

**СТАЛЬНЫЕ ВЕРТИКАЛЬНЫЕ
ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ РЕЗЕРВУАРЫ
ДЛЯ ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ**
Правила проектирования и устройства

**СТАЛЬНЫЯ ВЕРТЫКАЛЬНЫЯ
ЦЫЛІНДРЫЧНЫЯ РЭЗЕРВУАРЫ
ДЛЯ ЗАХОЎВАННЯ НАФТЫ І НАФТАПРАДУКТАЎ**
Правілы праектавання і ўстройвання

Издание официальное

Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь
Минск 2011

УДК 621.642.2/.3.03.07-034.14(083.74)

МКС 91.080.10

КП 02

Ключевые слова: стальные вертикальные цилиндрические резервуары, материалы, расчетные нагрузки, прочностные расчеты, конструкции, разметка, резка, механическая обработка, сварка, анти-коррозионная защита, сборка, маркировка, комплектность, приемка

Предисловие

Цели и основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

1 РАЗРАБОТАН научно-проектно-производственным республиканским унитарным предприятием «Стройтехнорм» (РУП «Стройтехнорм»), техническим комитетом по стандартизации в области архитектуры и строительства «Металлические и деревянные конструкции» (ТКС 09)

ВНЕСЕН главным управлением научно-технической политики и лицензирования Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 28 апреля 2010 г. № 136

В Национальном комплексе технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства настоящий технический кодекс установившейся практики входит в блок 5.04 «Металлические конструкции и изделия»

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ (с отменой на территории Республики Беларусь разделов 1 и 6 СНиП 2.09.03-85 в части стальных резервуаров)

© Минстройархитектуры, 2011

Настоящий технический кодекс установившейся практики не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь

Содержание

1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	2
3 Термины и определения.....	4
4 Обозначения и сокращения	6
5 Правила проектирования	9
5.1 Общие положения	9
5.2 Классификация резервуаров по степени опасности	10
5.3 Классификация резервуаров по методам изготовления и монтажа.....	10
5.4 Классификация резервуаров по конструктивным решениям	10
5.5 Конструктивные особенности резервуаров.....	10
5.6 Фундаменты под резервуары	11
5.7 Общие требования к материалам.....	12
5.8 Рекомендуемые стали.....	15
5.9 Расчетная температура металла	19
5.10 Требования к ударной вязкости	19
5.11 Требования к химическому составу основных материалов	21
5.12 Требования к сортаменту листового проката	21
5.13 Дополнительные требования, указываемые в заказе на изготовление листового проката	22
5.14 Дополнительные требования к крепежным деталям	23
5.15 Требования к сварочным материалам	23
5.16 Условия приемки материалов	23
5.17 Основные положения расчета	24
5.18 Расчетные нагрузки.....	26
5.19 Исходные данные для проектирования	27
5.20 Расчет днища.....	27
5.21 Расчет стенки резервуара на прочность	27
5.22 Расчет стенки резервуара на устойчивость.....	29
5.23 Расчет допускаемых нагрузок на патрубки врезок в стенку резервуара	31
5.24 Расчет нагрузок на основание и фундамент резервуара.....	35
5.25 Расчетные требования по установке анкеров	36
5.26 Расчет резервуаров с защитной стенкой	37
5.27 Расчет крыши.....	39
5.27.1 Расчет стационарных крыш	39
5.27.2 Нагрузки	39
5.27.3 Расчет каркасных крыш	41

5.27.4 Расчет самонесущих крыш	42
5.27.5 Расчет плавающих крыш и понтонов	43
5.27.6 Расчетные комбинации воздействий	45
5.27.7 Проверка прочности конструктивных элементов крыши.....	45
6 Правила устройства.....	45
6.1 Общие положения	45
6.2 Требования к конструкции днища	46
6.3 Требования к конструкции стенки	48
6.4 Требования к конструкции колец жесткости	50
6.5 Требования к конструкции стационарных крыш	51
6.6 Требования к конструкции плавающих крыш	54
6.7 Требования к конструкции понтонов	57
6.8 Требования к конструкции люков и патрубков в стенке резервуара	59
6.9 Требования к конструкции люков и патрубков в крыше	68
6.10 Требования к конструкции площадок и лестниц	70
6.11 Требования к конструкции анкерных устройств	72
6.12 Требования к конструкции устройств для зачистки	72
6.13 Требования к конструкции резервуаров с защитной стенкой	75
6.14 Требования к конструктивным элементам, присоединяемым к стенке резервуара	76
6.15 Изготовление конструкций резервуаров	77
6.15.1 Приемка и определение характеристик материалов	77
6.15.2 Транспортирование и хранение металлопроката	77
6.15.3 Обработка металлопроката	77
6.15.4 Изготовление нерулонируемых конструкций	79
6.15.5 Изготовление рулонируемых конструкций	80
6.15.6 Маркировка.....	83
6.15.7 Упаковка	84
6.15.8 Транспортирование и хранение	84
6.15.9 Гарантии изготовителя.....	85
6.16 Сварка	85
6.16.1 Общие требования к сварке.....	85
6.16.2 Требования к сварным соединениям днища	89
6.16.3 Требования к вертикальным и горизонтальным сварным швам стенки.....	90
6.16.4 Требования к уторному узлу.....	91
6.16.5 Требования к сварным соединениям люков и патрубков	91
6.16.6 Требования к сварным соединениям колец жесткости	92
6.16.7 Требования к сварным соединениям плавающих крыш и понтонов	92
6.16.8 Требования к сварным соединениям стационарных крыш.....	92
6.16.9 Требования к сварным соединениям конструктивных элементов, привариваемых к стенке резервуара	92
6.17 Требования к термической обработке.....	93
6.18 Требования к видам и объему контроля качества сварных соединений	93

7	Защита резервуаров от коррозии	98
7.1	Общие положения	98
7.2	Требования к защите от коррозии наружных поверхностей резервуаров	100
7.3	Требования к защите от коррозии внутренних поверхностей резервуаров.....	101
7.4	Требования к подготовке поверхности резервуара.....	102
7.5	Требования к ЛКМ и подготовке их к нанесению.....	103
7.6	Требования к контролю и приемке покрытия	104
7.7	Требования к защите от коррозии металлоконструкций на период транспортирования, хранения и монтажа	105
7.8	Электрохимическая защита от коррозии	105
8	Требования к устройству теплоизоляции	106
9	Оборудование для безопасной эксплуатации резервуаров	107
9.1	Общие положения	107
9.2	Технологическое оборудование.....	109
9.3	КИП и автоматика	111
9.4	Дыхательная аппаратура	111
9.5	Приборы контроля уровня	112
9.6	Устройства пожарной безопасности.....	113
9.7	Устройства молниезащиты.....	114
10	Мероприятия по охране окружающей природной среды	116
11	Комплектность	117
12	Испытания и приемка резервуаров	117
Приложение А	(справочное) Основные параметры резервуаров объемом от 100 до 50 000 м ³	120
Приложение Б	(обязательное) Форма задания на проектирование резервуара.....	121
Приложение В	(обязательное) Форма акта проверки готовности резервуара к проведению работ по антикоррозионной защите	124
Приложение Г	(обязательное) Форма акта на скрытые работы по подготовке поверхности резервуара к окраске	125
Приложение Д	(обязательное) Форма журнала производства работ по нанесению антикоррозионного покрытия на резервуар	126
Приложение Е	(обязательное) Форма акта приемки антикоррозионного покрытия резервуара	128
Приложение Ж	(справочное) Определение технических характеристик колец орошения (перфорированного трубопровода)	129
Приложение К	(справочное) Примеры расчета допускаемых нагрузок на патрубков.....	133
Приложение Л	(обязательное) Форма документа о качестве	136
Библиография		138

ТЕХНИЧЕСКИЙ КОДЕКС УСТАНОВИВШЕЙСЯ ПРАКТИКИ

**СТАЛЬНЫЕ ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ РЕЗЕРВУАРЫ
ДЛЯ ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ****Правила проектирования и устройства****СТАЛЬНЫЯ ВЕРТЫКАЛЬНЫЯ ЦЫЛІНДРЫЧНЫЯ РЭЗЕРВУАРЫ
ДЛЯ ЗАХОЎВАННЯ НАФТЫ І НАФТАПРАДУКТАЎ****Правілы праектавання і ўстройства**Steel vertical cylindrical tanks for storage of oil and mineral oil
Rules of designing and arrangement

Дата введения 2010-07-01

1 Область применения

1.1 Настоящий технический кодекс установившейся практики (далее — технический кодекс) устанавливает общие требования к проектированию, устройству, изготовлению и реконструкции вертикальных стальных цилиндрических резервуаров для нефти и нефтепродуктов, а также требования, направленные на обеспечение промышленной безопасности, предупреждение аварий, случаев производственного травматизма.

1.2 Настоящий технический кодекс устанавливает требования к вертикальным стальным цилиндрическим резервуарам (далее — резервуары) номинальным объемом от 100 до 120 000 м³ для хранения нефти и нефтепродуктов под избыточным давлением до 2 кПа включ.

Проектирование и изготовление резервуаров объемом более 120 000 м³ следует выполнять по индивидуальным техническим условиям специализированными организациями с учетом положений настоящего технического кодекса.

1.3 Настоящий технический кодекс распространяется на вновь проектируемые резервуары, предназначенные для следующих условий эксплуатации:

- назначение — прием, хранение, выдача, учет (количественный и качественный) нефти и нефтепродуктов, хранение и отстой подтоварной воды и механических примесей, смешение нефти и нефтепродуктов, другие технологические процессы добычи, транспортирования и хранения;

- расположение резервуаров — наземное;

- вид хранимых продуктов — нефть и нефтепродукты;

- плотность хранимых продуктов — до 1015 кг/м³;

- максимальная температура корпуса резервуара — до 180 °С (для резервуаров с температурой хранения более 90 °С следует учитывать изменения физико-механических характеристик применяемых сталей);

- внутреннее избыточное давление — до 2 кПа;

- вакуум — до 0,25 кПа.

1.4 Настоящий технический кодекс не распространяется на изотермические резервуары, баки-аккумуляторы для горячей воды и резервуары для хранения агрессивных химических продуктов.

1.5 Реконструкция резервуаров должна производиться с учетом требований настоящего технического кодекса.

1.6 Настоящий технический кодекс обязателен для использования предприятиями и организациями Республики Беларусь, осуществляющими проектирование, изготовление и приемку новых и реконструируемых резервуаров в эксплуатацию.

1.7 Субъектами деятельности (в рамках настоящего технического кодекса) являются предприятия или физические лица, осуществляющие следующие виды деятельности и несущие ответственность за соблюдение настоящих норм по результатам этой деятельности:

— заказчик — предприятие (или физическое лицо), принимающее на себя общее руководство процессом строительства резервуара и ввода его в эксплуатацию, — выдает исходные данные для проектирования резервуара, участвует в контроле, испытаниях и приемке резервуара;

— генеральный проектировщик — предприятие, принимающее на себя по поручению заказчика общее руководство процессом проектирования резервуара во всех его частях в полном соответствии с требованиями ТНПА и настоящего технического кодекса — осуществляет привязку резервуара на генплане объекта и выполняет технологическую часть проекта;

— проектировщик — предприятие, осуществляющее по поручению генерального проектировщика проектирование остальных частей рабочей документации на резервуар: чертежей марки КМ на металлоконструкции резервуара; проекта основания и фундаментов под резервуар, разделов проекта «Оборудование резервуара» по заданию генерального проектировщика или заказчика;

— изготовитель — предприятие (завод-изготовитель), осуществляющее изготовление конструкций резервуара;

— генеральный подрядчик — организация, выполняющая весь комплекс строительно-монтажных работ или привлекающая для выполнения отдельных своих обязательств других лиц по договорам субподряда;

— монтажная организация — предприятие, осуществляющее монтаж, испытания и сдачу в эксплуатацию резервуара.

2 Нормативные ссылки

В настоящем техническом кодексе использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее — ТНПА):¹⁾

ТКП 45-2.01-111-2008 (02250) Защита строительных конструкций от коррозии. Строительные нормы проектирования

ТКП 181-2009 (02230) Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей

СТБ 1355-2002 Требования к персоналу, руководящему сварочными работами. Задачи и ответственность

СТБ EN 287-1-2009 Квалификация сварщиков. Сварка плавлением. Часть 1. Стали

СТБ EN 719-2001 Требования к персоналу надзора сварочного производства за обеспечением качества сварной продукции

СТБ EN 1418-2001 Квалификация операторов установок сварки плавлением и наладчиков установок контактной сварки

СТБ ISO 15609-1-2009 Технологическая инструкция и квалификация технологических процессов сварки металлических материалов. Инструкция на технологический процесс сварки. Часть 1. Дуговая сварка

СТБ ISO 15613-2009 Технологическая инструкция и квалификация технологических процессов сварки металлических материалов. Квалификация на основе испытаний перед началом производства

СТБ ISO 15614-1-2009 Технологическая инструкция и квалификация технологических процессов сварки металлических материалов. Испытание технологического процесса сварки. Часть 1. Дуговая и газовая сварка сталей и дуговая сварка никеля и никелевых сплавов

ГОСТ 2.312-72 Единая система конструкторской документации. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений

ГОСТ 9.010-80 Единая система защиты от коррозии и старения. Воздух сжатый для распыления лакокрасочных материалов. Технические требования и методы контроля

ГОСТ 9.032-74 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения

ГОСТ 9.402-2004 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей к окрашиванию

ГОСТ 535-2005 Прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества. Общие технические условия

¹⁾ СНБ и СНИП имеют статус технического нормативного правового акта на переходный период до их замены техническими нормативными правовыми актами, предусмотренными Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

- ГОСТ 1050-88 Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия
- ГОСТ 1510-84 Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение
- ГОСТ 2601-84 Сварка металлов. Термины и определения основных понятий
- ГОСТ 4543-71 Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия
- ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
- ГОСТ 8713-79 Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
- ГОСТ 9454-78 Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах
- ГОСТ 9467-75 Electroды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы
- ГОСТ 11533-75 Автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
- ГОСТ 11534-75 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
- ГОСТ 11969-93 Сварные швы. Положения при сварке. Определения и обозначения углов наклона и поворота
- ГОСТ 12815-80 Фланцы арматуры, соединительных частей и трубопроводов на P_y от 0,1 до 20,0 МПа (от 1 до 200 кгс/см²). Типы. Присоединительные размеры и размеры уплотнительных поверхностей
- ГОСТ 12816-80 Фланцы арматуры, соединительных частей и трубопроводов на P_y от 0,1 до 20,0 МПа (от 1 до 200 кгс/см²). Общие технические требования
- ГОСТ 12820-80 Фланцы стальные плоские приварные на P_y от 0,1 до 2,5 МПа (от 1 до 25 кгс/см²). Конструкция и размеры
- ГОСТ 14249-89 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность
- ГОСТ 14637-89 Прокат толстолистовой из углеродистой стали обыкновенного качества. Технические условия
- ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
- ГОСТ 15140-78 Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии
- ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды
- ГОСТ 16037-80 Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
- ГОСТ 19007-73 Материалы лакокрасочные. Метод определения времени и степени высыхания
- ГОСТ 19281-89 Прокат стали повышенной прочности. Общие технические условия
- ГОСТ 19521-74 Сварка металлов. Классификация
- ГОСТ 19903-74 Прокат листовой горячекатаный. Сортамент
- ГОСТ 22727-88 Прокат листовой. Методы ультразвукового контроля
- ГОСТ 23055-78 Контроль неразрушающий. Сварка металлов плавлением. Классификация сварных соединений по результатам радиографического контроля
- ГОСТ 23118-99 Конструкции стальные строительные. Общие технические условия
- ГОСТ 23518-79 Дуговая сварка в защитных газах. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
- ГОСТ 24379.0-80 Болты фундаментные. Общие технические условия
- ГОСТ 27751-88 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету
- ГОСТ 27772-88 Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия
- СНБ 1.02.01-96 Инженерные изыскания для строительства
- СНБ 2.02.05-04 Пожарная автоматика
- СНБ 2.04.02-2000 Строительная климатология
- СНБ 3.02.01-98 Склады нефти и нефтепродуктов
- СНиП 2.01.07-85 Нагрузки и воздействия

СНиП 2.01.09-91 Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах
 СНиП 2.02.01-83 Основания зданий и сооружений
 СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты
 СНиП II-23-81* Стальные конструкции.

