миллиметрах



1 — усиливающий лист; *2* — высота врезки; *3* — 32 равных расстояния; 4 — 46 отверстий Ø 28 для болтов М24; *5* — сварной шов [см. рисунок 11 b)]; e_1 — толщина стенки нижнего пояса; e_i — толщина врезки; e_f толщина крышки и фланца; e_{br} — толщина усиливающего листа днища; e_b — толщина листа днища

Рисунок О.3 — Типовой придонный очистной люк с усиливающей врезкой для люка размерами 915 × 1230 мм

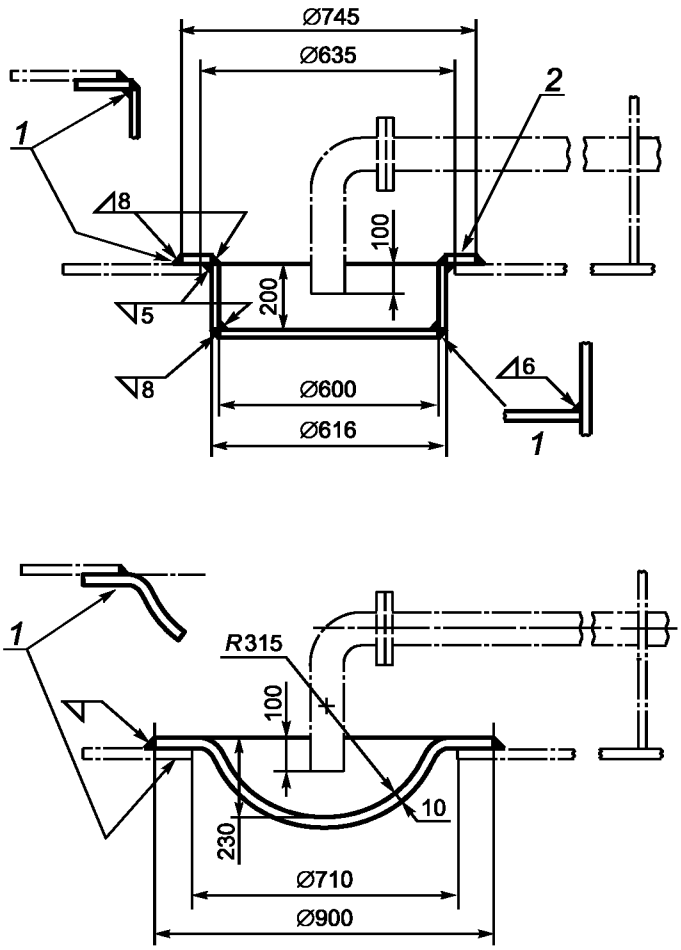
В миллиметрах



1 — усиливающий лист; *2* — высота врезки; *3*—20 равных расстояний; 4 — 34 отверстия Ø 28 для болтов М24; *5* — сварной шов [см. рисунок 11 b)]; e_1 — толщина стенки нижнего пояса; e_i — толщина врезки; e_f толщина крышки и фланца; e_{br} — толщина усиливающего листа днища; e_b — толщина листа днища

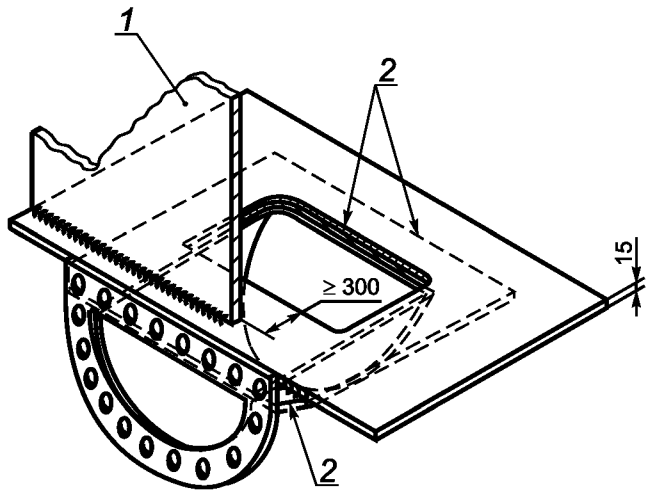
Рисунок О.4 — Типовой придонный очистной люк с усиливающим листом для люка размерами 300 × 1230 мм

В миллиметрах



1 — альтернативное исполнение; *2* — альтернативно фланец может быть изготовлен штамповкой

Рисунок О.5 — Типовое исполнение зумпфов резервуаров



1 — лист стенки; *2* — приваривается на строительной площадке

Примечание — Для безопасности зумпф может быть закрыт решеткой.

Рисунок О.6 — Типовое исполнение комбинированного зумпфа для стока и очистки резервуаров

Приложение Р
(справочное)

Системы подогрева и/или охлаждения

Р.1 Общие положения

Подогрев и/или охлаждение хранящихся продуктов допускается осуществлять путем перекачивания жидкого теплоносителя.

Примечание — Электрические средства подогрева в настоящем приложении не рассматриваются.

Р.2 Жидкий теплоноситель

Наиболее распространенные теплоносители:
- вода;
- вода на основе этиленгликоля;
- деминерализованная вода;
- сухой пар;
- насыщенный пар;
- специальные масла.

Выбор теплоносителя диктуется мерами безопасности, основные из них:
- риск загрязнения хранящимся продуктом;
- риск экзотермической реакции;
- риск взрыва.

Р.3 Тип нагревательного или охлаждающего устройства

Применяют следующие типы нагревательных и охлаждающих устройств:
1) установленные на днище резервуара:
- горизонтальные змеевики;
- стандартное горизонтальное и вертикальное оборудование, соединенное приемными коллекторами;
- панели из сварных конструкций (с различными видами поверхности);
2) установленные на корпусе резервуара:
- вертикальные змеевики, установленные внутри или снаружи резервуара;
- панели из сварных конструкций (с различными видами поверхности);
3) установленные на крыше резервуара:
- панели или панели со сварными или съемными пластинами;
- змеевики;
4) установленные автономно, вне резервуара:
- выносные теплообменники.

Р.4 Установка

Р.4.1 Тип, модель, размеры и расположение нагревательных/охлаждающих устройств определяет квалифицированный специалист.

Р.4.2 Съемные или полусъемные устройства обычно монтируют над днищем резервуара. Однако они могут располагаться вдоль корпуса или на крыше резервуара, но достаточно далеко от стен и крыши, чтобы не создавать горячих точек и последующего напряжения от расширения, что, в свою очередь, может отрицательно сказаться на стенах и опорах.

Р.4.3 В случаях, если нагревательное устройство расположено над днищем резервуара, минимальная высота установки должна быть 80 мм. Однако она может быть и больше при наличии продуктов с грузом осадков и зависеть от циклов очистки резервуара.

Р.4.4 Использование внутренних или наружных сварных нагревательных поверхностей подлежит предварительному изучению.

Р.4.5 Для хранящегося продукта устройства нагрева или охлаждения можно считать оборудованием, имеющим отношение к давлению, поэтому его проектируют, изготовляют, монтируют и испытывают согласно ЕН 13445, prEH 13480 соответственно.

Р.4.6 Оборудование также подвергают испытанию под давлением согласно требованиям, которые определяются жидким теплоносителем, содержащимся в устройстве.

Р.4.7 Трубчатые устройства, образующие кольцо циркуляции, изготовляют из прямых U-изогнутых или спиралеобразных, гладких или оребренных трубок. Это могут быть:
- изготовленные по заказу или стандартные детали;

- в виде змеевиков, одно- или многоярусная конструкция в зависимости от необходимой выходной мощности при нагреве или охлаждении;
- с одним или больше входов.

Р.4.8 Трубы, используемые для циркуляционного кольца (колец), должны быть изготовлены из металла, который совместим с продуктами, с которыми трубы контактируют. Трубы должны быть гладкими или оребренными в зависимости от коэффициента теплообмена и требований к чистке.

Р.4.9 Скобы для крепления подогрева/охлаждения должны быть спроектированы и размещены таким образом, чтобы при приварке скоб к листам, которые сами уже приварены к листам стен, не создавались напряжения на стенках.

Р.4.10 Трубы должны свободно двигаться относительно скобы. Там, где имеют место частые колебания температуры, производитель должен принять соответствующие меры против чрезмерного износа труб.

Р.4.11 Поступление и выход жидкого теплоносителя может происходить через одно или два сопловых отверстия, которые проходят через стенку резервуара.

Р.4.12 Проход труб через оболочку резервуара должен быть выполнен с усилением, так как оболочка резервуара, как правило, рассматривается в неподвижном состоянии.

Приложение Q
(справочное)

Рекомендации по проектированию и монтажу теплоизоляции

Q.1 Общие положения

Q.1.1 Настоящее приложение не преследует цель установить подробные требования к самим системам теплоизоляции, наоборот, в приложении рассмотрены основные принципы, в соответствии с которыми такие требования могут быть сформулированы.

Кроме того, указания должны облегчить выбор подходящего способа монтажа изоляционного материала, который является неотъемлемой частью изготовления резервуара.

Рекомендации настоящего приложения действительны для резервуаров, продукты в которых хранятся при температуре окружающей среды и при более высоких температурах и которые имеют такие размеры, что намотка теплоизоляции не дает надежной фиксации и требуется непосредственное крепление материала на стенку резервуара.

Q.1.2 При выборе подходящего исполнения и метода крепления изоляции следует обратить внимание, что в случае строительства резервуаров с нуля решающее значение имеет учет необходимости теплоизоляции на ранних этапах. Требуемые меры должны быть учтены уже при проектировании и сооружении резервуара. Это также относится к возможно требуемой теплоизоляции крыши.

Q.1.3 Для небольших резервуаров надежное крепление теплоизоляции не представляет проблем, однако для резервуаров диаметром от 10 до 15 м возникают серьезные проблемы вследствие ветровых нагрузок, подсоса, различного теплового расширения и расширения под действием гидростатического давления. Для стенок длиной более 12 м необходимо учитывать специальные требования к проектированию.

Q.1.4 По возможности теплоизоляцию следует монтировать непосредственно на резервуар. Это может быть реализовано посредством напыления теплоизоляции, нанесения теплоизоляции в виде пены на месте или механическое крепление на резервуаре.

Q.1.5 Сварочные работы могут ухудшить характеристики материалов или устойчивость больших резервуаров, в то время как приварка шпилек или крепление из стали могут быть приемлемыми для небольших резервуаров.

Q.1.6 Сварка на больших резервуарах допустима, если это было учтено при проектировании. В случаях, когда сварка недопустима, альтернативным способом крепления является приклеивание, однако оно имеет ограничения по температуре и должно выполняться только квалифицированным персоналом.

Q.1.7 Посредством крепления навесных элементов по всему периметру и по всей высоте резервуара создают равномерно распределенные точки крепления, в которых могут быть размещены вертикальные или горизонтальные крепления.

Q.1.8 Несущие конструкции, а также навесные и накладные элементы должны быть сконструированы таким образом, чтобы ожидаемые в месте строительства ветровые нагрузки передавались на резервуар.

Q.1.9 Детали проектирования, не рассматриваемые в настоящем приложении, должны соответствовать требованиям настоящего стандарта.

Q.1.10 Методы, с помощью которых монтируется подходящая система теплоизоляции, изложены ниже в настоящем приложении.

Q.1.11 Для больших резервуаров подходят следующие системы теплоизоляции:

a) минераловатные плиты, изготовляемые вручную, или предварительно сформованные пеноблоки с обшивкой;

b) заполнение пеной пространства за обшивкой на месте строительства;

c) ламинированные плиты из пеноматериала и обшивки;

d) пенометариал, наносимый набрызгом.

Q.1.12 Для некоторых случаев применения может подойти полная система теплоизоляции с креплением и защитой от атмосферных воздействий. Применение такого рода систем должно быть согласовано (см. А.2 приложения А). Элементы системы, которые служат для крепления и являются составными частями резервуара, должны быть однозначно указаны в спецификации.

Q.1.13 В настоящем приложении приведены специальные указания для конструкторов и монтажников резервуара.

Примечание — Рекомендации настоящего приложения допускается использовать для монтажа теплоизоляции на уже построенный резервуар.

Q.2 Общие принципы проектирования

Q.2.1 Общие положения

Q.2.1.1 При проектировании системы теплоизоляции, которая состоит из собственно теплоизоляционного материала, креплений к резервуару и защиты от погодных воздействий, следует учитываться перечисленные ниже пункты:

a) характеристики хранимого продукта в условиях эксплуатации;

b) характеристики самого резервуара;

c) характеристики теплоизоляционного материала;

d) система крепления теплоизоляции;

e) меры по защите теплоизоляции и ее креплений от атмосферных воздействий.

Q.2.1.2 Система теплоизоляции должна быть согласована между конструктором резервуара, субподрядчиком, выполняющим теплоизоляцию, и заказчиком.

Q.2.1.3 Система теплоизоляции, включая крепления, должна быть спроектирована таким образом, чтобы она могла выдержать все механические и температурные напряжения, возникающие в результате всех известных воздействий, включая виды нагрузки, приведенные в Q.2.2—Q.2.5. Эти нагрузки должны рассматриваться как действующие одновременно.

Q.2.1.4 Из-за относительно больших усилий могут потребоваться специальные меры для механического крепления, которое может быть выполнено непосредственно на внешней стороне резервуара.

Q.2.1.5 При проектировании системы крепления конструктор резервуара должен стремиться максимально уменьшить число точек крепления на резервуаре.

Q.2.1.6 При выборе подходящей системы и требуемого способа крепления могут быть полезными предварительные обсуждения с изготовителем теплоизоляции.

Q.2.2 Нагрузка от собственного веса

Нагрузка от собственного веса складывается из веса всех элементов системы теплоизоляции.

Q.2.3 Ветровая нагрузка

При проектировании системы теплоизоляции следует учитывать влияние ветровой нагрузки (см. 6.2.10).

Порядок расчета для ветровой нагрузки должен быть согласован (см. А.2 приложения А).

Q.2.4 Температурное расширение

Следует учитывать при проектировании возможность относительного перемещения между стенкой резервуара и теплоизоляцией вследствие температурных воздействий. Диапазон рабочих температур должен быть указан (см. А.1 приложения А).

Q.2.5 Перемещение под действием гидростатического давления

Давление содержимого резервуара вызывает незначительное выпучивание стенки, которое может привести к увеличению диаметра резервуара примерно на 0,1 %.

Точное значение такого увеличения размера, которое следует учитывать при проектировании системы теплоизоляции, должно быть указано конструктором резервуара.

Q.3 Система крепления

Q.3.1 Общие положения

Q.3.1.1 Различают следующие типы элементов крепления:

a) первичные элементы крепления, которые в качестве элементов системы крепления устанавливают непосредственно на поверхность резервуара;

b) вторичные элементы крепления, которые в качестве элементов системы крепления устанавливают не непосредственно на поверхность резервуара, а на первичные или другие вторичные детали крепления.

Q.3.1.2 Элементы крепления для системы теплоизоляции должны быть исполнены и закреплены одним из следующих методов или их комбинацией:

1) приваренные к резервуару первичные элементы крепления, к которым система теплоизоляции крепится непосредственно или с помощью вторичных креплений;

2) приклеенные к резервуару первичные элементы крепления, к которым система теплоизоляции крепится непосредственно;

3) основная самонесущая рама.

Q.3.1.3 Сварка является наиболее часто применяемым методом, но она не всегда возможна. Если все участники одобрили выбранную систему теплоизоляции, при отсутствии других договоренностей ответственность за результат распределяется следующим образом:

a) в случаях 1) и 2) субподрядчик, выполняющий теплоизоляцию, должен согласовать с конструктором резервуара зоны установки элементов крепления для системы теплоизоляции, передаваемые на стенку резервуара нагрузки, а также основные данные для расчета или другие важные параметры. При необходимости субподрядчик, выполняющий теплоизоляцию, предоставляет конструктору резервуара для одобрения подробную информацию по расчетам;

b) в случае 3) устанавливаемая снаружи несущая или рамная конструкция рассматривается как компонент системы теплоизоляции, который поставляется субподрядчиком, выполняющим теплоизоляцию. Проектирование и монтаж должны быть согласованы с конструктором резервуара.