Примечание — При пользовании настоящим техническим кодексом целесообразно проверить действие ТНПА по Перечню технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства, действующих на территории Республики Беларусь, и каталогу, составленным по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящим техническим кодексом следует руководствоваться замененными (измененными) ТНПА. Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем техническом кодексе применяются следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 абразивоструйная очистка: Способ очистки поверхности с помощью струи воздуха с абразивным материалом.

3.2 адгезия лакокрасочного покрытия: Прочность сцепления между пленкой лакокрасочных материалов и окрашиваемой поверхностью.

3.3 антикоррозионная защита (противокоррозионная защита): Процессы и средства, применяемые для уменьшения или прекращения коррозии металла.

3.4 взрывозащищенный резервуар: Резервуар, имеющий конструктивные устройства, способствующие уменьшению внутреннего давления при возможном взрыве и обеспечивающие сохранность корпуса резервуара и хранимого в резервуаре продукта от вытекания в окружающую среду.

3.5 воздействие: Действие, вызывающее изменение напряженно-деформированного состояния резервуара, например: конструктивное, технологическое, климатическое, сейсмическое или другое.

3.6 геометрический объем резервуара: Величина объема, определяемая произведением горизонтального сечения резервуара на высоту его стенки.

3.7 гидроабразивная очистка: Способ очистки поверхности с помощью струи воды с абразивным материалом.

3.8 жизнеспособность двухкомпонентного лакокрасочного материала: Время, в течение которого необходимо использовать двухкомпонентный лакокрасочный материал после смешения компонентов.

3.9 жизнеспособность лакокрасочных материалов: Время, в течение которого необходимо использовать лакокрасочные материалы в соответствии с требованиями инструкции по применению.

3.10 коррозионная среда: Среда, в которой происходит коррозия металла.

3.11 коррозия металлов: Разрушение металлов вследствие химического или электрохимического взаимодействия их с коррозионной средой.

3.12 лакокрасочные материалы: Материалы на основе синтетических пленкообразующих смол, содержащие пигменты, наполнители, пластификаторы, предназначенные для антикоррозионной защиты стальных поверхностей.

3.13 механическая очистка: Способ очистки поверхности с применением ручного или механического инструмента.

3.14 нагрузка временная: Нагрузка, имеющая ограниченную продолжительность действия по времени и в отдельные периоды срока службы резервуара.

3.15 нагрузка нормативная: Нагрузка, устанавливаемая действующими ТНПА, исходя из условий заданной обеспеченности ее появления, или принятая по ее номинальному значению.

3.16 нагрузка постоянная: Нагрузка, которая действует постоянно в течение всего срока службы резервуара.

3.17 нагрузка равномерно-распределенная: Нагрузка постоянной интенсивности, прилагаемая непрерывно к данной поверхности (линии) или части ее.

3.18 нагрузка распределенная: Нагрузка, прилагаемая непрерывно к данной поверхности (линии), интенсивность которой не является постоянной, а изменяется по линейному, квадратичному или другому закону.

3.19 нагрузка расчетная: Нагрузка, принимаемая в расчетах конструкций или оснований и равная нормативной нагрузке, умноженной на соответствующий коэффициент надежности по нагрузкам.

3.20 нагрузка сосредоточенная: Нагрузка, прилагаемая к очень малой площадке (точке).

3.21 надежность резервуара: Способность конструкции резервуара осуществлять прием, хранение и отбор из него нефти и нефтепродуктов в заданных технической документацией параметрах.

Примечание — Критериями надежности резервуара считаются: работоспособность, безотказность работы, долговечность резервуаров и его элементов, ремонтпригодность элементов резервуаров.

3.22 несущие металлоконструкции: Конструкции, воспринимающие нагрузки и воздействия и обеспечивающие прочность, жесткость и устойчивость резервуаров.

3.23 номинальный объем резервуара: Условная округленная величина, принятая для идентификации требований норм для различных по конструктивным особенностям резервуаров при расчетах:

— номенклатуры объемов резервуаров (типоразмер);

— установок пожаротушения и охлаждения (орошения стенок) резервуаров;

— компоновки резервуарных парков, определении вместимости групп резервуаров разных видов нефти и нефтепродуктов.

3.24 номинальная толщина элемента: Проектная толщина элемента, принятая по расчетной толщине с округлением до значений, соответствующих сортаментам действующих ТНПА.

3.25 ограждающие металлоконструкции: Конструкции, предназначенные для изоляции внутренних объемов резервуаров от внешней среды, с учетом нормативных требований по прочности и герметичности.

3.26 окрайки днища резервуара: Листы, располагаемые по периметру днища резервуара, в зоне опирания стенки. Для резервуаров объемом более 1000 м³ окрайки днища утолщенные по сравнению с центральной частью.

3.27 осадка основания: Вертикальные перемещения поверхности основания в результате деформаций грунтовой подушки и подстилающего грунтового слоя.

3.28 основание резервуара: Грунтовая подушка или бетонный фундамент, на который устанавливается резервуар (искусственная часть основания), и грунтовый массив (естественная часть основания), деформации которых учитываются при вычислении осадок и вертикальных коэффициентов жесткости основания.

3.29 остаточный ресурс: Продолжительность эксплуатации резервуара от момента его технического диагностирования до перехода в предельное состояние, при котором дальнейшая эксплуатация или восстановление работоспособного состояния резервуара невозможны или нецелесообразны.

3.30 отверждение лакокрасочного покрытия: Формирование пленки из лакокрасочных материалов за счет физического и (или) химического процессов.

3.31 плавающая крыша: Конструкция, служащая для предотвращения испарения продукта в резервуаре, не имеющем стационарной крыши, плавающая на поверхности хранимого продукта и закрывающая зеркало продукта по всей площади поперечного сечения резервуара.

3.32 полезный объем резервуара: Объем, определяемый наливом продукта на высоту верхнего рабочего уровня.

Примечание — Для резервуаров с плавающей крышей (понтон) расчет полезного объема должен учитывать уменьшение объема за счет погружения плавающей крыши (понтон) в продукт.

3.33 понтон: Конструкция, служащая для предотвращения испарения продукта в резервуаре со стационарной крышей, плавающая на поверхности хранимого продукта и закрывающая зеркало продукта по всей площади поперечного сечения резервуара.

3.34 пооперационный контроль: Контроль технологических параметров при проведении каждой технологической операции.

3.35 пояс стенки резервуара: Цилиндрический участок стенки, состоящий из листов одной толщины, при этом высота пояса равна ширине одного листа.

3.36 предельное отклонение: Алгебраическая разность между предельно допустимыми и номинальными размерами (величинами) конструкций резервуара и их элементами.

3.37 расчетная толщина элемента: Толщина, определяемая расчетом по соответствующей процедуре.

3.38 резервуар с защитной стенкой: Конструктивное решение резервуара, включающее в себя внутренний (основной) резервуар со стационарной или плавающей крышей и наружный (защитный) резервуар.

3.39 система лакокрасочного покрытия: Система последовательно нанесенных и адгезионно связанных слоев лакокрасочных материалов.

3.40 стальной вертикальный цилиндрический резервуар: Сооружение объемное, наземное, в форме стоящего цилиндра, со своими установочными характеристиками, предназначенное для приема, хранения, измерения объема и выдачи нефти и нефтепродуктов.

Примечание — Основными составными частями резервуара являются основание, днище, стенка и крыша.

3.41 стационарная установка охлаждения резервуара: Горизонтальное секционное кольцо орошения (оросительный трубопровод с генераторами для распыления воды — перфорация; дренажные головки), устанавливаемое в верхнем поясе резервуара.

Примечание — При необходимости оросительный трубопровод должен иметь устройства, обеспечивающие водяную завесу для защиты дыхательной арматуры резервуара.

3.42 строительный подъем: Дополнительный выгиб элемента конструкции сферической крыши резервуара, создаваемый в процессе изготовления или монтажа и обеспечивающий в соответствии с процессом достижение им заданной формы при действии эксплуатационных нагрузок.

3.43 температура вспышки нефти (нефтепродукта): Минимальная температура нефти (нефтепродукта), при которой происходит кратковременное воспламенение ее паров при испытании в закрытом тигле.

3.44 толщина покрытия (толщина сухой пленки): Номинальная толщина отвержденного покрытия, которое остается на окрашенной поверхности, в соответствии с нормативной документацией на систему покрытия.

3.45 усилия: Внутренние силы, возникающие в поперечном сечении элемента конструкции резервуара от внешних нагрузок и воздействий (продольная и поперечная силы, изгибающий и крутящий моменты).

3.46 установка пожаротушения: Стационарные технические устройства для тушения пожара за счет выпускаемого огнетушащего вещества.

3.47 устойчивость резервуара: Способность конструкции и элементов резервуара противостоять усилиям, стремящимся вывести его из исходного состояния статического равновесия.

3.48 уторный шов: Шов соединения стенки с днищем резервуара.

3.49 элемент конструкции резервуара: Составная часть сборной конструкции резервуара (полотно или листы стенки, укрупненный блок стенки, кольцевые контурные листы днища, настил крыши).

4 Обозначения и сокращения

4.1 Обозначения

A_r	— площадь поперечного сечения уторного узла крыши, м^2 ;
A_s	— площадь поперечного сечения усиления при расчете придонного очистного люка, м^2 ;
B_1, B_2	— параметры расчета при действии малоцикловых нагрузок, МПа;
C_0	— коэффициент для проверки устойчивости стенки;
D	— диаметр резервуара, м;
r	— радиус резервуара, м;
D_a	— диаметр установки анкерных болтов, м;
D_e	— диаметр защитной стенки, м;
D_y	— условный проход патрубка, мм;
D_r	— диаметр плавающей крыши, м;
E	— модуль упругости стали, МПа;
G_s	— вес стенки, МН;
G_r	— вес крыши, МН;
G_m	— вес металлоконструкций выше расчетной точки, МН;
G_0	— вес стационарного оборудования выше расчетной точки, МН;
G_t	— вес теплоизоляции выше расчетной точки, МН;
G_{s0}	— вес оборудования стенки, МН;
G_{r0}	— вес оборудования крыши, МН;
G_{st}	— вес теплоизоляции на стенке, МН;
G_{rt}	— вес теплоизоляции на крыше, МН;
G	— вес хранимого продукта, МН;
H_i	— расстояние от зеркала продукта до i -го стыка поясов при эксплуатации, м;
H_{ig}	— расстояние от зеркала продукта до i -го стыка поясов при гидравлических и пневматических испытаниях, м;

H_r	— редуцированная высота стенки резервуара без промежуточных ветровых колец, м;
H_{rL}	— редуцированная высота участка стенки ниже промежуточного ветрового кольца, м;
H_{rU}	— редуцированная высота участка стенки выше промежуточного ветрового кольца, м;
H_{max}	— редуцированная высота участка стенки ниже или выше промежуточного ветрового кольца (большее значение), м;
H_s	— высота стенки, м;
H_{se}	— высота защитной стенки, м;
H_e	— границы приложения нагрузки на защитную стенку в процессе аварии по высоте, м;
φ_e	— границы приложения нагрузки на защитную стенку в процессе аварии по окружности, в градусах;
L_0	— расчетная ширина окрестного кольца днища, м;
L_f	— ширина фундаментного кольца за вычетом выступающего за стенку участка, м;
L_s	— размер деформируемого участка стенки в зоне промежуточного ветрового кольца или в зоне сопряжения стенки и крыши, м;
L_r	— размер деформируемого участка крыши в зоне сопряжения со стенкой, м;
M_L^*	— расчетные нагрузки на патрубок — меридиональный момент, кН·м;
M_C^*	— расчетные нагрузки на патрубок — кольцевой момент, кН·м;
F_R^*	— расчетные нагрузки на патрубок — радиальная сила, кН;
M_{ws}	— опрокидывающий момент от действия ветра на стенку, МН·м;
M_{wr}	— опрокидывающий момент от действия ветра на крышу, МН·м;
F_{wvr}	— подъемная сила от действия ветра на крышу, МН;
M_w	— опрокидывающий момент от действия ветра на весь резервуар, МН·м;
N_a	— расчетное усилие в одном анкерном болте, МН;
Q_{max}, Q_{min}	— расчетные вертикальные нагрузки на фундамент резервуара, МН;
R	— расчетная величина, определяемая по формуле (5.14), МПа;
R_{yn}	— предел текучести стали, МПа;
R_y	— расчетное сопротивление по пределу текучести, МПа;
R_{un}	— временное сопротивление стали, МПа;
R_u	— расчетное сопротивление по временному сопротивлению стали, МПа;
R_{ba}	— расчетное сопротивление анкерного болта, МПа;
T	— расчетная температура металла, °С;
W_{zt}	— момент сопротивления сечения верхнего ветрового кольца относительно центральной вертикальной оси, м ³ ;
W_{zi}	— момент сопротивления сечения промежуточного ветрового кольца относительно центральной вертикальной оси, м ³ ;
a_i	— размеры области допускаемых нагрузок на патрубки, кН, кН·м;
b_0	— базовый размер, м, равный 10 м;
f_s	— коэффициент, учитывающий форму стационарной крыши;
f_r	— высота стационарной крыши, м;
g	— ускорение свободного падения, м/с ² ;
$h = h_i$	— высота пояса, м;
k_i	— коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте стенки (см. СНиП 2.01.07, таблицу 6);
k_1, k_2	— коэффициенты, используемые для расчета размеров окрестного кольца днища;
n_a	— количество анкерных болтов, шт.;
n_c	— условное число наливов (сливов) продукта;
p	— нормативное избыточное давление в газовом пространстве, МПа;
p_e	— гидродинамическая нагрузка на защитную стенку при аварии, МПа;
p_d	— расчетная нагрузка на днище резервуара при эксплуатации, МПа;
p_g	— расчетная нагрузка на днище резервуара при гидравлических и пневматических испытаниях, МПа;
p_f	— расчетная нагрузка на основание под центральной частью днища при эксплуатации, МПа;
p_{fg}	— расчетная нагрузка на основание под центральной частью днища при гидравлических и пневматических испытаниях, МПа;
p_r	— расчетная нагрузка на крышу, МПа;

p_s	— расчетная снеговая нагрузка на поверхности земли, МПа;
p_{sr}	— расчетная снеговая нагрузка на поверхности крыши, МПа;
p_v	— нормативное значение вакуума, МПа;
p_w	— нормативное значение ветрового давления, МПа;
p_{max}	— максимальное значение гидродинамической нагрузки на защитную стенку в процессе аварии, МПа;
q_{fo}	— нагрузка на фундаментное кольцо защитной стенки при аварии, МН/м;
q_w	— нагрузка от собственного веса металлоконструкций и оборудования защитной стенки, МН/м;
q_{max}, q_{min}	— расчетные нагрузки на фундаментное кольцо, МН/м;
$t = t_i$	— номинальная толщина i -го пояса стенки, м;
t_{bc}	— номинальная толщина центральной части днища резервуара, м;
t_b	— номинальная толщина кольцевых краев днища, м;
t_{bd}	— номинальная толщина пояса стенки, примыкающего снизу к i -му стыку при эксплуатации, м;
t_{Lg}	— номинальная толщина пояса стенки, примыкающего снизу к i -му стыку при гидравлических и пневматических испытаниях, м;
t_L	— назначенная номинальная толщина пояса стенки, примыкающего снизу к i -му стыку, м;
t_{Ud}	— номинальная толщина пояса стенки, примыкающего сверху к i -му стыку при эксплуатации, м;
t_{Ug}	— номинальная толщина пояса стенки, примыкающего сверху к i -му стыку при гидравлических и пневматических испытаниях, м;
t_u	— назначенная номинальная толщина пояса стенки, примыкающего сверху к i -му стыку, м;
t_o	— расчетная толщина листов настила крыши, м;
t_r	— номинальная толщина листов настила крыши, м;
t_{el}	— номинальная толщина первого пояса защитной стенки, м;
t_{min}	— номинальная толщина самого тонкого пояса стенки, м;
X_i	— расстояние от i -го стыка поясов до расчетного сечения пояса, м;
Z	— координата приложения гидродинамической нагрузки по высоте от днища, м;
φ	— координата приложения гидродинамической нагрузки по окружности, в градусах;
φ_{fo}	— угловой размер сектора действия аварийной нагрузки на фундамент защитной стенки, в градусах;
α	— угол наклона конической крыши, в градусах;
γ_c	— коэффициент условий работы;
γ_n	— коэффициент надежности по ответственности;
γ_m	— коэффициент надежности по материалу;
γ_{p1}	— коэффициент учета термообработки швов врезки;
γ_{p2}	— коэффициент учета цикличности действия нагрузок на патрубок;
γ_s	— коэффициент, используемый для определения снеговой нагрузки;
γ_t	— температурный коэффициент;
ΔH	— высота борта понтона (плавающей крыши) выше ватерлинии, м;
Δt_c	— припуск на коррозию, м;
Δt_m	— минусовой допуск на прокат, м;
Δt_{cU}	— припуск на коррозию пояса стенки, примыкающего к i -му стыку сверху, м;
Δt_{cL}	— припуск на коррозию пояса стенки, примыкающего к i -му стыку снизу, м;
Δt_{mU}	— минусовой допуск на прокат пояса стенки, примыкающего к i -му стыку сверху, м;
Δt_{mL}	— минусовой допуск на прокат пояса стенки, примыкающего к i -му стыку снизу, м;
ε	— расчетное относительное удлинение (укорочение) любой из сторон поперечного сечения сварного шва;
ε_p	— предельно допустимое относительное удлинение (укорочение) любой из сторон поперечного сечения сварного шва;
λ	— коэффициент для расчета допускаемых нагрузок на патрубки;
μ	— коэффициент неравномерности распределения снегового покрова по поверхности крыши;
ρ	— плотность продукта, т/м ³ ;

ρ_s	— плотность металла, т/м ³ ;
ρ_r	— радиус кривизны купольной (сферической) крыши, м;
$[\sigma]_T$	— допускаемые напряжения стали при температуре T , МПа;
$[\sigma_v]$	— предел выносливости, МПа;
σ_{e1}	— вертикальные напряжения в нижнем сечении защитной стенки в процессе аварии, МПа;
σ_{cr1}	— первое (меридиональное) критическое напряжение, МПа;
σ_{cr2}	— второе (кольцевое) критическое напряжение, МПа;
σ_1	— расчетное меридиональное напряжение в поясе стенки, МПа;
σ_2	— расчетное кольцевое напряжение в поясе стенки, МПа.

4.2 Сокращения

ЗС	— защитная стенка (в обозначениях резервуаров с защитной стенкой);
ЛВЖ	— легковоспламеняющиеся жидкости;
ЛКМ	— лакокрасочные материалы;
ППР	— проект производства работ;
РВС	— резервуар вертикальный стальной;
РВСП	— резервуар вертикальный стальной с понтоном;
РВСПК	— резервуар вертикальный стальной с плавающей крышей;
СКЗ	— система катодной защиты;
СППТ	— система пожарного пенотушения;
УКЗ	— установка катодной защиты;
УЛФ	— улавливание легких фракций;
УПЗ	— установка протекторной защиты;
ЭХЗ	— электрохимическая защита.

5 Правила проектирования

5.1 Общие положения

5.1.1 Проектирование стальных вертикальных цилиндрических резервуаров может осуществляться только при наличии специального разрешения (лицензии), полученного в установленном порядке.

5.1.2 Условия эксплуатации резервуаров и их конструктивные особенности должны быть заданы заказчиком (5.19 и приложение Б).

5.1.3 При назначении геометрических параметров резервуаров в составе резервуарного парка следует учитывать требования действующих ТНПА по взаимному расположению отдельных резервуаров и их групп.

5.1.4 Настоящий технический кодекс предусматривает проектирование резервуаров с геометрическими размерами, установленными заказчиком.

В приложении А приведены основные параметры резервуаров объемом от 100 до 50 000 м³, которые имеют предпочтительные размеры для изготовления и монтажа в соответствии с настоящим техническим кодексом.

5.1.5 В проектах резервуаров необходимо предусматривать максимальное сокращение потерь хранимой нефти и нефтепродуктов от испарения в период эксплуатации, а также соблюдение требований по охране окружающей среды.

5.1.6 Конструкции резервуаров должны предусматривать возможность очистки от остатков хранимого продукта, проветривания и дегазации резервуаров при их ремонте и окраске.

5.1.7 Для обслуживания оборудования (дыхательной арматуры, приборов и прочих устройств) все резервуары должны иметь стационарные лестницы, площадки и переходы с высотой перил по всему периметру не менее 1 м.

5.1.8 Резервуары должны иметь технологические, световые, монтажные люки, а также люки-лазы.

В стенах резервуаров с понтонами или плавающими крышами следует устраивать люки-лазы (диаметр патрубка не менее 600 мм), обеспечивающие доступ персонала на плавающие конструкции при нижнем их положении.

Количество и характеристики (условный диаметр и условное давление) люков и патрубков должны быть указаны заказчиком в задании на проектирование.

5.2 Классификация резервуаров по степени опасности

5.2.1 В зависимости от объема и места расположения резервуары подразделяются на четыре класса по степени опасности:

- класс I — резервуары объемом более 50 000 м³;
- класс II — резервуары объемом от 20 000 до 50 000 м³, а также резервуары объемом от 10 000 до 50 000 м³, расположенные непосредственно по берегам рек, крупных водоемов и в черте городской застройки;
- класс III — резервуары объемом от 1000 до 20 000 м³;
- класс IV — резервуары объемом менее 1000 м³.

5.2.2 Класс опасности должен учитываться при назначении:

- специальных требований к материалам, методам изготовления, объемам контроля качества;
- коэффициентов надежности по ответственности.

5.2.3 Резервуары класса I необходимо проектировать с обязательной разработкой декларации безопасности.

5.3 Классификация резервуаров по методам изготовления и монтажа

По методам изготовления и монтажа листовых металлоконструкций резервуары подразделяются на следующие основные виды:

- а) резервуары рулонной сборки;
- б) резервуары полистовой сборки;
- в) резервуары комбинированной сборки.

5.4 Классификация резервуаров по конструктивным решениям

По конструктивным решениям резервуары подразделяются на:

- а) резервуары со стационарной крышей без понтона;
- б) резервуары со стационарной крышей с понтоном;
- в) резервуары с плавающей крышей;
- г) резервуары с защитной стенкой (могут использоваться при сооружении резервуаров, указанных в перечислениях а), б), в) настоящего пункта).

5.5 Конструктивные особенности резервуаров

5.5.1 Резервуары объемом 5000 м³ и более должны проектироваться, как резервуары, изготавливаемые методом полистовой сборки.

Резервуары объемом до 5000 м³ могут проектироваться, как резервуары, изготавливаемые методом полистовой или рулонной сборки.

5.5.2 Конструктивное исполнение резервуаров и их элементов рекомендуется принимать по таблице 5.1.

5.5.3 Основными критериями при выборе типа и конструктивного исполнения резервуаров являются характеристики хранимой нефти и нефтепродуктов (давление насыщенных паров, содержание серы и сероводорода, плотность) и технологическое назначение резервуара (технологические емкости, резервуары-сборники системы сброса волны давления).

5.5.4 При давлении насыщенных паров хранимой нефти менее 26,6 кПа необходимо использовать резервуары со стационарной крышей.

При давлении насыщенных паров хранимой нефти от 26,6 до 93,3 кПа необходимо использовать резервуары типа РВСП, РВСПК или применять газоуравнительные системы.

5.5.5 При строительстве новых резервуаров или реконструкции существующих в действующем резервуарном парке, высота стенки вновь возводимых резервуаров не должна превышать высоту существующих, находящихся в одной технологической группе, за исключением случаев, если перспективными планами строительства (реконструкции) не предусмотрена их замена на новые с увеличенной высотой стенки (взлива).

Таблица 5.1

Тип резервуара	Обозначение резервуара (категория)	Днище	Стенка		Крыша			Понтон	Лестница		
		полистовое	рулонная	полистовая	сферическая	каркасная	плавающая		кольцевая	шахтная	маршевая
РВС	1000 (А, Б)	+	+	+	+	+	—	—	+	+	—
	2000 (А, Б)	+	+	+	+	+	—	—	+	+	—
	3000 (А, Б)	+	+	+	+	+	—	—	+	+	—
	5000 (А, Б)	+	—	+	+	+	—	—	+	—	+
	10 000 (А, Б)	+	—	+	+	—	—	—	+	—	+
	20 000 (А, Б)	+	—	+	+	—	—	—	+	—	+
	30 000 (А, Б)	+	—	+	+	—	—	—	+	—	+
РВСП	3000 (А, Б)	+	+	+	+	+	—	+	+	+	—
	5000 (А, Б)	+	—	+	+	+	—	+	+	—	+
	10 000 (А, Б)	+	—	+	+	—	—	+	+	—	+
	20 000 (А, Б)	+	—	+	+	—	—	+	+	—	+
	30 000 (А, Б)	+	—	+	+	—	—	+	+	—	+
РВСПК	20 000 (А, Б)	+	—	+	—	—	+	—	+	—	+
	30 000 (А, Б)	+	—	+	—	—	+	—	+	—	+
	50 000 (А, Б) и более	+	—	+	—	—	+	—	+	—	+

5.6 Фундаменты под резервуары

5.6.1 Проектирование оснований и фундаментов стальных вертикальных резервуаров выполняется в соответствии с действующими ТНПА и настоящим техническим кодексом.

Проектирование основания и фундаментов под резервуар должно выполняться специализированной проектной организацией с учетом положений действующих ТНПА и дополнительных требований настоящего подраздела. С целью определения исходных данных для проектирования основания и фундаментов в чертежах марки КМ следует разрабатывать задание для проектирования основания и фундаментов, включающее расчетные реактивные усилия (нагрузки), передаваемые от корпуса резервуара на его фундамент.

Проект основания и фундаментов должен быть выполнен с учетом обеспечения следующих условий:

- максимальная абсолютная осадка основания не должна превышать 200 мм;
- относительная осадка основания под днищем, равная отношению разности осадок двух смежных точек к расстоянию между ними, не должна превышать 0,005;
- разность осадок под центральной частью днища и под стенкой не должна превышать $0,003r$ (где r — радиус резервуара) и должна быть не более 100 мм;
- крен резервуаров с понтоном или с плавающей крышей не должен превышать 0,002, а резервуаров без понтона или плавающей крыши — 0,004.

5.6.2 При проектировании оснований и фундаментов необходимо учитывать наличие в регионе строительства применяемых для этого природных материалов.

5.6.3 Исходными данными для проектирования основания резервуара должны быть результаты инженерно-геологических изысканий, выполненных в соответствии с требованиями СНБ 1.02.01 и не позднее, чем за 1,5 года до начала проектирования.

5.6.4 По совокупности свойств инженерно-геологические условия площадки для строительства резервуаров подразделяются на благоприятные, неблагоприятные и весьма неблагоприятные.

5.6.5 Неблагоприятными для устройства оснований и фундаментов резервуаров являются:

- грунты с модулем деформации $E < 10$ МПа;
- просадочные и набухающие грунты;
- грунты с отклонением слоев от горизонтали более 7° .

5.6.6 Весьма неблагоприятными для устройства оснований и фундаментов резервуаров являются:

- грунты плавунного типа;
- подрабатываемые территории;
- просадочные грунты мощностью более 25 м;
- зоны тектонических разломов;
- участки распространения оползневых, карстовых, мерзлотных и других опасных геологических процессов.

5.6.7 На основании полных инженерно-гидрогеологических изысканий принимаются варианты решений по водопонижению грунтовых вод с устройством различных типов дренажей.

Следует использовать вертикальный дренаж, компактный и маневренный.

На застроенных территориях, сложенных глинистыми грунтами, для снижения уровня подземных вод следует применять дренажные завесы, которые выполняются в виде ряда пересекающихся вертикальных скважин, заполненных хорошо фильтрующим материалом.

Применение водопонижения, особенно в глинистых и пылеватых песчаных грунтах, влечет за собой уплотнение и осадку осушаемой толщи грунтов. Это явление следует учитывать при проектировании дренажа.

5.6.8 Основным критерием выбора типа основания и фундаментов под резервуар является их деформативность. Расчет основания по деформациям предусматривает определение расчетных значений величин, характеризующих абсолютные и относительные перемещения фундаментных конструкций и элементов стальной оболочки резервуара, с целью их ограничения, обеспечивающего нормальную эксплуатацию резервуара и его долговечность. Расчет осадок основания резервуара следует выполнять, как правило, с использованием расчетной схемы основания в виде линейно-деформируемой среды: полупространства с условным ограничением глубины сжимаемой толщи или слоя конечной толщины. В случае, если расчетные значения деформаций основания превышают предельные значения, следует выполнить расчет осадок с учетом совместной работы оболочки резервуара и основания, рассматривая расчетную схему основания, характеризуемую коэффициентами жесткости, в качестве которых принимаются отношения давления на основание к его расчетным осадкам в различных точках поверхности согласно рекомендациям СНиП 2.01.09.

5.6.9 При неблагоприятных грунтовых условиях применяются следующие мероприятия по защите основания и фундаментов от недопустимых осадок:

- замена слоя слабого, просадочного, набухающего грунта менее сжимаемым грунтом;
- устройство свайных фундаментов-стоек (в том числе грунтовых) с ростверком (железобетонным, щебеночным и т. д.), причем опирание свай-стоек допускается согласно 8.4 СНиП 2.02.03;
- искусственное закрепление грунтов.

Если площадка строительства сложена толщей слабых водонасыщенных грунтов мощностью до 10 м и не имеет прослоек торфа, наиболее экономично применение свайного фундамента с промежуточной подушкой. Поверх оголовков устраивается щебеночная подушка высотой не менее расстояния между сваями.

Когда площадка строительства резервуара сложена значительной толщей слабых грунтов и применение свайного фундамента является неэкономичным, следует выполнять уплотнение грунтов временной нагрузкой с устройством вертикальных дрен для уменьшения продолжительности консолидации грунтов.

5.6.10 Строительство резервуаров при весьма неблагоприятных грунтовых условиях не рекомендуется.

5.7 Общие требования к материалам

5.7.1 При изготовлении, монтаже и реконструкции резервуаров и их элементов должны применяться материалы и их соединения, требования к которым установлены в проектной документации, разработанной в соответствии с действующими ТНПА.

Применяемые материалы также должны соответствовать требованиям стандартов или технических условий на их изготовление.

5.7.2 Применяемые материалы должны обеспечивать надежную работу резервуаров в течение расчетного срока службы с учетом заданных условий эксплуатации, состава и характера среды (коррозионная активность, взрывоопасность, токсичность и др.) и влияния температуры окружающего воздуха.

5.7.3 Применяемые материалы не должны поддаваться воздействию содержимого резервуара или образовывать с ним вредные или опасные соединения.

5.7.4 Для изготовления, монтажа, реконструкции и ремонта резервуаров и их элементов должны применяться основные материалы, предусмотренные действующими ТНПА.

5.7.5 Для всех конструкций резервуаров должна применяться сталь, выплавленная электропечным, кислородно-конвертерным или мартеновским способом. В зависимости от требуемых показателей качества и толщины проката сталь должна поставляться в состоянии после горячей прокатки, термической обработки (нормализации или закалки с отпуском) или после контролируемой прокатки.

5.7.6 Все элементы конструкций резервуаров по дополнительным требованиям к материалам подразделяются на три группы:

— группа А: основные конструкции — стенка, привариваемые к стенке листы днища или кольцевые окрайки, обечайки люков и патрубков в стенке и фланцы к ним, привариваемые к стенке усиливающие накладки, опорное (верхнее) кольцо жесткости;

— группа Б: основные конструкции — центральная часть днища, анкерные крепления, каркас крыши (включая фасонки), настил крыши, самонесущие конические крыши, плавающие крыши, понтоны, промежуточные кольца жесткости, оболочки люков и патрубков на крыше;

— группа С: вспомогательные конструкции — лестницы, площадки, ограждения и др.

5.7.7 Для основных конструкций группы А должна применяться только спокойная (полностью раскисленная) сталь (обязательно наличие букв «сп» в марке стали обыкновенного качества, применяемой для изготовления (см. таблицу 5.2)). Классы прочности поставляемой углеродистой, низкоуглеродистой и низколегированной стали для изготовления конструкций группы А должны соответствовать таблице 5.2.

Для основных конструкций группы Б должна применяться спокойная или полуспокойная сталь (обязательно наличие букв «сп» или «пс» в марке стали обыкновенного качества, применяемой для изготовления).

Для вспомогательных конструкций группы С, наряду с вышеперечисленными сталями, с учетом температурных условий эксплуатации возможно применение стали С235 (кипящей стали).