Q.3.1.4 Размеры элементов крепления перпендикулярно поверхности, на которую монтируется теплоизоляция, следует выбирать в зависимости от толщины теплоизоляции.

Q.3.2 Привариваемые элементы крепления

Q.3.2.1 Конструктор резервуара несет ответственность за допуск материалов и методов сварки для первичных элементов крепления, которые являются компонентами резервуара.

Q.3.2.2 Монтажная организация должна отвечать за установку первичных элементов крепления на поверхности стенки резервуара. Приварку первичных элементов крепления следует проводить до гидравлического испытания.

Q.3.2.3 Число первичных элементов крепления, привариваемых многопостовой сваркой к сталям с установленным пределом текучести 275 Н/мм^2 и выше, должно быть сведено к минимуму.

Q.3.2.4 Расстояние между центрами соседних элементов крепления должно составлять минимум 3 м.

Q.3.2.5 Все сварные швы гладко шлифуют и подвергают магнитопорошковому контролю (см. 18.6).

Q.3.2.6 Элементы крепления должны быть выполнены следующим образом:

a) как крепежные пластины (размерами 100 × 100 мм), углы которых имеют радиус скругления минимум 12 мм, расстояние от которых до расположенного рядом сварного шва составляет минимум 150 мм и которые привариваются только по горизонтальным кромкам (см. рисунок Q.1);

b) как уголки или привариваемые к их кромкам листы с измеренной по охвату резервуара длиной минимум 100 мм, расстояние от которых до расположенного рядом сварного шва составляет минимум 150 мм и которые привариваются только по горизонтальным кромкам (см. рисунок Q.2).

Q.3.2.7 Материалы первичных элементов крепления следует выбирать в соответствии с требованиями раздела 6. В случаях a) и b) (см. Q.3.2.6) вторичные элементы крепления допускается приваривать или крепить к крепежным пластинам, листам или планкам.

Q.3.2.8 Для размещаемых по периметру резервуара крепежных уголков расстояние от их сварных швов до расположенного рядом горизонтального сварного шва должно составлять минимум 150 мм.

Q.3.2.9 Сварочные работы должны быть выполнены сварщиками, имеющими соответствующий допуск; методы сварки и неразрушающего контроля должны быть согласованы между конструктором резервуара и заказчиком.

Q.3.2.10 Привариваемые по кромкам листы или крепежные пластины располагают горизонтальными рядами с вертикальным расстоянием между ними в обычном случае 2—3 м.

Q.3.2.11 Размеры горизонтальных первичных или вторичных крепежных уголков должны составлять минимум 40 × 40 × 5 мм; их радиус должен быть выбран в соответствии с параметрами системы теплоизоляции (см. Q.8.1.3).

Q.3.2.12 Расстояние между соседними элементами не должно отклоняться от установленного более чем на ± 15 мм, между самыми верхними и самыми нижними элементами отклонение от установленного расстояния не должно превышать ± 25 мм.

Q.3.2.13 Выступающая полка уголка должна иметь небольшой наклон вниз, чтобы могла стекать вода.

Q.3.3 Приклеиваемые элементы крепления

Q.3.3.1 Общие положения

Q.3.3.1.1 Если элементы крепления приклеивают к стенке резервуара, то применяемые клеи и методы приклеивания должны выдерживать термические и механические нагрузки, действующие при эксплуатации резервуара.

Q.3.3.1.2 Поверхность стенки резервуара вокруг мест крепления и контактные поверхности элементов крепления должны быть подвергнуты пескоструйной обработке, клей следует наносить только на чистые сухие поверхности металла при строгом соблюдении указаний производителя клея.

Q.3.3.1.3 При выборе клея следует учитывать климатические условия в месте строительства, в частности температуру в момент приклеивания.

Q.3.3.1.4 Технологические, приемочные испытания, а также испытание на допуск следует проводить в соответствии с установленными требованиями (см. A.1 приложения A).

Q.3.3.2 Технологические испытания

Метод крепления должен пройти соответствующие испытания, которые подтвердят требования заказчика о том, что крепления имеют расчетную прочность, необходимую для нагрузки минимум в 12 раз превышающей ветровые и прочие нагрузки (см. Q.2.2—Q.2.5).

Как часть этих испытаний, крепления в течение минимум 2 мес. подвергаются воздействию температур или циклов температуры, которые воздействуют на стенку резервуара в процессе эксплуатации.

Q.3.3.3 Испытание на допуск

Клеевые соединения следует выполнять исключительно силами допущенного персонала; персонал, который в соответствии с планом будет проводить работы, должен пройти испытание на допуск в течение месяца перед началом выполнения работ.

Испытание на допуск включает в себя выполнение шести клеевых соединений, изготовленных по предлагаемому методу в присутствии контролирующих лиц в соответствии с договоренностями между заказчиком и конструктором резервуара.

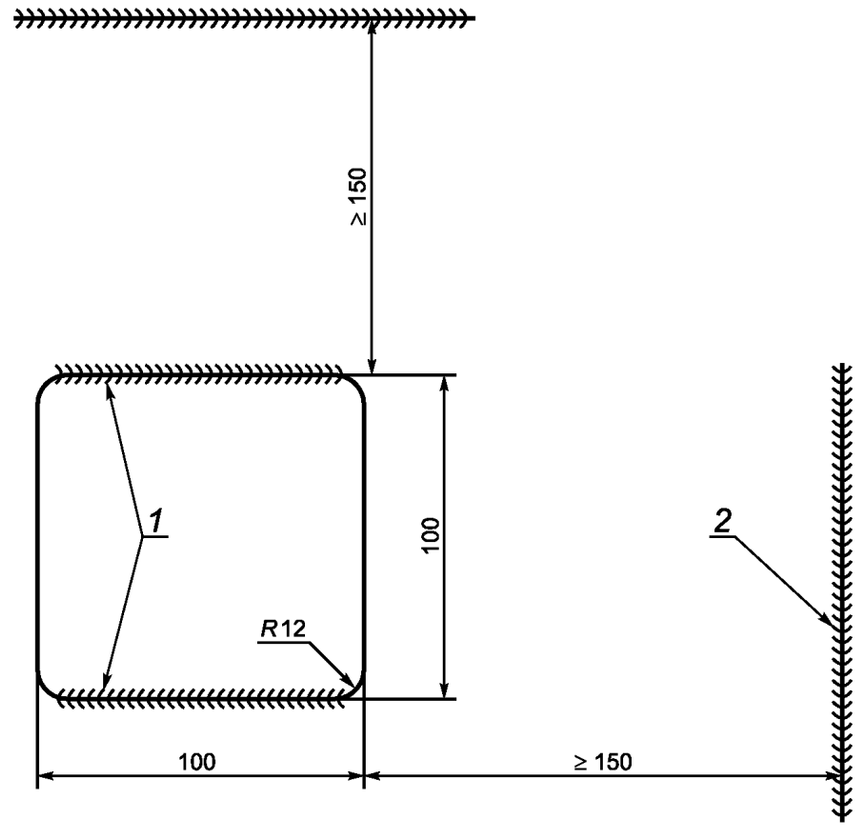
Соединения, испытанные по согласованному методу, должны иметь прочность минимум в 12 раз превышающую требуемое значение.

Q.3.3.4 Приемочные испытания

Для каждой партии проводят испытание с нагрузкой, в три раза превышающей расчетную нагрузку. При отказе более 5 % образцов из партии все элементы крепления, приклеенные клеем из этой партии, подлежат замене.

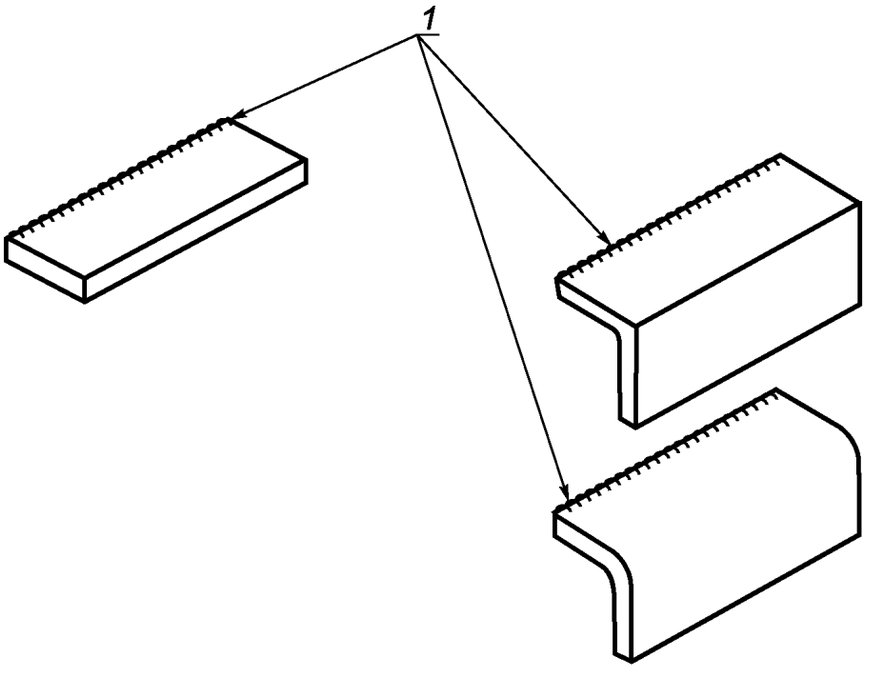
Следует вести записи, с помощью которых могут быть определены крепления, выполненные клеем из одной партии.

В миллиметрах



1 — непрерывный сварной шов; 2 — сварной шов стенки резервуара

Рисунок Q.1 — Крепежные пластины



1 — непрерывный сварной шов

Рисунок Q.2 — Крепежные уголки и листы

Q.3.4 Несущая рама, устанавливаемая снаружи

В некоторых случаях допускается использовать несущую раму, закрепляемую на стенке резервуара сверху и снизу. Такая несущая рама может находиться или между стенкой резервуара и теплоизоляцией, или на внешней стороне теплоизоляции.

Q.3.5 Вторичные элементы крепления

Проектирование вторичных элементов крепления и их креплений к первичным элементам крепления является задачей субподрядчика, выполняющего теплоизоляцию, и требует согласия конструктора резервуара.

Отверстия на элементах крепления, приваренных к стенке резервуара, следует выполнять сверлением, штамповка не допускается. Применяемые при необходимости саморезы должны иметь максимальный диаметр 6 мм.

Q.3.6 Теплоизоляция крыши

Требуемая теплоизоляция крыши должна быть учтена по возможности как можно раньше. Крыша должна иметь достаточную жесткость для ограничения прогиба до минимума. Наклон крыши должен быть выбран так, чтобы крыша в достаточной мере была защищена от погодных влияний.

Для резервуаров, у которых теплоизоляция установлена на стенке, но отсутствует на крыше, необходимо проверить посредством расчетов, являются ли допустимыми напряжения, возникающие в несущей конструкции крыши вследствие различных температур листов крыши и несущей конструкции. Разность температур может быть вызвана, например, холодным дождем, попадающим на крышу.

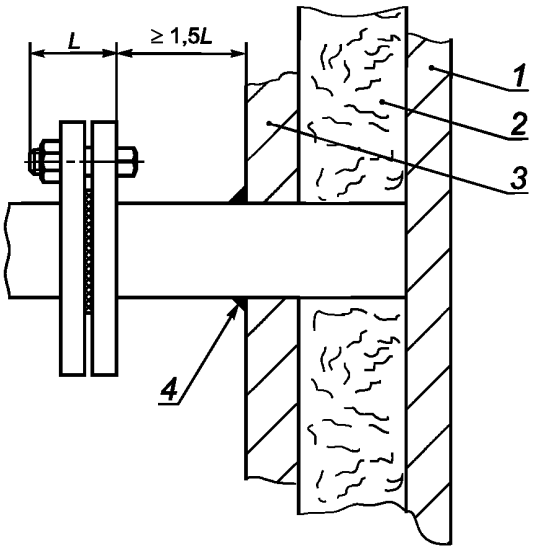
Q.4 Подробная информация для проектирования

Q.4.1 Патрубки и смотровые люки

Патрубки и смотровые люки с фланцами должны выступать из стенки резервуара на длину, которая соответствует минимум сумме толщины теплоизоляции и 1,5 длины болта (см. рисунок Q.3), если не согласовано иное.

Если патрубок выступает из стенки на большее расстояние, он должен быть изолирован (см. Q.6.1). Если близко расположены несколько патрубков, то они должны быть смещены относительно друг друга так, чтобы расстояние между фланцами с теплоизоляцией составляло минимум 50 мм.

Патрубки и смотровые люки, которые должны быть теплоизолированы, должны иметь однозначную маркировку.



1 — стенка резервуара; *2* — теплоизоляция; *3* — обшивка; *4* — герметик

Рисунок Q.3 — Типовое исполнение патрубков или смотровых люков с фланцем

Q.4.2 Соединение лестниц

Для лестниц с двумя опорными балками внутреннюю опорную балку следует располагать на таком расстоянии от стенки резервуара, чтобы расстояние до внешней стороны теплоизоляции составляло минимум 75 мм.

Лестницы, ступени которых приваривают непосредственно к стенке резервуара, для резервуаров с теплоизоляцией применять не допускается.

Q.4.3 Элементы крепления в области колец жесткости (ветрового кольца)

Горизонтальные элементы крепления следует располагать на расстоянии не более 300 мм ниже и 150 мм выше колец жесткости (ветрового кольца).

Промежуточные элементы жесткости, если они расположены не на внутренней стороне стенки резервуара, должны быть заделаны в теплоизоляцию.

Q.4.4 Выступ крыши

Если крыша резервуара спроектирована с выступом над стенкой, то выступ должен соответствовать минимум толщине теплоизоляции плюс 50 мм.

Если навес крыши является элементом системы теплоизоляции, крыша также должна выступать над теплоизоляцией стенки минимум на 50 мм. Выступ крыши должен быть полностью включен в теплоизоляцию. Подробное исполнение этого примыкания должно быть согласовано между конструктором резервуара и субподрядчиком, выполняющим теплоизоляцию.

Q.4.5 Кольца жесткости (ветровое кольцо)

В определенных случаях желательно располагать кольца жесткости на внутренней стороне стенки резервуара (см. Q.6.3).

Q.4.6 Расположенные снаружи кольца жесткости (ветровое кольцо) и теплоизоляция между днищем и стенкой резервуара

Расположенные снаружи кольца жесткости и теплоизоляция между днищем и стенкой резервуара являются зонами, в которых нарушается однородность оболочки резервуара, и поэтому здесь от конструкторов требуется более детальная проработка теплоизоляции и резервуара для предотвращения следующих ситуаций:

a) недопустимые перепады температуры в материале стенки резервуара из-за деталей, расположенных на открытом воздухе;

b) коррозия вследствие накопления коррозионной жидкости в этих областях.

Необходимо обратить внимание на то, чтобы все несущие элементы были расположены внутри теплоизоляции. Это особенно относится к высоким температурам хранения, но в каждом случае должно быть рассмотрено отдельно.

Q.5 Защита от коррозии

Q.5.1 Так как при наличии теплоизоляции стенка резервуара больше недоступна, перед установкой теплоизоляции должна быть нанесена грунтовка. Для этого стенка резервуара, а также навесные и накладные элементы должны быть сухими и обезжиренными, налипшие частицы удаляют до нанесения на них грунтовки, согласованной с заказчиком.

Q.5.2 Для изолируемых крыш рекомендуется нанесение грунтовки в два слоя. Если нанесение грунтовки уже было выполнено в заводских условиях, появившиеся при монтаже повреждения грунтовки должны быть устранены ремонтом.

Q.5.3 Если теплоизоляцию наносят методом набрызга или в виде пены только на строительной площадке, необходимо следить за тем, чтобы грунтовка была совместима с пеноматериалом и не повреждалась в процессе пенообразования и дальнейшей эксплуатации резервуара.

Q.5.4 Если в пенистую теплоизоляцию добавлены огнегасящие вещества, должны быть приняты меры по защите от коррозии, вызванной галогенами.