5.7.8 Для основных конструкций групп А и Б должны применяться стали, приведенные в таблице 5.2, с учетом соответствия фактических условий эксплуатации рекомендуемым диапазонам применения (минимальной температуры, для которой гарантируется ударная вязкость с учетом марки стали и толщины) согласно 5.9 и 5.10, и таблице 5.2.

5.7.9 Применение материалов, не указанных в таблице 5.2, для основных конструкций групп А и Б допускается по разрешению Госпромнадзора Республики Беларусь при условии, что качество и свойства материалов будут не ниже установленных стандартами и техническими условиями, и обязательном наличии положительных заключений головной специализированной организации по сварке о возможности применения данных материалов в конкретном случае.

Копии разрешений должны быть приложены к документации на резервуар.

Классы прочности, марки, толщина листового проката, минимальная температура, при которой гарантируется ударная вязкость сталей, рекомендуемых для изготовления конструкций резервуаров, указаны в таблице 5.2.

5.7.10 Применяемый прокат по точности изготовления (ширине, толщине, длине и плоскостности, серповидности), наличию дефектов прокатки и качеству поверхности должен удовлетворять требованиям соответствующих стандартов, технических условий, проектной документации, а также 5.12 и 5.13 настоящего технического кодекса.

Таблица 5.2

Класс прочности стали	Марка стали, толщина листового проката								
	Минимальная температура, при которой гарантируется ударная вязкость, °C								
	+10	0	−10	−15	−20	−30	−35	−40	−60
255	C255 (BCT3сп) 20,1–40 мм**	C255 (BCT3сп) 10,1–20 мм	C255 (BCT3сп) 4–10 мм	—	—	—	—	—	—
315*	—	—	C315 40,1–50 мм	C315 20,1–40 мм	C315 4–20 мм	—	—	—	—
345	—	—	—	—	C345 (09Г2С) 40,1–50 мм	C345 (09Г2С) 20,1–40 мм	C345 (09Г2С) 10,1–20 мм	C345 (09Г2С) 4–10 мм	—
	—	—	—	—	—	—	—	09Г2-У 8–32 мм	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	08ГНБ 8–25 мм
390	—	—	—	—	—	—	—	10Г2ФБ 4–28 мм	—
	—	—	—	—	—	—	—	09ГБЮ 4–12 мм	—
440	—	—	—	—	10Г2СБ 8–25 мм	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	08Г2БТ-У, 08Г2Б-У 8–16 мм	—	—	—
590	—	—	—	—	—	—	—	C590K (12ГН2М ФАЮ) 10–40 мм	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	12ГН2М ФАЮ-У 10–40 мм
* Прокат из стали, микролегированной титаном, поставляется в горячекатаном или термообработанном состоянии; из стали, микролегированной ванадием от 0,02 % до 0,06 %, поставляется после термообработки или контролируемой прокатки. ** Здесь и далее форма записи соответствует условию: толщина листа св. 20 до 40 мм.									

5.8 Рекомендуемые стали

5.8.1 Выбор марки стали для основных элементов конструкций (групп А и Б) должен производиться с учетом требуемых показателей и характеристик: класса прочности (гарантированного минимального предела текучести), временного сопротивления, ударной вязкости, необходимой хладостойкости, толщины проката, а в случае повышенной коррозионной активности хранимого продукта — по коррозионной стойкости.

Выбор стали по требуемой хладостойкости проводят согласно 5.9 и 5.10.

5.8.2 Выбор марки стали для всех элементов конструкций (групп А, Б, С) проводится также с учетом требований к химическому составу металла согласно 5.11.

5.8.3 Рекомендуемые к применению для изготовления конструкций резервуаров марки листовой стали, различающейся по классу прочности, требованиям к ударной вязкости, с указанием используемых значений толщины, приведены в таблице 5.2. В таблице 5.3 приведены требования к химическому составу, а в таблице 5.4 — к механическим свойствам стали.

5.8.4 По требованию заказчика допускается применять для конструкций резервуаров стали по международным стандартам и национальным стандартам других стран с учетом обязательного выполнения требований 5.7.9. При этом требования к характеристикам и качеству стали должны быть не ниже соответствующих требований к сталям, рекомендованным настоящим техническим кодексом.

5.8.5 Для конструкций резервуаров объемом до 20 000 м³, а также конструкций групп Б и С резервуаров объемом более 20 000 м³ рекомендуется применение стали марок 09Г2С и СтЗсп по ГОСТ 535, ГОСТ 14637, ГОСТ 27772.

5.8.6 Для основных конструкций группы А резервуаров объемом более 20 000 м³ рекомендуется применение стали марок, указанных в [1], с учетом обязательного выполнения требований 5.7.9 настоящего технического кодекса.

5.8.7 Материал, применяемый для изготовления обечаек люков и патрубков, должен иметь механические характеристики не ниже характеристик основного металла конструкций (стенки или крыши), в которые осуществляется врезка люков или патрубков.

5.8.8 Материал и типы фланцев принимаются в соответствии с ГОСТ 12816 с учетом условного давления и температуры эксплуатации.

5.8.9 При выборе материала для крепежных изделий (болтов, гаек и др.) следует руководствоваться указаниями 5.14.

Таблица 5.3

Содержание в процентах

Наименование (марка) стали	СтЗсп5	С315	09Г2С-12 (345-3), 09Г2С-15 (345-4)	09Г2У	08Г2Б	10Г2ФБ	09ГБЮ	10Г2СБ*	08Г2Б-У, 08Г2БТ-У	С590К (12ГН2М ФАЮ)	112ГН2М ФАЮ-У
С	≤0,22	≤0,22	≤0,15	≤0,12	≤0,09	0,09–0,12	0,08–0,11	≤0,13	0,07–0,11	≤0,14	0,09–0,14
Mn	≤0,65	≤0,65	1,30–1,70	1,40–1,80	0,85–1,35	1,55–1,75	1,10–1,40	1,38–1,80	1,45–1,65	0,90–1,40	0,09–0,14
Si	0,15–0,30	0,15–0,30	≤0,80	0,17–0,37	0,15–0,40	0,15–0,35	≤0,30	0,25–0,50	0,20–0,40	0,02–0,50	0,20–0,50
S	0,050	0,030	0,040	0,010	0,010	0,006	0,006	0,020	0,010– 0,006	0,035	0,010
P	0,040	0,035	0,035	0,030	0,030	0,020	0,025	0,025	0,020	0,035	0,020
Cr	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,20–0,50	0,20–0,50
Ni	0,30	0,30	0,30	0,30	0,40–0,65	0,30	0,30	0,30	0,30	1,40–1,75	1,40–1,75
Cu	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Ti	—	—	—	—	—	≤0,035	—	0,005–0,02	0,015–0,040	—	—
Al	0,02	—	—	—	—	0,05	0,02–0,05	0,01–0,06	0,07–0,09	0,05–0,10	0,02–0,05
V	—	—	—	—	—	0,09–0,12	—	≤0,10	≤0,05	0,05–0,10	0,05–0,10
Nb	—	—	—	—	0,02–0,40	0,02–0,12	0,06–0,08	0,03–0,05	0,025–0,450 0,01–0,03	—	—
N	≤0,008 мартен.	—	≤0,008 мартен. ≤0,012 эл. печь	≤0,012	—	≤0,010	≤0,010	≤0,120	≤0,010	0,02–0,03	0,02–0,03
Другие элементы	As ≤ 0,08	—	As ≤ 0,08	По расчету Ca 0,002–0,010	По расчету Ca 0,002–0,010	—	Ca 0,004	—	—	Mo 0,15–0,25	Mo 0,15–0,25 Ca 0,002–0,010
Углеродный эквивалент	—	—	—	—	—	≤0,43	≤0,38	≤0,44	≤0,43	—	—
* При введении ванадия сталь марки 10Г2СБ обозначается 10Г2СФБ.											

Таблица 5.4

Наименование или марка стали	Толщина листа, мм	Предел текучести, МПа (Н/мм ²), не менее	Временное сопротивление, МПа (Н/мм ²), не менее	Относительное удлинение, %, не менее	Изгиб до параллельности сторон
1	2	3	4	5	6
С255 (Ст3сп5)	От 4 до 10 включ.	245	380	25	$d = 1,5a^{1)}$
	Св. 10 “ 20 “	245	370	25	$d = 1,5a$
	“ 20 “ 40 “	235	370	25	$d = 2,0a$
С315	До 10 включ.	315	440	21	$d = 2,0a$
	Св. 10 “ 20 “	296	420	21	$d = 2,0a$
	“ 20 “ 40 “	275	400	21	$d = 2,0a$
	“ 40 “ 50 “	255	390	21	$d = 2,0a$
С345-3 (09Г2С-12)	От 4 до 10 включ.	345	490	21	$d = 2a$
С345-4 (09Г2С-15)	Св. 10 до 20 включ.	325	470	21	$d = 2a$
	“ 20 “ 40 “	305	460	21	$d = 2a$
	“ 40 “ 60 “	285	450	21	$d = 2a$
09Г2У	От 8 до 20 включ.	305	440–640	21	$d = 2a$
	Св. 20 “ 32 “	295	440–640	21	$d = 2a$
08ГНБ	От 8 до 25 включ.	350	500	26	$d = 2a$
10Г2ФБ	От 4 до 9 включ.	450	550	22	$d = 2a$
	“ 10 “ 28 “	430	520	17	$d = 2a$
09ГБЮ	От 4 до 12 включ.	390	550	23	$d = 2a$
10Г2СБ	От 8 до 15 включ.	480–600	590–690	22	$d = 2a$
	Св. 15 “ 25 “	480–600	590–690	22	$d = 2a$
08Г2БТ-У, 08Г2Б-У	От 8 до 16 включ.	480–580	590–690	22	$d = 2a$
С590К	От 10 до 40 включ.	590	685	14	$d = 3a$
122ГН2МФАЮ-У	От 10 до 40 включ.	690–785	690–880	14	$d = 3a$

Окончание таблицы 5.4

Наименование или марка стали	Толщина листа, мм	Ударная вязкость KCV, Дж/см ² , не менее, при температуре, °C ²⁾											
		+20	+10	0	−10	−15	−20	−30	−35	−40	−50	−60	После механического старения при 20 °C
1	2	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
С255 (Ст3сп5)	От 4 до 10 включ.	—	—	35	30	—	—	—	—	—	—	—	30
	Св. 10 “ 20 “	—	35	30	—	—	—	—	—	—	—	—	30
	“ 20 “ 40 “	35	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30
С315	До 10 включ.	—	—	—	35	30	—	—	—	—	—	—	30
	Св. 10 “ 20 “	—	—	—	35	30	—	—	—	—	—	—	30
	“ 20 “ 40 “	—	—	35	30	—	—	—	—	—	—	—	30
	“ 40 “ 50 “	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30
С 345-3 (09Г2С-12)	От 4 до 10 включ.	—	—	—	—	—	—	—	—	35	—	—	35
С 345-4 (09Г2С-15)	Св. 10 до 20 включ.	—	—	—	—	—	—	—	35	—	—	—	35
	“ 20 “ 40 “	—	—	—	—	—	—	35	—	—	—	—	35
	“ 40 “ 60 “	—	—	—	—	—	35	—	—	—	—	—	35
09Г2У	От 8 до 20 включ.	—	—	—	—	—	—	—	—	35	—	—	35
	Св. 20 “ 32 “	—	—	—	—	—	—	—	—	35	—	—	35
08ГНБ	От 8 до 25 включ.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	35
10Г2ФБ	От 4 до 9 включ.	—	—	—	—	—	—	60	50	35	—	—	35
	“ 10 “ 28 “	—	—	—	—	60	50	—	—	35	—	—	35
09ГБЮ	От 4 до 12 включ.	—	—	—	—	—	—	—	—	60	—	—	35
10Г2СБ	От 8 до 15 включ.	—	—	—	—	—	50	—	—	—	—	—	—
	Св. 15 “ 25 “	—	—	—	—	—	50	—	—	—	—	—	—
08Г2БТ-У, 08Г2Б-У	От 8 до 16 включ.	—	—	—	—	—	70	50	—	—	—	—	50
С590К	От 10 до 40 включ.	—	—	—	—	—	—	50	—	35	—	—	35
122ГН2МФАЮ-У	От 10 до 40 включ.	—	—	—	—	—	—	—	—	50	—	35	35

¹⁾ d — диаметр оправки; a — толщина образца.
²⁾ При изменении для марки стали нормируемого значения ударной вязкости, область применения его меньшего значения ограничивается температурой, при которой нормируется большее значение ударной вязкости.

5.9 Расчетная температура металла

5.9.1 За расчетную температуру металла для всех конструкций (групп А, Б, С) принимается наиболее низкое из двух следующих значений:

- минимальная температура складываемого продукта;
- температура наиболее холодных суток для данной местности (минимальная среднесуточная температура), повышенная на 5 °С.

Примечание — При определении расчетной температуры металла не принимаются во внимание температурные эффекты специального обогрева и теплоизоляции резервуаров.

5.9.2 Температура наиболее холодных суток для данной местности определяется с обеспеченностью 0,98 по таблице температур наружного воздуха по СНБ 2.04.02.

5.9.3 Для резервуаров рулонной сборки расчетная температура металла, принимаемая по 5.9.1, при толщине более 10 мм понижается на 5 °С.

5.10 Требования к ударной вязкости

5.10.1 Для определения ударной вязкости металла испытаниям должны быть подвергнуты образцы с V-образным надрезом (образцы Шарпи), ось надреза которых должна быть перпендикулярной к поверхности листа. Для листов толщиной 10 мм и более применяют образцы типа 11, для листов толщиной от 7,5 до 10 мм — образцы типа 12, для листов толщиной от 5 до 7,5 мм — образцы типа 13 по ГОСТ 9454.

5.10.2 Определение ударной вязкости производят на поперечных образцах, у которых длинная сторона ориентирована поперек главного направления прокатки листов.

5.10.3 Испытаниям при заданной температуре подвергаются три образца (листа) из партии. Определяется среднее значение ударной вязкости, которое должно быть не менее нормированной величины. Для одного из трех образцов допускается значение ударной вязкости менее нормированной величины, но не менее 70 % от нее.

5.10.4 Выбор температуры испытаний зависит от гарантированного минимального предела текучести стали и производится в соответствии с 5.9.

Гарантированный минимальный предел текучести выбранной стали и толщины листа определяют по таблице 5.4.

5.10.5 Нормированная величина ударной вязкости зависит от гарантированного минимального предела текучести и направления вырезки образцов.

Нормированная величина ударной вязкости, определенная на поперечных образцах, должна быть, Дж/см², не менее:

- для листов из сталей с пределом текучести 345 МПа и ниже — 35;
- для листов из сталей с более высоким гарантированным пределом текучести — 50.

5.10.6 Для стали с пределом текучести 315 МПа и ниже допускается (в интервале температур, ограничиваемых сверху нормируемым уровнем ударной вязкости 35 Дж/см²) уменьшение нормируемого значения ударной вязкости на поперечных образцах до 30 Дж/см² при условии, что для одного из трех образцов разрешается уменьшение значения ударной вязкости на 5 % менее нормированной величины.

5.10.7 Для фасонного проката определение ударной вязкости производится на продольных образцах, длинная сторона которых совпадает с длиной проката, при этом нормируемое значение ударной вязкости стали повышается, по сравнению с листовым прокатом аналогичной толщины, на 20 Дж/см².

5.10.8 Для сталей, для которых в ТНПА отсутствуют требования по ударной вязкости на образцах типа Шарпи (с V-образным надрезом), допускается проводить оценку качества стали на образцах типа Менаже (с U-образным надрезом). При этом уровень ударной вязкости и температуру испытаний образцов назначают на основании действующих ТНПА.

5.10.9 Порядок проведения испытаний и испытательное оборудование должны соответствовать требованиям ГОСТ 9454.

5.10.10 Для стали с гарантированным минимальным пределом текучести 390 МПа и ниже температура испытаний определяется по графику на рисунке 5.1. При этом учитывают гарантированный минимальный предел текучести, расчетную температуру металла и толщину проката.

5.10.11 Для стали с гарантированным минимальным пределом текучести выше 390 МПа температура испытаний должна быть не выше расчетной температуры металла. Назначенная температура испытаний должна быть указана в чертежах марки КМ.