Q.6 Теплоизоляция

Q.6.1 Общие положения

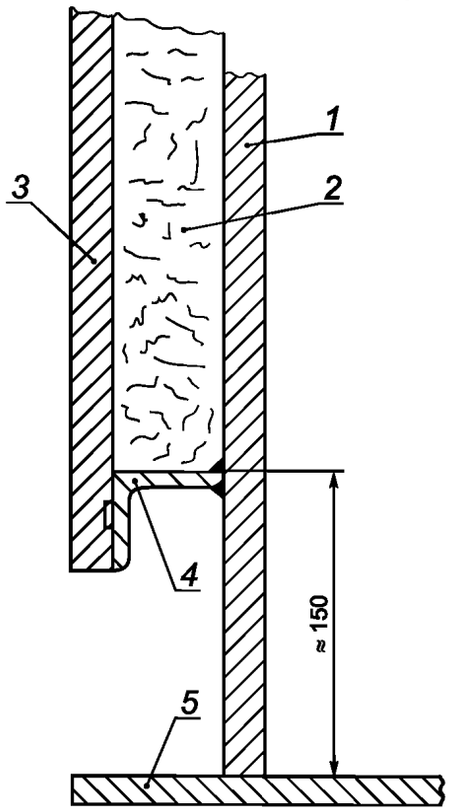
Q.6.1.1 Толщина теплоизоляции должна быть установлена или рассчитана таким образом, чтобы были выполнены (см. A.1, приложение A) установленные требования по теплопотерям.

Q.6.2 Для предотвращения коррозии и обеспечения возможности исследования нижней части резервуара теплоизоляция должна заканчиваться примерно в 150 мм над днищем резервуара, если вследствие этого не будут возникать недопустимые напряжения (см. рисунок Q.4). Если такие напряжения возникают, стенка резервуара под самыми нижними горизонтальными элементами крепления должна быть теплоизолирована блоками из пеностекла, приклеиваемыми битумом или другим подходящим материалом.

Q.6.3 Теплоизоляция стенки должна как можно точнее подходить под выступ крыши и быть защищенной от проникновения воды (см. рисунок Q.5).

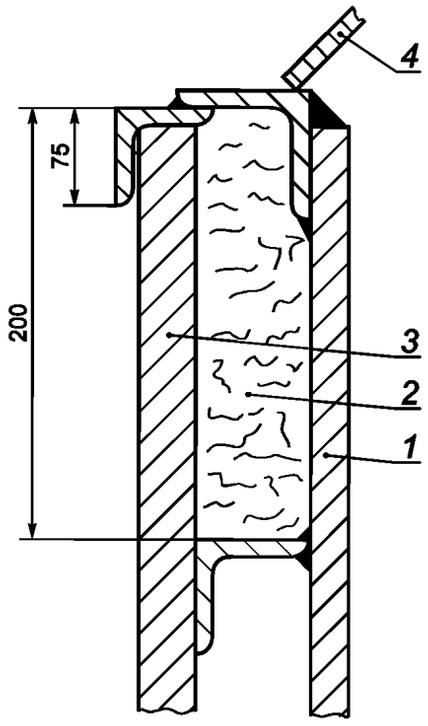
Q.6.4 Для теплоизолированных крыш особое внимание следует уделить достаточной антикоррозионной защите (см. Q.4.4, Q.7.3 и Q.8.4).

В миллиметрах



1 — стенка резервуара; *2* — теплоизоляция; *3* — обшивка; *4* — нижний элемент крепления; *5* — лист днища или окрайки

Рисунок Q.4 — Типовое примыкание теплоизоляции в области днища резервуара



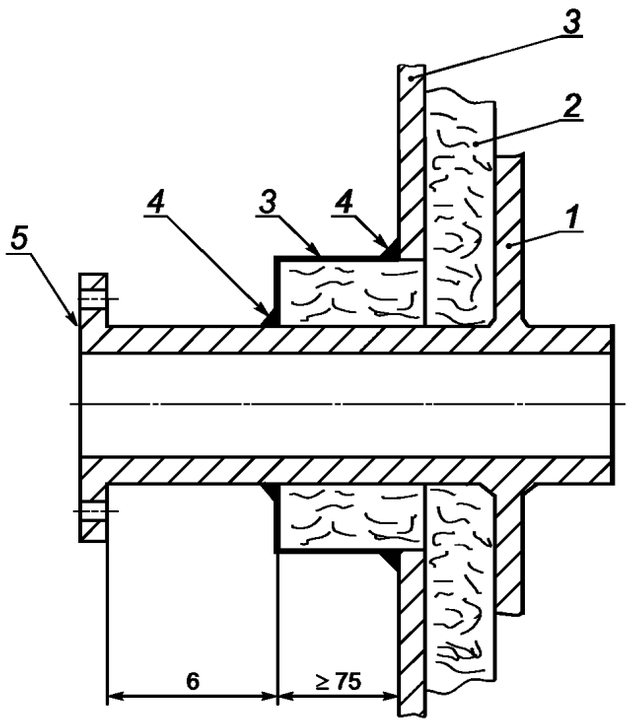
1 — стенка резервуара; *2* — теплоизоляция; *3* — обшивка;*4* — лист крыши

Рисунок Q.5 — Типовое исполнение теплоизоляции, закрепляемой исключительно на стенке резервуара, под выступом крыши

Q.6.2 Патрубки и смотровые люки

Патрубки и смотровые люки должны быть теплоизолированы вместе со стенкой резервуара и крышей, если они выступают из стенки резервуара на расстояние, не превышающее сумму толщины теплоизоляции, толщины обшивки и 1,5 длины болта (см. рисунок Q.3). Если выступ больше, патрубки и смотровые люки должны быть теплоизолированы до монтажа основной теплоизоляции на стенку и крышу (см. рисунок Q.6).

В миллиметрах



1 — стенка резервуара; *2* — теплоизоляция; *3* — обшивка; *4* — герметик; *5* — фланец патрубка; *6* — 1½ длины болта

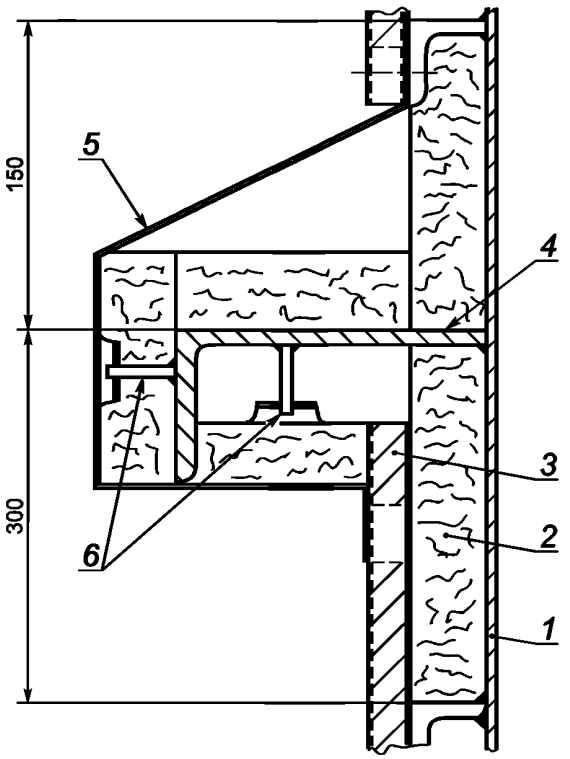
Рисунок Q.6 — Типовое исполнение патрубков или смотровых люков с дополнительной теплоизоляцией

Q.6.3 Кольца жесткости (ветровое кольцо)

Кольца жесткости и соответствующие элементы крепления должны быть заделаны в теплоизоляцию для предотвращения разности температур.

Теплоизоляцию крепят с помощью дополнительных пластин или металлических шайб и быстроразъемных соединений к штифтам из конструкционной стали толщиной 6 мм, длина которых равна толщине теплоизоляции за вычетом 6 мм. На рисунке Q.7 показано типовое исполнение локальной теплоизоляции на кольце жесткости.

В миллиметрах



1 — стенка резервуара; *2* — теплоизоляция; *3* — обшивка; *4* — кольцо жесткости; *5* — кожух; *6* — штифт из конструкционной стали (6 мм)

Рисунок Q.7 — Типовое исполнение локальной теплоизоляции на кольце жесткости

Q.7 Обшивка

Q.7.1 Общие положения

Обшивка теплоизоляции является обычной. Эффективность теплоизоляции особенно зависит от проектирования и монтажа обшивки. При выборе типа и качества обшивки следует учитывать условия окружающей среды с обеих сторон.

Важно, чтобы обшивка была чистой, без следов жира, загрязнений и коррозии, а перед монтажом оставалась сухой с внутренней стороны до окончания монтажа и герметизации всех соединений.

Q.7.2 Обшивка боковой стенки

Q.7.2.1 Длительного прямого контакта опор лестницы и обшивки необходимо избегать. Вырезы в обшивке для опор лестницы должны быть герметизированы нетвердеющей массой для заполнения швов для предотвращения попадания воды.

Q.7.2.2 Для вертикальных и горизонтальных швов обшивки герметизация обычно необязательна.

Q.7.2.3 Обшивку боковой стенки следует изготовлять из гофрированных листов из алюминия или оцинкованной стали, монтируемых на элементах крепления.

Q.7.2.4 Минимальная высота сечения гофрированного листа должна составлять 25 мм. Для гофрированных листов с синусоидальным профилем должна быть предусмотрена защита от проникновения воды и надежное крепление.

Q.7.2.5 Минимальная толщина листов должна составлять:

a) 1,0 мм для алюминия;

b) 0,7 мм для стали с цинковым и полимерным покрытиями.

Q.7.2.6 Алюминиевые листы должны соответствовать [1], качество EN AW 3103, 3105 или 5251.

Q.7.2.7 Оцинкованная конструкционная сталь обшивки должна соответствовать [6].

Q.7.2.8 В горизонтальном направлении нахлест соседних листов обшивки должен составлять минимум одну волну; панели крепят глухими заклепками со сферическими головками на расстоянии максимум 100 мм.

Q.7.2.9 Заклепки должны быть изготовлены из материала, совместимого с обшивкой, и иметь достаточную прочность, чтобы выдержать максимальные расчетные ветровые нагрузки.

Q.7.2.10 В вертикальном направлении панели обшивки должны заходить на расположенные под ними панели минимум на 75 мм и скрепляться с ними глухими заклепками со сферическими головками на расстоянии минимум 25 мм от края.

Q.7.2.11 Панели обшивки следует устанавливать с помощью крепежа к элементам крепления, которые должны выдержать согласованные ветровые нагрузки и перемещения резервуара при тепловом расширении и вследствие гидростатического давления.

Q.7.3 Обшивка крыши

Обшивку крыши изготовляют из гладких или профилированных металлических панелей со следующей минимальной толщиной:

a) 1,0 мм для алюминия;

b) 0,9 мм для стали с цинковым и полимерным покрытиями.

Нахлесты должны составлять минимум 100 мм и выполняться таким образом, чтобы вода могла стекать.

На нахлесты наносят сплошной валик герметика, согласованного с заказчиком; соединение выполняют глухими заклепками со сферическими головками из совместимого материала на расстоянии максимум 75 мм.

Необходимо следить за тем, чтобы стекающая с края крыши вода не ухудшала надежность системы теплоизоляции.

Q.8 Крепление теплоизоляции

Q.8.1 Теплоизоляционные плиты или блоки с металлической обшивкой

Q.8.1.1 Минераловатные плиты с металлической обшивкой

Теплоизоляцию изготовляют из минераловатных плит плотностью минимум 48 кг/м^3.

Теплоизоляционный материал размещают на горизонтальных элементах крепления и для обшивки из оцинкованной стали крепят оцинкованной бандажной проволокой толщиной минимум 1 мм, обшивки из алюминия или стали с полимерным покрытием крепят проволокой из нержавеющей стали толщиной минимум 0,5 мм.

Теплоизоляционные плиты устанавливают на горизонтальные элементы крепления таким образом, чтобы все кромки примыкали друг к другу встык. Вертикальные стыки соседних поясов располагают со смещением. Бандажную проволоку размещают с шагом максимум 450 мм, при этом по каждой плите должно проходить минимум две проволоки.

Q.8.1.2 Теплоизоляционные плиты или блоки из других материалов с металлической обшивкой

В качестве альтернативы минеральной вате в качестве теплоизоляции также допускается использовать предварительно изогнутые плиты из полиуретана или полиизоцианурата. Плиты или крепят таким же образом, что и минераловатные плиты (см. Q.8.1.1), или приклеивают клеем, соответствующим температуре эксплуатации.

При определенных условиях также допускается использовать блоки из пеностекла. Их крепят лентами шириной 20 мм и толщиной 0,8 мм из совместимого материала с шагом максимум 450 мм на вертикальных растяжках, которые устанавливают на горизонтальных элементах крепления, находящихся на расстоянии не более 12 м друг от друга. Альтернативно блоки могут быть приклеены клеем, соответствующим температуре эксплуатации.

Q.8.1.3 Горизонтальные элементы крепления

Горизонтальные элементы крепления должны иметь такую длину в направлении по периметру резервуара, которая гарантирует достаточную несущую способность для теплоизоляции и согласована с субподрядчиком, выполняющим теплоизоляцию.

Q.8.2 Заполнение пеной пространства за обшивкой на стройплощадке

Q.8.2.1 Вид пены и ее физические и термические свойства должны быть согласованы между субподрядчиком, выполняющим теплоизоляцию, изготовителем резервуара и заказчиком.

Q.8.2.2 Обшивка должна соответствовать требованиям Q.7.2—Q.7.3 и может крепиться или согласно рекомендациям Q.7.2, или с помощью закрепляемых на стенке резервуара пеноблоков согласованного вида и величины, а также с минимальной толщиной, соответствующей толщине теплоизоляции, и располагаться на определенном расстоянии от стенки. В последнем случае должны быть приняты меры по защите обшивки от деформации и смещения во время запенивания.

Q.8.2.3 Крепление теплоизоляции к стенке резервуара и обшивке требует особого внимания для обеспечения достаточной прочности против ветровых нагрузок. В местах, в которых через теплоизоляцию проходят металлические соединения для площадок и т. д., должны быть предусмотрены отводные щитки или другие подходящие средства для защиты от погодных воздействий.

Q.8.2.4 Трубные соединения должны быть теплоизолированы до монтажа обшивки.

Q.8.2.5 Верхний край теплоизоляции по краю крыши должен быть выполнен так, как показано на рисунке Q.5.

Q.8.2.6 Последовательность работ при выполнении обшивки и запенивания, а также характеристики пенообразования и параметры нанесения должны быть одобрены изготовителем резервуара и заказчиком.

Q.8.2.7 Субподрядчик, выполняющий теплоизоляцию, должен указать температуру окружающей среды и оснований, при которых достигаются удовлетворительные результаты работы.

Q.8.2.8 Субподрядчик, выполняющий теплоизоляцию, изготовитель резервуара, а также заказчик должны согласовать возможность достигнуть и проконтролировать достаточное качество пены.

Q.8.3 Пеноматериал, наносимый набрызгом

Q.8.3.1 Вид пены и ее физические и тепловые свойства должны быть согласованы между субподрядчиком, выполняющим теплоизоляцию, изготовителем резервуара и заказчиком.

Q.8.3.2 Субподрядчик, выполняющий теплоизоляцию, должен указать температуру окружающей среды и оснований, при которых достигаются удовлетворительные результаты работы.

Q.8.3.3 Толщина нанесенной пены не должна быть меньше расчетной толщины. Качество пены должно быть согласовано между заказчиком и субподрядчиком, выполняющим теплоизоляцию.

Q.8.3.4 В целях сравнения изготовляют и хранят образцы согласованного внешнего вида. Субподрядчик, выполняющий теплоизоляцию, изготовитель резервуара, а также заказчик должны согласовать возможность достигнуть и проконтролировать необходимое качество пены.

Q.8.3.5 Требуемое в некоторых случаях покрытие для защиты поверхности от погодных воздействий наносят после полного затвердевания пены преимущественно распылением, в два слоя различных цветов.

Q.8.3.6 Если требуется особая защита от механических повреждений и/или повреждений птицами, между двумя слоями наносят усиливающий материал. Защитное покрытие должно иметь характеристики, препятствующие распространению огня.

Q.8.3.7 Субподрядчиком, выполняющим теплоизоляцию, должны быть приняты соответствующие меры по защите теплоизоляции из пены по верхнему краю резервуара от погодных воздействий.