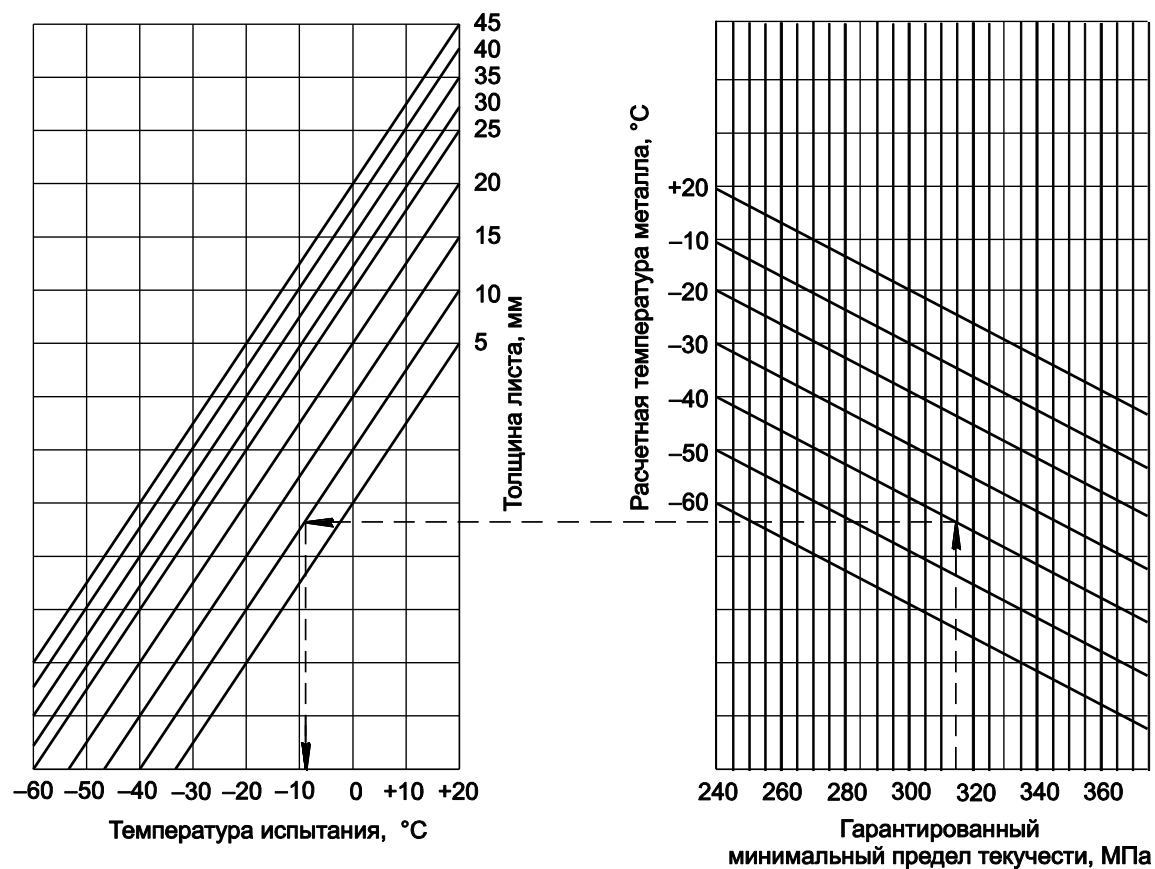


Рисунок 5.1 — График определения температуры испытаний с учетом гарантированного минимального предела текучести, расчетной температуры металла и толщины листов (штриховой линией показан порядок действий)

5.11 Требования к химическому составу основных материалов

5.11.1 При сварке плавлением качество сварочных материалов и технология сварки должны обеспечивать прочность и вязкость металла сварного соединения не ниже, чем требуется для исходного основного металла согласно стандартам, техническим условиям, по которым поставляется основной металл.

5.11.2 С учетом применения сварки как основной технологии, применяемой при изготовлении, монтаже, реконструкции и ремонте резервуара и его элементов, основной материал (сталь) должен быть подобран по химическому составу, с учетом расчета углеродного эквивалента, т. е. с позиции гарантии низкой чувствительности стали при сварке к образованию закалочных структур и низкой склонности к образованию холодных трещин.

5.11.3 Расчет углеродного эквивалента производится по формуле

$$C_y = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Cr}{5} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cu}{13} + \frac{V}{14} + \frac{P}{2}, \quad (5.1)$$

где C, Mn, Si, Cr, Ni, Cu, V, P — массовые доли углерода, марганца, кремния, хрома, никеля, меди, ванадия и фосфора соответственно по результатам плавочного анализа (ковшовой пробы) (указываются в сертификате качества на материал).

При отсутствии в сертификатах на сталь сведений о содержании меди и ванадия расчет углеродного эквивалента производится из условия содержания в прокате меди и ванадия в количестве 0,30 % и 0,01 % по массе соответственно.

5.11.4 Углеродный эквивалент стали с пределом текучести 390 МПа и ниже для основных элементов конструкций не должен превышать 0,43 (с позиции гарантии низкой чувствительности стали при сварке к образованию закалочных структур и низкой склонности к образованию холодных трещин).

5.11.5 Значение углеродного эквивалента C_y стали указывается в проектной документации и при заказе металлопроката.

5.12 Требования к сортаменту листового проката

5.12.1 Листовой прокат изготавливается толщиной от 4 до 50 мм, шириной от 1500 до 3000 мм, длиной от 6000 до 12 000 мм с обрезными кромками. Сталь должна поставляться с симметричным расположением поля допуска по толщине или с несимметричным расположением поля допуска по толщине, но имеющим постоянное предельное нижнее отклонение 0,3 мм.

5.12.2 По точности изготовления листового проката должен применяться:

- по толщине: ВТ — высокая, АТ — повышенная;
- по ширине: АШ — повышенная, БШ — нормальная;
- по плоскостности: ПО — особо высокая, ПВ — высокая.

Соответствующие предельные отклонения по толщине и ширине листов приводятся в таблицах 5.5, 5.6 и 5.7.

Серповидность (СП) листов должна быть пониженной и на базе 1 м не должна превышать 2 мм.

Требования к точности по длине и нормы плоскостности должны соответствовать требованиям стандартов.

Таблица 5.5

В миллиметрах

Толщина	Предельные отклонения по толщине листов для симметричного расположения поля допуска при точности ВТ и АТ, при ширине					
	1500		св. 1500 до 2000 включ.		св. 2000 до 3000 включ.	
	ВТ	АТ	ВТ	АТ	ВТ	АТ
От 5 до 10 включ.	±0,4	±0,45	±0,45	±0,5	±0,5	±0,55
Св. 10 до 20 включ.	±0,4	±0,45	±0,45	±0,5	±0,55	±0,6
Св. 20 до 30 включ.	±0,4	±0,5	±0,5	±0,6	±0,6	±0,7
Св. 30 до 45 включ.	—	±0,6	—	±0,7	—	±0,9

Таблица 5.6

В миллиметрах

Толщина	Предельные отклонения по толщине листов для несимметричного расположения поля допуска при точности ВТ и АТ, при ширине					
	1500		св. 1500 до 2000 включ.		св. 2000 до 3000 включ.	
	ВТ	АТ	ВТ	АТ	ВТ	АТ
От 5 до 10 включ.	+0,5 −0,3	+0,6 −0,3	+0,6 −0,3	+0,7 −0,3	+0,7 −0,3	+0,8 −0,3
Св. 10 до 20 включ.	+0,5 −0,3	+0,6 −0,3	+0,6 −0,3	+0,7 −0,3	+0,8 −0,3	+1,0 −0,3
Св. 20 до 30 включ.	+0,5 −0,3	+0,7 −0,3	+0,7 −0,3	+0,9 −0,3	+0,9 −0,3	+1,1 −0,3
Св. 30 до 45 включ.	+0,7 −0,3	+0,9 −0,3	+0,9 −0,3	+1,1 −0,3	+1,1 −0,3	+1,5 −0,3

Таблица 5.7

В миллиметрах

Толщина	Предельные отклонения по ширине при точности АШ и БШ и ширине листа			
	менее 2000		2000 и более	
	АШ	БШ	АШ	БШ
До 16 включ.	10	15	15	20
Св. 16 до 45 включ.	15	25	20	25

5.12.3 По согласованию с заказчиком допускается поставка листового проката другой точности его изготовления с другими предельными отклонениями по толщине и ширине листов в соответствии с требованиями действующих стандартов.

5.13 Дополнительные требования, указываемые в заказе на изготовление листового проката

5.13.1 В заказе на изготовление листового проката для основных элементов конструкций резервуаров, наряду с маркой стали, номером стандарта, размерами листов (толщина, ширина, длина) и их массой, указываются следующие дополнительные требования:

- симметричное расположение поля допуска по толщине или поле допуска с постоянным предельным нижним отклонением 0,3 мм;
- точность изготовления по толщине (ВТ или АТ), ширине (АШ или БШ), плоскостности (ПО или ПВ); серповидность (СП);
- масса партии;
- ограничение углеродного эквивалента для стали класса прочности 390 и ниже (C_e не более 0,43 %);
- требования к ударной вязкости: тип образца (11, 12 или 13 согласно ГОСТ 9454, поперечный или продольный); температура испытания, °С; нормированная величина ударной вязкости (30, 35, 50, 60 или 70 Дж/см²).

Качество поверхности листов должно удовлетворять требованиям настоящего технического кодекса.

5.13.2 Листовой прокат для изготовления конструкций группы А должен соответствовать классам сплошности по ГОСТ 22727:

- для резервуаров I класса опасности — 0;
- для резервуаров II и III классов опасности — 1;
- для резервуаров IV класса опасности (по требованию заказчика) — 1.

Ширина неконтролируемой зоны листа не должна превышать: у продольной кромки — 5 мм, у поперечной кромки — 10 мм.

5.14 Дополнительные требования к крепежным деталям

5.14.1 Гайки и шпильки (болты) должны изготавливаться из сталей разных марок, а при изготовлении из сталей одной марки — с разной твердостью. При этом твердость гайки должна быть ниже твердости шпильки (болта) (далее — болты). Длина болтов должна обеспечивать превышение гайки резьбовой частью на величину, указанную в соответствующих ТНПА, но не менее чем на три витка.

5.14.2 При выборе материала болтов и гаек для фланцевых соединений люков и патрубков следует учитывать расчетную температуру металла:

- до минус 40 °С включ. рекомендуется сталь марки СтЗсп5 по ГОСТ 535;
- от минус 40 °С до минус 50 °С включ. — сталь марки 09Г2С категории 12 по ГОСТ 19281;
- ниже минус 50 °С — сталь марки 09Г2С категории 13 по ГОСТ 19281.

5.14.3 Материал болтов и гаек может назначаться также по ГОСТ 12816.

5.14.4 Выбор марок стали для фундаментных болтов рекомендуется производить по ГОСТ 24379.0.

5.14.5 В качестве материала монтажных болтов и гаек, временно используемых при сборке элементов вспомогательных конструкций (площадок, лестниц, ограждений), а также крыш, опорных колец и т. п., допускается применение стали марок 20пс и 20 по ГОСТ 1050.

5.15 Требования к сварочным материалам

5.15.1 Сварочные материалы, применяемые для изготовления, реконструкции и ремонта резервуаров и их элементов, должны соответствовать требованиям стандартов и технических условий, что должно подтверждаться сертификатом организации-изготовителя.

5.15.2 При сварке плавлением качество сварочных материалов и технология сварки должны обеспечивать прочность и вязкость металла сварного соединения не ниже, чем требуется для основного металла согласно стандартам и техническим условиям, по которым поставляется основной металл.

5.15.3 Типы, марки, сортамент, условия хранения и подготовка к использованию сварочных материалов должны соответствовать требованиям технологических инструкций на сварку.

5.15.4 Сварочные материалы должны маркироваться в соответствии с действующими ТНПА.

5.15.5 Каждая партия сварочных материалов должна сопровождаться документом о качестве.

5.15.6 Каждая партия сварочных материалов перед применением должна быть проконтролирована на сварочно-технологические свойства, а при применении легированных и высоколегированных сварочных материалов — дополнительно на соответствие содержания легирующих элементов нормированному составу путем спектрального анализа наплавленного металла, полученного при использовании легированных сварочных материалов.

5.15.7 Сварочные материалы, которые были возвращены на хранение, перед новым использованием должны пройти процедуру подготовки согласно требованиям изготовителя (заказчика).

5.16 Условия приемки материалов

5.16.1 При приемке основных и сварочных материалов и комплектующих изделий должен проводиться входной контроль в соответствии с действующими ТНПА.

5.16.2 Кроме контроля соответствия характеристик основных и сварочных материалов и комплектующих изделий действующим ТНПА, должен проводиться контроль характеристик, предусмотренных дополнительными требованиями настоящего технического кодекса.

5.16.3 Результаты входного контроля должны быть зафиксированы в соответствующих журналах службы технического контроля, лаборатории или других документах.

Параметры, результаты контроля которых следует заносить в указанные документы, принимают в соответствии с технологической и проектной документацией на резервуар.

5.16.4 Все материалы (партия) должны сопровождаться документами о качестве.

5.16.5 Листовая сталь для основных элементов конструкций должна поставляться партиями. Партию составляют листы одной марки стали, одной плавки — ковша, одной толщины, изготовленные по одинаковой технологии, включая режимы прокатки и термической обработки. Масса поставляемой партии проката из углеродистой стали не должна превышать норм, установленных настоящим техническим кодексом.

В документе о качестве на листовую сталь кроме характеристик, предусмотренных требованиями действующих ТНПА, должны быть указаны характеристики, предусмотренные дополнительными требованиями настоящего технического кодекса.

5.17 Основные положения расчета

5.17.1 Расчет строительных металлоконструкций резервуаров необходимо вести по методу предельных состояний первой и второй групп, определенному по ГОСТ 27751.

Предельные состояния конструкций резервуаров подразделяются:

— первая группа — предельные состояния, которые ведут к полной непригодности к эксплуатации конструкций, оснований сооружений в целом или к полной (частичной) потере несущей способности сооружений в целом;

— вторая группа — предельные состояния, затрудняющие нормальную эксплуатацию конструкций (оснований) или уменьшающие долговечность сооружений по сравнению с предусматриваемым сроком службы.

Допускается применение альтернативных методов расчета, обеспечивающих прочность и устойчивость строительных металлоконструкций резервуаров не ниже установленных расчетными положениями настоящего раздела.

При расчете металлоконструкций резервуаров необходимо учитывать усилия, возникающие в конструкции при ее взаимодействии с основанием.

Расчетные сопротивления проката, гнутых профилей и труб растяжению, сжатию и изгибу следует определять по формулам:

$$R_y = \frac{R_{yn}}{\gamma_m}, \quad (5.2)$$

$$R_u = \frac{R_{un}}{\gamma_m}, \quad (5.3)$$

где R_y, R_u — расчетные сопротивления по пределу текучести и временному сопротивлению стали (растяжение, сжатие, изгиб) соответственно, МПа;

R_{yn}, R_{un} — нормативные сопротивления по пределу текучести и временному сопротивлению стали (растяжение, сжатие, изгиб) соответственно, МПа;

γ_m — коэффициент надежности по материалу, принимаемый по таблице 2 СНиП II-23.

Нормативные сопротивления растяжению, сжатию и изгибу листового широкополочного универсального проката и гнутых профилей следует принимать для стали обыкновенного качества по ГОСТ 14637, для стали повышенной прочности по ГОСТ 19281. По согласованию с заказчиком допускается нормативные сопротивления растяжению, сжатию и изгибу листового широкополочного универсального проката и гнутых профилей применять по ГОСТ 535, ГОСТ 4543, ГОСТ 27772.

Расчетное сопротивление сдвигу R_s , МПа, проката, гнутых профилей и труб в случае смятия следует определять по формуле

$$R_s = \frac{0,58R_{yn}}{\gamma_m}. \quad (5.4)$$

Расчетное сопротивление растяжению фундаментных болтов R_{ba} , МПа, следует определять по формуле

$$R_{ba} = 0,5R_{un}. \quad (5.5)$$

5.17.2 При расчете резервуаров на прочность и устойчивость основных несущих конструкций должен учитываться класс опасности резервуаров, который снижает расчетное сопротивление стали на коэффициент надежности по ответственности γ_n . Значения коэффициента γ_n приведены в таблице 5.8.

Таблица 5.8

Класс опасности	Коэффициент надежности по ответственности γ_n
I	1,20
II	1,10
III	1,05
IV	1,00

При определении нагрузок на фундамент резервуара, а также при проверке его на опрокидывание используемые исходные технологические, климатические и сейсмические нагрузки умножаются на коэффициент надежности по ответственности γ_n .

5.17.3 Отклонение условий эксплуатации элементов конструкций от нормальных учитывается коэффициентом условия работы γ_c , принимаемым по таблице 5.9.

Таблица 5.9

Элементы конструкций резервуаров	Коэффициент условий работы γ_c
Стенка резервуаров при расчете на прочность	По таблице 5.10
Сопряжение стенки с крышей при расчете на прочность и устойчивость	1,0
Стационарные и плавающие крыши	0,9
Верхние кольца жесткости крыш резервуаров, воспринимающие распор от расчетной нагрузки при расчете на прочность и устойчивость	0,9
Остальные элементы конструкций	1,0

Таблица 5.10

Элементы стенки	Коэффициент условий работы γ_c	
	в условиях эксплуатации	в условиях гидравлических испытаний
1-й пояс	0,7	0,9
Все пояса, кроме 1-го	0,8	0,9
Уторный узел	1,2	1,2

5.17.4 Для условий эксплуатации резервуаров при температуре выше 100 °С необходимо учитывать снижение прочностных характеристик стали путем введения температурного коэффициента γ_t , назначаемого в зависимости от максимальной расчетной температуры металла T , °С, по формулам:

$$\gamma_t = 1, \text{ если } T \leq 100 \text{ °С}, \quad (5.6)$$

$$\gamma_t = \frac{[\sigma]_T}{[\sigma]_{20}}, \text{ если } T > 100 \text{ °С}, \quad (5.7)$$

где $[\sigma]_T$, $[\sigma]_{20}$ — допускаемые напряжения стали при температуре соответственно T и 20 °С, определяемые по ГОСТ 14249. В случае применения сталей, не указанных в ГОСТ 14249, допускаемые напряжения $[\sigma]_T$, $[\sigma]_{20}$ принимаются по согласованию с заказчиком.

5.17.5 Нормативные значения характеристик сталей принимаются по соответствующим стандартам и техническим условиям.

5.17.6 Расчетные сопротивления сварных соединений следует определять по СНиП II-23.

5.17.7 Расчет несущей способности основания резервуара следует выполнять в случаях и по методике, предусмотренных СНиП 2.02.01. При этом рассчитывается общая устойчивость основания резервуара и местная устойчивость грунта под подошвой кольцевого фундамента. При назначении расчетных сопротивлений грунтов сдвигу следует учитывать быстрое увеличение нагрузок на основание при заполнении резервуаров. Расчеты основания необходимо выполнять на сопротивление грунтов сдвигу в состоянии незавершенной консолидации. Местная устойчивость грунта под подошвой кольцевого фундамента резервуара, а также прочность конструкции кольцевого фундамента рассчитываются на монтажные и эксплуатационные нагрузки.

5.18 Расчетные нагрузки

5.18.1 В зависимости от продолжительности действия нагрузок следует различать постоянные и временные (длительные, кратковременные, особые) нагрузки.

5.18.2 К постоянным нагрузкам относится собственный вес элементов строительных металлоконструкций резервуаров.

5.18.3 Сохраняющиеся в конструкциях усилия от предварительного напряжения следует учитывать в расчетах как усилия от постоянных нагрузок.

5.18.4 К длительным нагрузкам относятся:

- гидростатическое давление хранимого продукта или воды, заполняющей резервуар при испытаниях;
- избыточное внутреннее давление в газовом пространстве, возникающее при малых и больших «дыханиях»;
- разряжение воздуха (вакуум), возникающее при опорожнении резервуара;
- вес стационарного оборудования: приборов и аппаратов, технологических устройств и приспособлений трубопроводов с арматурой и опорными частями, а также вес жидкостей, заполняющих оборудование;
- вес теплоизоляции;
- вес отложений производственной пыли;
- снеговые нагрузки с пониженным нормативным значением;
- воздействия, обусловленные деформациями основания, не сопровождающимися коренным изменением структуры грунта.

5.18.5 К кратковременным нагрузкам относятся:

- снеговые нагрузки;
- ветровые нагрузки;
- вес людей, ремонтных материалов и инструментов в зонах обслуживания и ремонта оборудования, находящихся на лестнице, переходных площадках и площадках обслуживания оборудования;
- нагрузки, возникающие при изготовлении, хранении и транспортировке элементов конструкций, а также при возведении резервуаров.

5.18.6 К особым нагрузкам относятся:

- аварийные нагрузки, вызываемые резкими нарушениями технологического процесса, временной неисправностью или поломкой оборудования (аварийное избыточное внутреннее давление, разряжение воздуха (вакуум), температурные воздействия и пр.);
- воздействия, обусловленные деформациями основания, сопровождающимися коренными изменениями структуры грунта (при замачивании просадочных грунтов).

5.18.7 При расчете конструкций резервуаров по первой и второй группам предельных состояний следует учитывать наиболее неблагоприятные сочетания нагрузок или соответствующие им усилия.

Эти сочетания устанавливаются на основе анализа реальных вариантов одновременного действия различных нагрузок для рассматриваемой стадии работы конструкции резервуара, с учетом возможности возникновения различных схем приложения временных нагрузок или при отсутствии некоторых нагрузок.

5.18.8 В зависимости от учитываемого состава нагрузок следует различать:

- основные сочетания нагрузок, состоящие из постоянных, длительных, кратковременных;
- особые сочетания нагрузок, состоящие из постоянных, длительных, кратковременных и одной особой нагрузки.

5.18.9 Расчетные значения временных нагрузок следует умножать на коэффициенты сочетаний ψ_1 и ψ_2 , которые при учете постоянных и не менее двух временных нагрузок имеют значения:

- в основных и особых сочетаниях для длительных нагрузок $\psi_1 = 0,95$;
- в основных сочетаниях для кратковременных нагрузок $\psi_2 = 0,9$;
- в особых сочетаниях для кратковременных нагрузок, при этом особую нагрузку следует принимать без снижения, $\psi_2 = 0,8$.

При учете постоянных и одной временной нагрузки (длительной или кратковременной), коэффициенты ψ_1 и ψ_2 вводить не следует.

Примечание — В основных сочетаниях при учете трех и более кратковременных нагрузок их расчетные значения допускается умножать на коэффициент ψ_2 , принимаемый:

- для первой (по степени влияния) кратковременной нагрузки — 1,0;
- для второй — 0,8;
- для остальных — 0,6.

5.19 Исходные данные для проектирования

5.19.1 Исходные данные для проектирования резервуара должны предоставляться заказчиком по форме в соответствии с приложением Б.

5.19.2 Припуск на коррозию элементов резервуара должен устанавливаться проектировщиком по согласованию с заказчиком.

5.20 Расчет днища

5.20.1 Размеры кольцевых окراек днища назначаются из условия прочности узла соединения стенки с днищем с учетом деформативности листа окрайки днища. При этом учитывается, что днище имеет сплошное опирание по всей поверхности, включая кольцевые окрайки, если заказчиком не предусмотрено изготовление днища особого типа.

5.20.2 Номинальная толщина кольцевых окрайек t_b , мм, должна быть не менее определяемой по формуле

$$t_b = \left(k_1 - 2,4 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{\frac{r}{t_1 - \Delta t_{cs}}} \right) \cdot (t_1 - \Delta t_{cs}) + \Delta t_{cb} + \Delta t_{mb}, \quad (5.8)$$

где $k_1 = 0,77$ — безразмерный коэффициент;

t_1 — номинальная толщина нижнего пояса стенки, определяемая по 5.21;

$\Delta t_{cs}, \Delta t_{cb}$ — припуск на коррозию нижнего пояса стенки и днища соответственно;

Δt_{mb} — минусовой допуск на прокат окрайки днища.

Если по согласованию с заказчиком в листе окрайки днища допускается образование пластического шарнира, то следует принимать $k_1 = 0,58$.

Номинальную толщину кольцевых окрайек следует назначать с учетом ограничений

$$(0,006 + \Delta t_{cb}) \leq t_b \leq (0,016 + \Delta t_{cb}). \quad (5.9)$$

5.20.3 Кольцевые окрайки должны иметь ширину в радиальном направлении L_0 , мм, обеспечивающую расстояние между внутренней поверхностью стенки и швом приварки центральной части днища к окрайкам, указанное в таблице 6.1, но не менее значения, определяемого по формуле

$$L_0 = k_2 \cdot \sqrt{r t_1}, \quad (5.10)$$

где $k_2 = 0,92$ — безразмерный коэффициент.

Если по согласованию с заказчиком в листе окрайки днища допускается образование пластического шарнира, то следует принимать $k_2 = 0,76$.

5.21 Расчет стенки резервуара на прочность

5.21.1 В настоящем подразделе приведены указания по расчету толщины поясов стенки резервуара для расчетных сочетаний нагрузок 1–3, приведенных в таблице 5.11.

Таблица 5.11

Вид нагрузки	Расчетные сочетания нагрузок		
	1	2	3
	Условия эксплуатации	Гидравлические испытания	Устойчивость пустого резервуара
Вес продукта (или воды при гидравлических испытаниях)	+	+	–
Вес конструкций и теплоизоляции	–	–	+
Избыточное давление	+	+	–
Вакуум при опорожнении	–	–	+
Ветровая нагрузка	–	–	+
Вес снегового покрова	–	–	+

5.21.2 Номинальные значения толщины поясов стенки резервуара назначаются по результатам следующих расчетов:

а) определение толщины поясов из условия прочности стенки при действии статических нагрузок в условиях эксплуатации и гидравлических испытаний;

б) проверка устойчивости стенки.

5.21.3 Значения толщины поясов стенки, назначенные по результатам расчета по 5.21.2, перечисление б), не должны быть меньше значений, определенных по 5.21.2, перечисление а).

5.21.4 Назначение толщины поясов стенки из условия прочности при статическом нагружении в условиях эксплуатации и гидравлических и пневматических испытаний производится по 5.21.8 при действии нагрузки от веса хранимого продукта и избыточного давления.

5.21.5 Устойчивость стенки при статическом нагружении проверяется в соответствии с требованиями 5.22 при действии нагрузок от веса конструкций и теплоизоляции, веса снегового покрова, от ветровой нагрузки и относительного разрежения (относительного вакуума) в газовом пространстве.

5.21.6 Значения толщины поясов стенки вычисляются по кольцевым напряжениям, определяемым в срединной поверхности цилиндрической оболочки на уровне с координатой X_L , в котором радиальные перемещения стенки в пределах пояса являются максимальными.

5.21.7 При расчете значений толщины поясов стенки учитывается коэффициент надежности для избыточного давления, равный:

1,20 — для условий эксплуатации;

1,25 — при гидравлических и пневматических испытаниях.

5.21.8 Номинальная толщина каждого пояса стенки резервуара t_U , мм, назначается по формулам:

$$t_{Ud} = \left[0,001 p_g \cdot (H_i - \tilde{O}_L) + 1,2p \right] \cdot \frac{r}{R} + \Delta t_{cU} + \Delta t_{mU}, \quad (5.11)$$

$$t_{Ug} = \left[0,001 p_g \cdot (H_{ig} - \tilde{O}_L) + 1,25p \right] \cdot \frac{r}{R} + \Delta t_{mU}, \quad (5.12)$$

$$t_U = \max(t_{Ud}, t_{Ug}), \quad (5.13)$$

$$\text{где } \tilde{O}_L = \sqrt{r \cdot (t_L - \Delta t_{cL} - \Delta t_{mL})}; \quad (5.14)$$

$$R = \frac{R_{yn} \gamma_c \gamma_t}{\gamma_m \gamma_n}. \quad (5.15)$$

Индексы U и L относятся к параметрам поясов, примыкающих соответственно сверху и снизу к i -му стыку (рисунок 5.2). Расчет производится последовательно от нижнего пояса к верхнему. При вычислении толщины первого пояса следует принимать $X_L = 0$.

Допускается принимать значения толщины поясов t_L , полученные по результатам расчета стенки на устойчивость по 5.22.

5.21.9 Результаты расчета толщины t каждого пояса стенки следует округлить до целого числа в большую сторону в соответствии со значениями толщины проката по ГОСТ 19903, если не указаны специальные условия поставки листового проката.

5.21.10 По согласованию с заказчиком допускается для резервуаров I класса опасности назначать толщину поясов стенки на основе анализа напряженно-деформированного моментного состояния составной цилиндрической оболочки переменной толщины. При этом в расчетную модель должна быть включена окрайка днища, связанная с основанием односторонними связями, не сопротивляющимися отрыву днища от фундамента.



Рисунок 5.2 — Деформации стенки на границе поясов

5.22 Расчет стенки резервуара на устойчивость

5.22.1 Расчет стенки резервуара на устойчивость выполняется в соответствии с указаниями СНиП II-23 и включает проверку толщины поясов стенки, необходимости установки промежуточных ветровых колец, а также назначение мест установки и сечений колец, если таковые требуются.

5.22.2 Критерий устойчивости стенки

5.22.2.1 Изменение значений толщины поясов стенки, полученных по 5.21, и установка промежуточных ветровых колец не требуются, если выполняется условие

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_{\text{нр}1}} + \frac{\sigma_2}{\sigma_{\text{нр}2}} \leq 1, \quad (5.16)$$

$$\text{где } \sigma_{\text{нр}1} = \tilde{N}_0 \cdot \frac{A}{\delta}; \quad (5.17)$$

$$\sigma_{\text{нр}2} = 0,55 \cdot \frac{r}{H_r} \cdot \frac{E}{\sqrt{\delta^3}}, \quad (5.18)$$

здесь δ — параметр, используемый в расчетах устойчивости стенки резервуара,

$$\delta = \frac{r}{t_{\text{min}} - \Delta t_c - \Delta t_m}. \quad (5.19)$$

5.22.2.2 Редуцированная высота стенки вычисляется по формуле

$$H_r = \sum_{i=1}^n h_i \cdot \left(\frac{t_{\text{min}} - \Delta t_c - \Delta t_m}{t_i - \Delta t_{ci} - \Delta t_{mi}} \right)^{2,5}. \quad (5.20)$$

При наличии ребра жесткости в пределах i -го пояса в качестве h_i принимается расстояние от кромки пояса до ребра жесткости. В резервуарах с плавающей крышей для верхнего пояса в качестве h_i принимается расстояние от нижней кромки пояса до ветрового кольца.

5.22.2.3 Коэффициент C_0 следует определять по формулам:

$$\tilde{N}_0 = 0,04 + \frac{40}{\delta} \text{ при } 400 \leq \delta < 1220, \quad (5.21)$$

$$C_0 = 0,085 - 10^{-5} \delta \text{ при } 1220 \leq \delta < 2500, \quad (5.22)$$

$$C_0 = 0,065 - 2 \cdot 10^{-6} \delta \text{ при } 2500 \leq \delta \leq 5000. \quad (5.23)$$

5.22.2.4 Меридиональные напряжения в i -м поясе стенки σ_1 , МПа, определяются по формулам:

а) для резервуаров со стационарной крышей

$$\sigma_1 = \frac{1,05G_m + 0,95 \cdot (1,05G_0 + 1,3G_t)}{2\pi r \cdot (t_i - \Delta t_{ci} - \Delta t_{mi})} + \frac{0,9f_s p_s + 0,95 \cdot 1,2p_v}{t_i - \Delta t_{ci} - \Delta t_{mi}} \cdot \frac{r}{2}; \quad (5.24)$$

б) для резервуаров с плавающей крышей

$$\sigma_1 = \frac{1,05G_m + 0,95 \cdot (1,05G_0 + 1,3G_t)}{2\pi r \cdot (t_i - \Delta t_{ci} - \Delta t_{mi})}. \quad (5.25)$$

Коэффициент, учитывающий форму стационарной крыши, f_s для расчетов на опрокидывание, устойчивость и для определения нагрузок на фундамент принимается равным:

0,7 — для купольных крыш при $\rho_r < D$;

0,9 — для купольных крыш при $D \leq \rho_r < 1,1D$;

1,0 — для прочих купольных и конических крыш.