Q.8.3.8 В нижней части стенки до высоты 150 мм от днища резервуара теплоизоляцию из пены не наносят.

Q.8.4 Теплоизоляция крыши

Q.8.4.1 Теплоизоляцию из минеральной ваты с обшивкой закрепляют в соответствии с положениями Q.3.5—Q.3.6, при этом необходимо соблюдать расстояние, равное минимум толщине теплоизоляции и максимум сумме толщины теплоизоляции и 5 мм.

Q.8.4.2 Обшивка из металла должна соответствовать описанию Q.7.3 и монтироваться на элементах крепления таким образом, чтобы она выдерживала ветровые нагрузки и вызванные ветром колебания. Крепление должно быть совместимо с обшивкой.

Q.8.4.3 Дополнительное усиление теплоизоляции крыши может потребоваться, если предусмотрено хождение людей по крыше.

Q.8.4.4 В некоторых случаях может потребоваться нанесение на крышу пеноизоляции одним из описанных способов, даже если для стенки резервуара используют другую систему, например минераловатные плиты.

Q.9 Опасность пожара

При использовании пеноизоляции на основе органических материалов при монтаже и эксплуатации резервуара может возникнуть опасность пожара.

Даже если некоторые материалы и составы воспламеняются не так легко, как другие, всегда применяют горючие вещества, для которых существует определенная опасность пожара.

Приложение R
(обязательное)

Характеристики поверхности

R.1 Поверхности, находящиеся в контакте с хранимым продуктом

R.1.1 Общие положения

R.1.1.1 Все временные навесные и накладные элементы должны быть удалены шлифованием или другими подходящими способами без повреждения основного металла.

R.1.1.2 Зоны со слишком большим усилением сварного шва снимают, при этом толщина стенки не должна стать меньше расчетной, за исключением случаев, допустимых в соответствии с 14.6.

R.1.1.3 Расположенные на внутренней поверхности сварные швы очищают от шлака. Зоны, в которых были расположены устройства для подъема, очищают и гладко шлифуют.

R.1.1.4 На внутренних поверхностях не допускаются брызги наплавленного металла.

R.1.2 Резервуары из нелегированных сталей

Характеристики поверхности в зонах, на которых должно быть нанесено защитное покрытие, должны соответствовать требованиям организации, выполняющей покрытие, и должны быть согласованы с изготовителем.

R.1.3 Резервуары из нержавеющей стали

R.1.3.1 Общие положения

Характеристики внутренней поверхности резервуара должны соответствовать требованиям заказчика (см. А.1 приложения А) и зависят от свойств хранимого продукта. Если особых требований не предъявлено, действует степень чистоты 1.

Рассматриваемые поверхности должны включать в себя все листы, навесные и накладные элементы и сварные швы, которые находятся в контакте с хранимым продуктом.

Для характеристик поверхности установлены три степени чистоты:

1) степень 1 — нормальные поверхности:

- для резервуаров, для которых не требуется специальная чистота поверхности;

2) степень 2 — чистые поверхности:

- резервуар может быть очищен холодным способом, следы хранимого продукта после опорожнения допускаются;

3) степень 3 — весьма чистые поверхности:

- резервуар должен быть очищен горячим способом и затем стерилизован для устранения всех следов хранимого продукта.

R.1.3.2 Степень 1 — нормальные поверхности

Поверхности должны соответствовать указанным ниже требованиям.

Днище, стенка, крыша:

- поверхность металла листов должна быть в состоянии поставки;
- несглаженные угловые швы являются допустимыми;
- сварные швы должны быть очищены щеткой или при необходимости протравлены и пассивированы;
- требуется только визуальный контроль.

Трубы и навесные и накладные элементы:

- поверхность металла должна быть в состоянии поставки;
- провар корня шва должен соответствовать требованиям;
- сварные швы должны быть очищены щеткой или при необходимости протравлены и пассивированы;
- требуется только визуальный контроль.

R.1.3.3 Степень 2 — чистые поверхности

Поверхности должны соответствовать указанным ниже требованиям.

Днище, стенка, крыша:

- шероховатость поверхности должна составлять в среднем $R_a \leq 5$ мкм;
- соединения днище — стенка — крыша, где может быть реализовано, а степень 2 должны иметь радиус минимум 6 мм;
- весь резервуар должен быть протравлен и пассивирован;
- необходимо провести следующие виды контроля:

1) 100%-ный визуальный контроль;

2) контроль провара корня шва;

3) выборочный контроль радиусов закругления углов;

4) выборочный контроль шероховатости.

Трубы и навесные и накладные элементы:

- шероховатость поверхности должна составлять в среднем $R_a \leq 5$ мкм;
- провар корня шва должен составлять от 0 до 0,5 мм;
- радиус закругления r должен быть равен или превышать 4 D;
- все части должны быть протравлены и пассивированы;
- необходимо провести следующие виды контроля:

1) 100%-ный визуальный контроль;
2) контроль провара корня шва;
3) выборочный контроль радиусов закругления углов;
4) выборочный контроль шероховатости.

R.1.3.4 Степень 3 — весьма чистые поверхности

Поверхности должны соответствовать указанным ниже требованиям.

Днище, стенка, крыша:

- все поверхности листов и сварных швов должны быть 100 % полированы, шероховатость поверхности в среднем должна составлять $R_a \leq 2{,}5$ мкм;
- сварные швы должны быть выполнены заподлицо с поверхностью листов;
- там, где может быть реализовано, а степень 3 радиусы закругления углов должны составлять минимум 6 мм;
- весь резервуар должен быть протравлен и пассивирован;
- необходимо провести следующие виды контроля:

1) 100%-ный визуальный контроль;
2) контроль провара корня шва;
3) контроль радиусов закругления углов калибром;
4) выборочный контроль шероховатости.

Трубы и навесные и накладные элементы:

- все поверхности должны быть 100 % полированы, шероховатость поверхности в среднем должна составлять $R_a \leq 2{,}5$ мкм;
- провар корня шва должен составлять от 0 до 0,5 мм;
- закругления труб с большим радиусом из бесшовных, сварных труб с гладко зашлифованным швом;
- там, где может быть реализовано, а степень 3 радиусы закругления углов должны составлять минимум 6 мм;
- все части должны быть протравлены и пассивированы;
- необходимо провести следующие виды контроля:

1) 100%-ный визуальный контроль;
2) контроль провара корня шва (эндоскопический);
3) контроль радиусов закругления углов калибром;
4) выборочный контроль шероховатости.

R.2 Наружные поверхности

R.2.1 Общие положения

R.2.1.1 Все временные навесные и накладные элементы должны быть удалены шлифованием или другими подходящими способами без повреждения основного металла.

R.2.1.2 Зоны со слишком большим усилением сварного шва снимают, при этом толщина стенки не должна стать меньше расчетной, за исключением случаев, допустимых в соответствии с 14.6.

R.2.1.3 Все сварные швы очищают от шлака и окалины. Зоны, в которых были расположены устройства для подъема, очищают и гладко шлифуют.

R.2.1.4 На наружных поверхностях не допускаются брызги наплавленного металла.

R.2.1.5 Внешний вид и характеристики наружных поверхностей резервуара должны соответствовать требованиям заказчика (см. А.1 приложения А).

R.2.1.6 Если для поверхности резервуара предусмотрено нанесение теплозащитного или пожарозащитного покрытия, а к резервуару будут приварены элементы крепления, сварка должна быть выполнена до гидростатического испытания монтажным предприятием или при его согласии лицом, имеющим соответствующий допуск.

R.2.2 Резервуары из нелегированных сталей

Для предотвращения коррозии изготовитель должен гарантировать отсутствие мест на поверхности резервуара и его оборудования, на которые не может быть нанесено защитное покрытие.

Требуемая система покрытия должна быть определена при заказе (см. А.1 приложения А).

Примечание — Необходимо соблюдать Директиву [13]

Подрядчик должен уведомить заказчика, если он поставляет листы в грунтованном состоянии.