5.22.2.5 Кольцевые напряжения в i -м поясе стенки определяются по формулам:

а) для резервуаров со стационарной крышей

$$\sigma_{2i} = (0,95 \cdot 1,2p_v + 0,9 \cdot 0,5k_i p_w) \cdot \frac{r}{t_i - \Delta t_{ci} - \Delta t_{mi}}; \quad (5.26)$$

б) для резервуаров с плавающей крышей

$$\sigma_{2i} = k_i p_w \cdot \frac{r}{t_i - \Delta t_{ci} - \Delta t_{mi}}, \quad (5.27)$$

где k_i — коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте стенки резервуара для каждого пояса, который определяется по СНиП 2.01.07 (таблица 6) или, если $5 \text{ м} \leq z \leq 40 \text{ м}$, — по формуле

$$k_i = 0,365 \ln(z) + 0,157. \quad (5.28)$$

5.22.2.6 При невыполнении условия по 5.22.2.1, для обеспечения устойчивости стенки следует увеличить толщину верхних поясов или установить промежуточное кольцо (кольца), или то и другое вместе. При этом место установки промежуточного кольца должно обеспечивать равенство величин H_{rL} и H_{rU} , определяемых по 5.22.2.2 для участков стенки ниже и выше кольца. Кольцо жесткости должно быть установлено на расстоянии не менее 150 мм от горизонтального сварного шва. Если условие $H_{rL} = H_{rU}$ обеспечить невозможно, ветровое кольцо должно быть установлено на расстоянии 150 мм ниже или выше горизонтального сварного шва, для которого разница величин H_{rL} и H_{rU} будет минимальной.

5.22.2.7 После установки промежуточного ветрового кольца участки стенки над кольцом и под ним должны быть проверены на устойчивость в соответствии с 5.22.2.1.

5.22.3 Расчет ветровых колец жесткости на стенке резервуара

5.22.3.1 Необходимое сечение ветрового кольца подбирается из условия восприятия изгибающего момента при условии действия ветрового давления на стенку опорожненного резервуара.

5.22.3.2 Требуемый минимальный момент сопротивления сечения верхнего кольца жесткости резервуаров с плавающей крышей определяется по формуле

$$W_{zt} = \frac{1,5 \cdot 1,4 p_w}{215R} \cdot D^2 H_s, \quad (5.29)$$

где 1,5 — коэффициент, учитывающий разряжение от ветра в резервуаре с открытым верхом.

Если верхнее кольцо жесткости приварено к стенке сплошным угловым швом, в момент сопротивления кольца включаются участки стенки с номинальной толщиной t и шириной $15 \cdot (t - \Delta t_c)$ ниже и, если возможно, выше места установки кольца.

5.22.3.3 В случае необходимости установки промежуточного ветрового кольца момент сопротивления его поперечного сечения определяется из условий:

— для резервуаров со стационарной крышей:

$$\text{если } p_v \neq 0, \quad W_{zi} = \frac{0,9 \cdot 1,4 p_w + 0,95 \cdot 1,2 p_v}{215 R} \cdot D^2 H_{r \max}, \quad (5.30)$$

$$\text{если } p_v = 0, \quad W_{zi} = \frac{1,4 p_w}{215 R} \cdot D^2 H_{r \max}; \quad (5.31)$$

— для резервуаров с плавающей крышей

$$W_{zi} = \frac{1,4 p_w}{215 R} \cdot D^2 H_{r \max}, \quad (5.32)$$

где $H_{r \max}$ — максимальное значение редуцированной высоты (см. 5.22.2.2), выбираемое из значений H_{rL} и H_{rU} для участков стенки выше или ниже промежуточного кольца.

5.22.3.4 В 5.22.3.2 и 5.22.3.3 нормативное ветровое давление p_w следует назначать не менее 1,2 кПа.

5.22.3.5 В момент сопротивления промежуточного ветрового кольца жесткости можно включать части стенки с номинальной толщиной t и шириной $L_s = 0,6 \cdot \sqrt{r \cdot (t - \Delta t_c)}$ выше и ниже места установки кольца.

5.23 Расчет допускаемых нагрузок на патрубки врезок в стенку резервуара

5.23.1 Максимальные значения нагрузок на патрубки определяются в виде комбинаций трех усилий (5.23.4). Значения сосредоточенных усилий со стороны патрубков, возникающих от гидростатического давления в резервуаре, осадок основания и температурных воздействий, уточняются при технологическом проектировании и предоставляются заказчиком.

5.23.2 Проверка прочности выполняется для сварных швов крепления обечайки патрубка к стенке и усиливающему листу, а также для участков стенки, примыкающих к усиливающему листу.

5.23.3 Требования настоящего подраздела распространяются на врезки с размерами, регламентированными в 6.8, и со значениями условных диаметров патрубков D_y , соответствующими области, выделенной на рисунке 5.3.

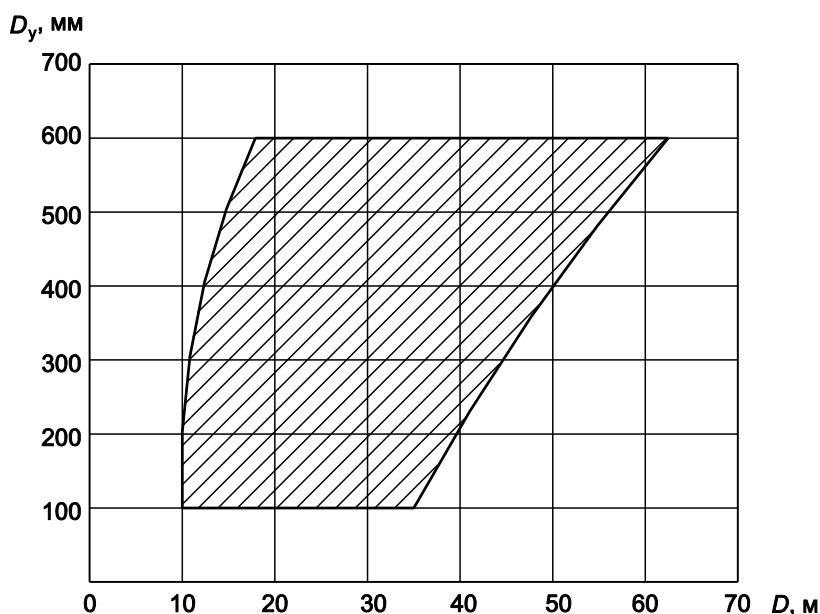


Рисунок 5.3 — Область допустимых значений условных диаметров патрубков D_y

5.23.4 Нагрузки на патрубок задаются в виде комбинаций трех усилий (рисунок 5.4): радиальной силы вдоль оси патрубка F_R^* , кН, изгибающего момента в вертикальной плоскости M_L^* , кН·м, и изгибающего момента в горизонтальной плоскости M_C^* , кН·м. На рисунке 5.4 показаны положительные направления усилий.

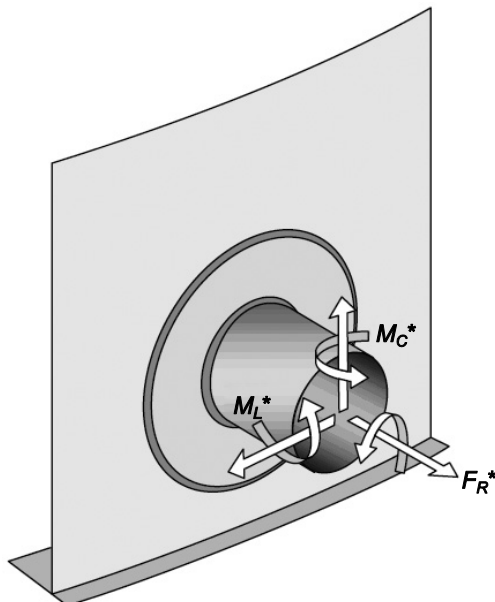


Рисунок 5.4 — Нагрузки на патрубок врезки в стенку резервуара

5.23.5 Допускаемыми являются такие комбинации нагрузок, которые обеспечивают несущую способность сварных швов по предельным состояниям и попадают в область для врезки с соответствующими размерами (рисунок 5.5). Область допускаемых нагрузок получают в результате расчета конечно-элементной модели, включающей стенку, окрайку дна, патрубок, усиливающий лист и все швы в зоне врезки. Моделирование осуществляется с применением трехмерных конечных элементов и обеспечивает многослойную разбивку по толщине стенки, патрубка и сварных швов. Методика получения границы области допускаемых нагрузок приведена в 5.23.6.

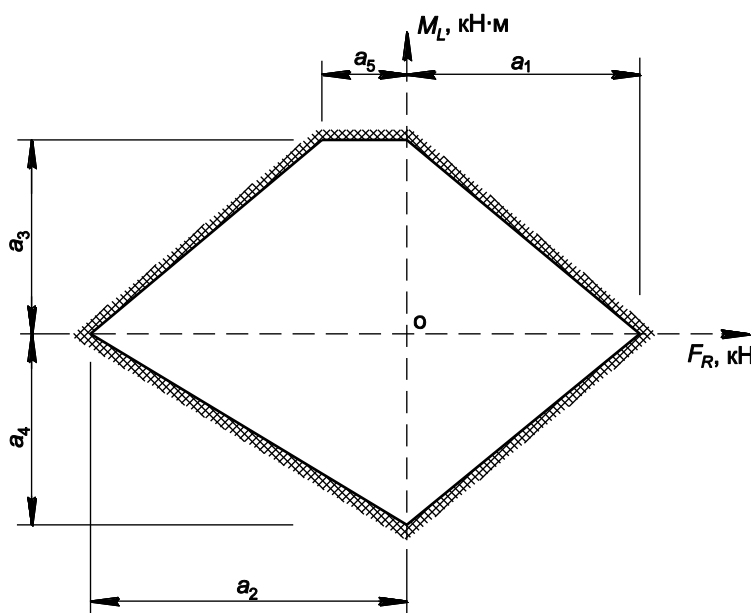


Рисунок 5.5 — Область допускаемых нагрузок на патрубок

5.23.6 Размеры области допускаемых нагрузок (см. рисунок 5.5) определяются по формуле

$$a_i = 0,01\lambda R \gamma_{p1} \gamma_{p2} \cdot [e_{1i} \cdot (D/b_0)^2 + e_{2i} \cdot (D/b_0) + e_{3i}], \quad (5.33)$$

где $i = 1 \dots 4$;

$$a_5 = a_2 - \frac{a_1 a_3}{a_4}. \quad (5.34)$$

Максимально допустимое значение $M_{\text{сmax}}$ момента M_N^* при $F_R^* = M_L^* = 0$ определяется по формуле

$$M_{N\text{max}} = 0,01R \gamma_{p1} \gamma_{p2} \cdot \left[e_{10} \cdot \left(\frac{D}{b_0} \right)^2 + e_{20} \cdot \frac{D}{b_0} + e_{30} \right], \quad (5.35)$$

где R — определяется по 5.21.8 для $\gamma_{\bar{n}} = 1$.

5.23.7 Коэффициент λ определяется в зависимости от момента M_N^* из условий:

$$\lambda = 1 - \frac{|\pm M_N^*|}{M_{N\text{max}}}, \text{ если } |\pm M_N^*| < M_{N\text{max}}, \quad (5.36)$$

$$\lambda = 0, \text{ если } |\pm M_N^*| \geq M_{N\text{max}}. \quad (5.37)$$

5.23.8 Безразмерные коэффициенты e_{1i} , e_{2i} и e_{3i} в зависимости от высоты налива резервуара H и условного прохода патрубка D_y приведены в таблице 5.12.

Таблица 5.12

$H, \text{ м}$	i	$D_y 100$			$D_y 300$			$D_y 600$		
		e_{1i}	e_{2i}	e_{3i}	e_{1i}	e_{2i}	e_{3i}	e_{1i}	e_{2i}	e_{3i}
9	0	0,36	−0,74	1,58	0,50	−1,00	4,90	0,70	0,20	3,10
	1	2,93	−5,48	11,03	1,83	−3,38	20,25	1,13	4,88	−3,75
	2	−1,19	0,98	−10,19	−1,78	2,19	−17,63	−1,16	−2,38	−16,88
	3	0,36	−0,70	1,50	0,60	−1,16	3,96	0,70	−0,50	4,30
	4	−0,34	0,62	−1,42	−0,62	1,62	−5,70	−0,70	−0,10	−3,10
12	0	0,18	−0,12	0,82	1,00	−2,00	5,20	0,40	8,00	−3,50
	1	1,05	−1,73	8,63	3,00	−4,65	19,80	1,02	13,43	−10,73
	2	−1,35	1,06	−7,81	−2,63	2,50	−16,25	−2,01	−6,81	−11,81
	3	0,18	−0,12	0,78	1,10	−2,60	4,90	1,70	−4,50	15,10
	4	−0,18	0,13	−0,86	−1,00	2,10	−5,50	−0,90	−3,30	−3,60
18	0	0,43	−0,53	0,97	2,00	−3,70	5,50	1,86	3,50	−0,70
	1	1,43	−0,53	6,98	5,63	−10,13	21,30	7,43	−12,83	23,70
	2	−3,56	5,56	−10,13	−7,13	10,63	−18,38	−8,13	17,69	−37,50
	3	0,45	−0,60	0,96	2,10	−3,40	3,80	3,02	−6,60	14,70
	4	−0,41	0,47	−0,96	−2,00	3,50	−5,44	−1,16	−7,00	4,90

5.23.9 Если предусмотрена термообработка узла врезки, то в формулах (5.33) и (5.35) следует принять $\gamma_{p1} = 1$, в противном случае $\gamma_{p1} = 0,95$.

5.23.10 Для учета циклического характера приложения нагрузок используется коэффициент γ_{p2} , который зависит от условного количества циклов налива (слива) продукта n_c и определяется следующим соотношением:

$$\gamma_{p2} = \frac{1}{R_o} \cdot \left[\frac{B_1}{\sqrt{10n_c}} \cdot \left(1 - \frac{T}{2300} \right) + \frac{B_2}{2} \right], \quad (5.38)$$

если $\gamma_{p2} > 1$, принимают $\gamma_{p2} = 1$.

Параметры B_1 и B_2 , МПа, назначаются по таблице 5.13.

Таблица 5.13

В мегапаскалях

Стали	B_1	B_2
Углеродистые	$6 \cdot 10^4$	$\min(1,43[\sigma_v] - 0,43R_y; 0,66R_u - 0,43R_y)$
Низколегированные	$4,5 \cdot 10^4$	
Аустенитные коррозионностойкие	$6 \cdot 10^4$	$[\sigma_v]$

В таблице 5.13 используется предел выносливости $[\sigma_v]$ для числа циклов $n_c = 106$, определяемый для 4-й группы элементов конструкций (СНиП II-23, таблица 83*) и коэффициента асимметрии, равного нулю. Для расчета допускаемых нагрузок на патрубок следует принять $[\sigma_v] = 204$ МПа.

Единичным наливом (сливом) продукта следует считать технологическую операцию, при которой уровень налива (слива) изменяется не менее чем на 0,5H.

5.23.11 Комбинация фактических нагрузок на патрубок F_R^* , M_L^* , M_C^* является допустимой, если точка с координатами F_R^* , M_L^* , построенная на графике рисунка 5.5, располагается внутри многоугольника.

5.23.12 Комбинация фактических нагрузок на патрубок F_R^* , M_L^* , M_C^* является недопустимой при выполнении любого из условий:

- точка с координатами F_R^* , M_L^* , построенная на графике рисунка 5.5, располагается за пределами многоугольника;
- многоугольник на рисунке 5.5 вырождается в точку ($a_1 = a_2 = a_3 = a_4 = 0$).

5.23.13 Допускаемые нагрузки на патрубки со значением D_y , отличающимся от приведенного в таблице 5.12, получают интерполяцией.

5.23.14 Возможны два варианта применения методики расчета по 5.23.6 – 5.23.13. Первый вариант предполагает проверку несущей способности врезки на действие заданных комбинаций фактических нагрузок F_R^* , M_L^* , M_C^* . Второй вариант позволяет получить область допускаемых значений для последующей проверки любых комбинаций нагрузок. В этом случае предварительно задается набор значений момента M_C^* в интервале от 0 до $M_{C\max}$, а затем для каждого из этих значений вычисляются границы области, представленной на рисунке 5.5. Полученный набор многоугольников и представляет область допускаемых значений нагрузок на патрубок.

5.23.15 Для врезок с параметрами, выходящими за пределы указанной в 5.23.3 области (см. рисунок 5.3), допускаемые нагрузки на патрубки определяются конечно-элементным расчетом. Требования к расчетной модели приведены в 5.23.6. Критерием несущей способности врезки является условие $\varepsilon \leq \varepsilon_p$, т. е. максимальная деформация сварного шва ε не должна превышать предельно допустимую деформацию этого шва ε_p .

5.23.16 Деформация сварного шва определяется как удлинение (укорочение) любой из сторон поперечного сечения сварного шва, отнесенное к ее первоначальному размеру. Предельно допустимая деформация шва определяется по формуле

$$\varepsilon_p = \gamma_{p1}\gamma_{p2} \frac{R}{E}. \quad (5.39)$$

5.23.17 Пример расчета допускаемых нагрузок на патрубок приведен в приложении К.

5.24 Расчет нагрузок на основание и фундамент резервуара

5.24.1 Реактивные усилия, передаваемые с корпуса на основание и фундамент резервуара, определяются в зависимости от конструктивных, технологических, климатических, сейсмических нагрузок и их сочетаний, приведенных в таблице 5.14.

Таблица 5.14

Вид нагрузки	Сочетания воздействий для расчета нагрузок на фундаменты	
	1 и 2	3
	Условия эксплуатации и гидравлические испытания	Проверка необходимости установки анкеров
Вес продукта	+	—
Вес корпуса и крыши резервуара	+	+
Вес стационарного оборудования	+	+
Вес теплоизоляции	+	+
Внутреннее избыточное давление	—	+
Вакуум	+	—
Снеговая нагрузка	+	—
Ветровая нагрузка	+	+

5.24.2 В состав нагрузок, передаваемых на фундаментное кольцо резервуара, входят нагрузки двух типов. Нагрузки первого типа, обеспечивающие осесимметричное распределение усилий по периметру фундаментного кольца, включают:

- вес резервуара с учетом оборудования и теплоизоляции, за вычетом центральной части днища;
- гидростатическое давление на уровне днища, действующее в пределах фундаментного кольца;
- снеговую нагрузку;
- избыточное давление и разрежение в газовом пространстве резервуара.

Нагрузка второго типа возникает от ветрового воздействия на корпус резервуара и создает косо-симметричное распределение усилий по периметру фундаментного кольца.

Ветровая нагрузка вызывает появление опрокидывающего момента, определяемого относительно точки, расположенной на оси симметрии опорного контура стенки с подветренной стороны резервуара. Нагрузки первого типа создают момент, препятствующий опрокидыванию резервуара.

5.24.3 Перечень необходимых расчетов:

- определение нагрузок на центральную часть днища в условиях эксплуатации, гидравлических пневматических испытаний и при сейсмическом воздействии;
- расчет максимальных и минимальных нагрузок на фундаментное кольцо в условиях эксплуатации;
- проверка на опрокидывание пустого резервуара путем сравнения опрокидывающего момента и момента от удерживающих сил;
- расчет анкеров, если устойчивость пустого резервуара от опрокидывания не обеспечена.

5.24.4 Опрокидывающий момент, возникающий в результате ветрового воздействия, M_w , МН·м, определяется по формуле

$$M_w = \gamma_n \cdot (M_{ws} + M_{wr}), \quad (5.40)$$

$$\text{где } M_{ws} = 0,575 p_w D \cdot [2,5 + 0,75 \cdot (H_s - 5)] \cdot \left[1 - 0,705 \cdot \left(\frac{H_s}{b_0} \right)^3 + 4,642 \cdot \left(\frac{H_s}{b_0} \right)^2 + 4,815 \cdot \frac{H_s}{b_0} \right], \quad (5.41)$$

здесь $b_0 = 10$ м;

$$M_{wr} = 1,4 \cdot 0,6 S_r X_r p_w. \quad (5.42)$$

5.24.5 Расчетная погонная нагрузка на фундаментное кольцо характеризуется максимальным и минимальным значениями, соответствующими диаметрально противоположным участкам фундамента (рисунок 5.6). Максимальная и минимальная расчетные нагрузки на фундаментное кольцо определяются соответственно, как сумма и разность максимальных нагрузок первого и второго типа (с учетом знаков) по формулам:

$$q_{\max} = \frac{Q_{\max}}{2\pi r} + \frac{M_w}{\pi r^2} + \frac{\rho g H}{1000} \cdot L_f, \quad (5.43)$$

$$q_{\min} = \frac{Q_{\max}}{2\pi r} - \frac{M_w}{\pi r^2} + \frac{\rho g H}{1000} \cdot L_f. \quad (5.44)$$

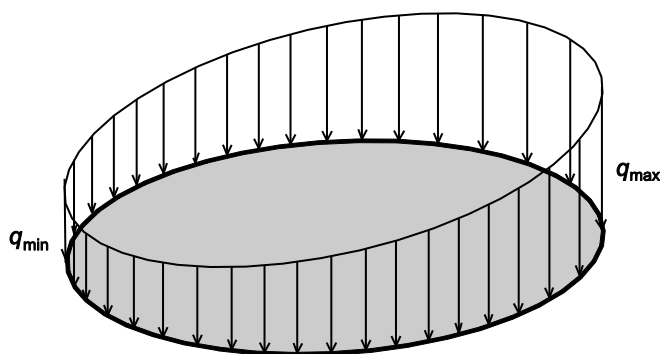


Рисунок 5.6 — Нагрузки на фундаментное кольцо резервуара

5.24.6 Расчетная максимальная вертикальная нагрузка на фундамент резервуара, соответствующая 1-му расчетному сочетанию нагрузок (см. таблицу 5.14), $Q_{\max}$, МН, составляет:

$$Q_{\max} = \gamma_n \{ 1,05(G_s + G_r) + 0,95 \cdot [1,05 \cdot (G_{s0} + G_{r0}) + 1,3 \cdot (G_{st} + G_{rt})] + (0,9f_s p_s + 0,95 \cdot 1,2p_v) \cdot \pi r^2 \}. \quad (5.45)$$

5.24.7 Если теплоизоляция, или вакуум, или снеговая нагрузка отсутствуют, формула (5.45) должна быть приведена в соответствие с полученным сочетанием нагрузок.

5.24.8 Коэффициент f_s назначается согласно указаниям 5.22.2.4.

5.24.9 Нагрузки на центральную часть днища определяются, исходя из величины внутреннего избыточного давления, максимального проектного уровня налива и плотности продукта (эксплуатация) или воды (гидравлические испытания), по формулам:

$$p_f = \gamma_n \cdot [0,001g \cdot (\rho H + \rho_s t_{bc}) + 1,2p], \quad (5.46)$$

$$p_{fg} = \gamma_n \cdot [0,001g \cdot (\rho H + \rho_s t_{bc}) + 1,25p]. \quad (5.47)$$

5.25 Расчетные требования по установке анкеров

5.25.1 Резервуар является устойчивым к опрокидыванию, если момент от вертикальных удерживающих сил, действующих на пустой резервуар, превышает момент от сил, вызванных ветровым воздействием. Величина опрокидывающего момента M_w определяется по 5.24.4.

5.25.2 Если резервуар является неустойчивым к опрокидыванию, стенка резервуара крепится к фундаменту анкерными устройствами, шаг установки и размеры которых определяются расчетом.

5.25.3 Требуется установка анкеров, если выполняется неравенство

$$M_w \geq (Q_{\min} - F_{wvr}) \cdot r, \quad (5.48)$$

в котором правая часть представляет момент от удерживающих сил.

5.25.4 Подъемная сила от действия ветра на крышу F_{wvr} , МН, определяется по формуле

$$F_{wvr} = 1,4 \cdot 0,6 \gamma_n \pi r^2 \rho_w. \quad (5.49)$$

Для конических крыш с углом наклона $\alpha \geq 5^\circ$ и сферических крыш высотой $f_r \geq 0,1D$, а также для резервуаров с плавающими крышами следует принять $F_{wvr} = 0$.

5.25.5 Расчетная минимальная вертикальная нагрузка на фундамент резервуара $Q_{\min}$, МН, вычисляется для 3-го расчетного сочетания нагрузок (см. таблицу 5.14) и составляет

$$Q_{\min} = \gamma_n \cdot \{ (G_s + G_r) + 0,95 \cdot [G_{s0} + G_{r0} + G_{st} + G_{rt}] - 0,95 \cdot 1,2 \pi r^2 \}. \quad (5.50)$$

5.25.6 Если теплоизоляция или избыточное давление отсутствуют, формула (5.50) должна быть приведена в соответствие с полученным сочетанием нагрузок.

5.25.7 Расчетное усилие в одном анкерном болте определяется по формуле

$$N_a = \frac{\frac{4M_w}{D_a} - Q_{\min}}{n_a}. \quad (5.51)$$

5.26 Расчет резервуаров с защитной стенкой

5.26.1 Расчет резервуара с защитной стенкой должен выполняться с учетом двух основных сочетаний нагрузок в условиях эксплуатации и гидравлических и пневматических испытаний, а также особого сочетания нагрузок в условиях аварии.

5.26.2 Расчет стенки и крыши основного резервуара следует выполнять также, как для резервуаров без защитной стенки. При этом ветровое воздействие на стенку основного резервуара из состава нагрузок исключается.

5.26.3 Защитная стенка должна быть рассчитана на прочность и устойчивость для основных и особых сочетаний нагрузок (см. таблицу 5.11). В условиях аварийной ситуации следует учесть гидродинамические эффекты и несимметричный характер распределения нагрузки по отношению к расчетной оси конструкции, прикладываемой к защитной стенке (рисунок 5.7 а)).

5.26.4 Расчет нагрузок на фундамент основной и защитной стенок для основных сочетаний нагрузок производится в соответствии с требованиями 5.24.

5.26.5 Особое сочетание нагрузок предполагает следующий сценарий развития аварии:

а) основная стенка получает мгновенное хрупкое разрушение вдоль образующей по всей высоте;
б) в образовавшийся разрыв происходит выливание продукта с одновременным увеличением ширины разрыва;

в) канаты (тросы), установленные на основной стенке, замедляют ее раскрытие до момента затекания продукта в межстенное пространство и обеспечивают сохранение формы основной стенки в зоне разрыва, предотвращая тем самым ударное взаимодействие основной и защитной стенок;

г) гидродинамическая нагрузка от продукта на защитную стенку воспринимается установленными на ней кольцами жесткости.

5.26.6 Защитная стенка должна быть рассчитана на прочность и устойчивость от аварийной нагрузки $p_e(z, \varphi)$, схема приложения которой приведена на рисунке 5.7 б), зависящей от вертикальной z и угловой φ координат следующим образом:

$$p_a(z, \varphi) = p_{\max} \cdot \left(1 - \frac{\varphi}{\varphi_e} - \frac{z}{H_e} \right), \quad (5.52)$$

$$\text{где } p_{\max} = \left(2,5 - 0,235 \cdot \frac{D_e}{b_0} \right) \cdot \frac{\rho g H_e}{1000}; \quad (5.53)$$

$$\varphi_e = 77^\circ - 4 \cdot \frac{D_e}{b_0}; \quad (5.54)$$

$$H_e = H_{se} - 1. \quad (5.55)$$

5.26.7 Применение схемы приложения нагрузки, приведенной на рисунке 5.7 б), допускается для резервуаров с объемом до 25 000 м³ включ. Для резервуаров большего объема требуется проведение расчетов аварийного сценария на основе гидродинамической модели с подвижными границами, соответствующими движению разрушенной основной стенки.

5.26.8 Прочность защитной стенки должна оцениваться с учетом напряжений в нейтральной поверхности оболочки по условию

$$\sqrt{\sigma_1^2 - \sigma_1\sigma_2 + \sigma_2^2} \leq R_6\gamma_{\bar{n}}, \quad (5.56)$$

где $\gamma_{\bar{n}} = 1$ — коэффициент условий работы.

5.26.9 Погонную равномерно распределенную нагрузку на фундаментное кольцо защитной стенки в процессе аварии q_{f0} , МН/м, и угловой размер сектора действия этой нагрузки φ_{f0} , в градусах, следует определять по формулам (рисунок 5.7 в)):

$$q_{f0} = \frac{p_{\max} H_e^2 \cdot 2 \cos \varphi_e - 2 + \varphi_e^2}{\pi r_e \varphi_e^3} + q_w, \quad (5.57)$$

$$\varphi_{f0} = 180^\circ + 2 \arcsin \left(\frac{\pi r_e q_w}{2 p_{\max} H_e^2} \cdot \frac{\varphi_e^3}{2 \cos \varphi_e - 2 + \varphi_e^2} \right). \quad (5.58)$$

5.26.10 Нагрузка на фундаментное основание в межстенном пространстве в процессе аварии равна $p_e = (z, \varphi)$ при $z = 0$ (см. рисунок 5.7 в)).

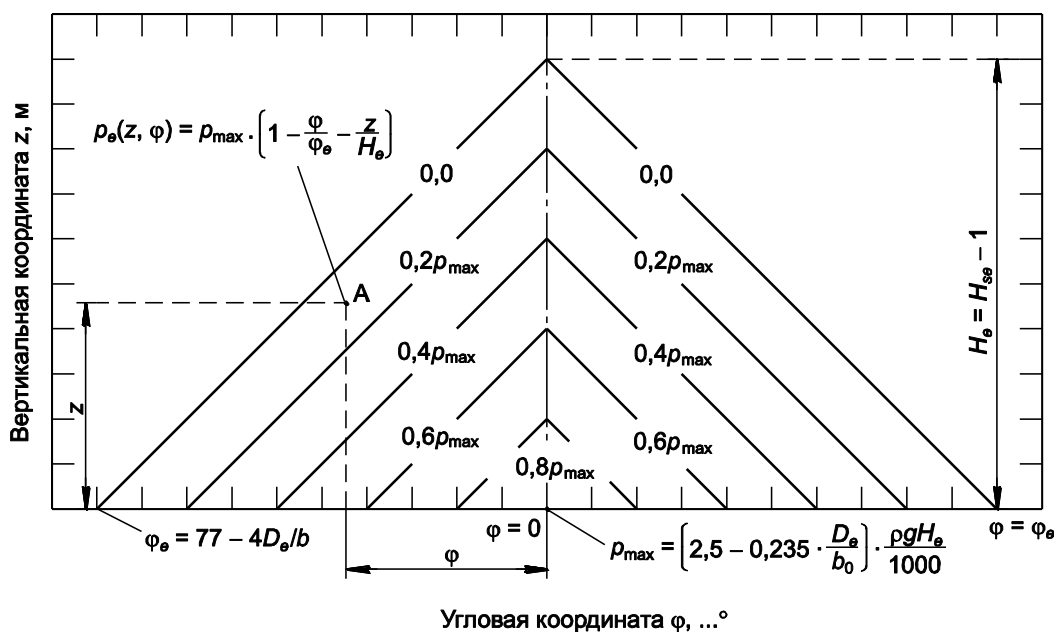
а)



Рисунок 5.7, лист 1 — Схема приложения нагрузки к защитной стенке резервуара и ее фундаменту в условиях аварии:

- а — общий вид;
- б — нагрузка на стенку;
- в — нагрузка на фундамент

б)



в)

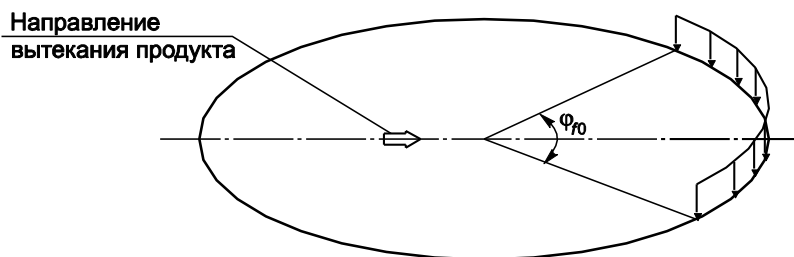


Рисунок 5.7, лист 2

5.26.11 Расчетную нагрузку на фундаментное кольцо основной стенки в процессе аварии следует определять по формулам:

$$q_{\max} = \frac{Q_{\max}}{2\pi r} + \frac{\rho g H}{1000} \cdot L_f, \quad (5.59)$$

$$q_{\min} = 0, \quad (5.60)$$

где $q_{\min}$ — соответствует зоне разрыва стенки;

$q_{\max}$ — соответствует диаметрально противоположной стороне резервуара;

$Q_{\max}$ — определяется по 5.24.6 при $p_v = 0$.

5.27 Расчет крыши

5.27.1 