R.2.3 Резервуары из нержавеющей стали

Сварные швы резервуаров из нержавеющей стали и зоны, в которых могут возникнуть загрязнения вследствие образования ржавчины, должны быть протравлены и пассивированы.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных европейских стандартов национальным и действующим в этом качестве межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного европейского стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального, межгосударственного стандарта
EN 287-1:2004	MOD	ГОСТ Р 53690—2009 (ИСО 9606-1:1994) «Аттестационные испытания сварщиков. Сварка плавлением. Часть 1. Стали»
EN 288-2	—	*
EN 444	—	*
EN 462-1	—	*
EN 462-2	—	*
EN 473	—	*
EN 485		
EN 499		
EN 571-1	—	*
EN 754	—	*
EN 755-1	—	*
EN 755-2	NEQ	ГОСТ 22233—2001 «Профили прессованные из алюминиевых сплавов для светопрозрачных ограждающих конструкций. Технические условия»
EN 755-3	—	*
EN 755-4	—	*
EN 755-5	—	*
EN 755-6	—	*
EN 755-7	—	*
EN 755-8	—	*
EN 755-9	NEQ	ГОСТ 22233—2001 «Профили прессованные из алюминиевых сплавов для светопрозрачных ограждающих конструкций. Технические условия»
EN 970	—	*
EN 1092-1:2001	—	*
EN 1290	—	*
EN 1418	—	*
EN 1435	—	*
EN 1593	—	*
EN 1600	—	*
EN 1714	—	*
EN 1759-1	—	*
EN 1991-1-3:2003	—	*
EN 10025:1993	—	*
EN 10028-2	—	*
EN 10028-3	—	*

Продолжение таблицы ДА.1

Обозначение ссылочного европейского стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального, межгосударственного стандарта
EN 10029:1991	—	*
EN 10045-1	—	*
EN 10088-1	—	*
EN 10088-2:1995	—	*
EN 10088-3:1995	—	*
EN 10113-2:1993	—	*
EN 10113-3:1993	—	*
EN 10204:2004	—	*
EN 10210-1:1994	—	*
EN 10216-1	—	*
EN 10216-2	—	*
EN 10216-3	—	*
EN 10216-5	—	*
EN 10217-1	—	*
EN 10217-2	—	*
EN 10217-3	—	*
EN 10217-5	—	*
EN 10217-7	—	*
EN 10222	—	*
EN 10250	—	*
EN 12874	—	*
ENV 1991-2-1	—	*
ENV 1993-1-1	—	*
ENV 1993-4-2	—	*
EN ISO 4063	IDT	ГОСТ Р ИСО 4063—2010 «Сварка и родственные процессы. Перечень и условные обозначения процессов»
EN ISO 6520-1	IDT	ГОСТ Р ИСО 6520-1—2012 «Сварка и родственные процессы. Классификация дефектов геометрии и сплошности в металлических материалах. Часть 1. Сварка плавлением»
EN ISO14122-1	IDT	ГОСТ Р ИСО 14122-1—2009 «Безопасность машин. Средства доступа к машинам стационарные. Часть 1. Выбор стационарных средств доступа между двумя уровнями»
EN ISO 14122-2	IDT	ГОСТ Р ИСО 14122-2—2010 «Безопасность машин. Средства доступа к машинам стационарные. Часть 2. Рабочие площадки и проходы»
EN ISO 14122-3	IDT	ГОСТ Р ИСО 14122-3—2009 «Безопасность машин. Средства доступа к машинам стационарные. Часть 3. Лестницы и перила»
EN ISO 14122-4	IDT	ГОСТ Р ИСО 14122-4—2009 «Безопасность машин. Средства доступа к машинам стационарные. Часть 4. Лестницы вертикальные»
EN ISO 15607:2003	IDT	ГОСТ Р ИСО 15607—2009 «Технические требования и аттестация процедур сварки металлических материалов. Общие правила»
EN ISO 15614-1:2004	IDT	ГОСТ Р ИСО 15614-1—2009 «Технические требования и аттестация процедур сварки металлических материалов. Проверка процедуры сварки. Часть 1. Дуговая и газовая сварка сталей и дуговая сварка никеля и никелевых сплавов»

Окончание таблицы ДА.1

[*] Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного европейского стандарта.

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты;
- MOD — модифицированный стандарт;
- NEQ — неэквивалентные стандарты.

Библиография

[1] EN 573-3:2003 — Aluminium and aluminium alloys — Chemical composition and form of wrought products — Part 3: Chemical composition (Алюминий и алюминиевые сплавы. Химический состав и форма деформированных изделий. Часть 3. Химический состав)

[2] EN 10056-1 — Specification for structural steel equal and unequal angles — Part 1: Dimensions (Технические условия на уголки равнополочные и неравнополочные из конструкционной стали. Часть 1. Размеры)

[3] EN 10163 (все части) — Delivery requirements for surface conditions of hot- rolled steel plates, wide flats and sections (Листы, полосы и профили стальные горячекатаные. Требования к качеству поверхности при поставке)

[4 EN 10164 — Steel products with improved deformation properties perpendicular to the surface of the product — Technical delivery conditions (Изделия стальные с улучшенной деформируемостью перпендикулярно поверхности изделия. Технические условия поставки)

[5 EN 10279 — Hot rolled steel channels — Tolerances on shape, dimension and mass (Швеллеры стальные горячекатаные. Допуски на форму, размер и массу)

[6] EN 10326 — Continuously hot-dip coated strip and sheet of structural steels — Technical delivery conditions (Полосы и листы из конструкционных сталей с покрытием, полученным непрерывным погружением в расплав. Технические условия поставки)

[7] EN 13480 (все части) — Metallic industrial piping (Металлические промышленные трубопроводы)

[8] ENV 1998-1-1 — Eurocode 8: Design provisions for earthquake resistance of structures — Part 1-1: General rules — Seismic actions and general requirements for structures (Еврокод 8: Правила расчета с учетом сейсмостойкости строительных конструкций. Часть 1-1. Общие правила. Сейсмическое воздействие и общие требования к конструкциям)

[9] — Strength of rim reinforcement for manholes in welded storage tanks, R. T. Rose. British Welding Journal, October 1961 (Прочность армирования краев смотровых люков в сварных емкость для хранения. Р.Т. Роуз. Британский журнал справочных работ, октябрь 1961)

[10] — Model Code of Safe Practice in the Petroleum Industry. Part 3: Refinery Safety Code; 3rd Edition, October 1981, The Institute of Petroleum, London (Типовые правила техники безопасности в нефтеперерабатывающей промышленности. Часть 3: Правила техники безопасности для нефтеперерабатывающего завода; издание 3, октябрь 1981, Нефтяной институт, Лондон)

[11] — European Model Code of Safe Practice in the Storage & Handling of Petroleum Products. Part II Design, Layout & Construction; 1986 Edition, European Petroleum Organization (European Technical Co-operation) 1980; The Institute of Petroleum, London (Европейские типовые правила техники безопасности при хранении и использовании нефтепродуктов. Часть II Проектирование, планировка и строительство; издание 1986, Европейская нефтяная организация (Европейское техническое сотрудничество) 1980; Нефтяной институт, Лондон)

[12] — ERDA Technical Information Document 7024 «Nuclear Reactors and Earthquakes», US Atomic Energy Commission, August 1963 (Департамент энергетических ресурсов, техническая информация, документ 7024 «Ядерные реакторы и землетрясения», Комиссия по атомной энергии США, август 1963)

[13] — European Directive No 94/63/EWG of 20 December 1994 «The control of volatile organic compound (VOC) emissions resulting from the storage of petrol and its distribution from terminals to service stations» (Директива ЕС № 94/63ЕС от 20 декабря 1994 «Контроль над летучими органическими соединениями, образующимися при хранении горючего и его транспортирования от терминалов на автозаправке»)

УДК [624.953](083.74):006.354 ОКС 23.020.01

Ключевые слова: резервуары стальные, сварные, наземные, с плоским днищем, цилиндрические, вертикальные, монтируемые на строительной площадке, проектирование и возведение, условия не ниже температуры окружающей среды, классификация

БЗ 12—2017/160

Редактор *В.Н. Прусакова*
Технический редактор *М.И. Максимова*
Корректор *Г.В. Яковлева*
Компьютерная верстка *Ю.В. Поповой*

Сдано в набор 21.12.2017. Подписано в печать 13.02.2018. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 19,53. Уч.-изд. л. 17,67. Тираж 23 экз. Зак. 125.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123001, Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru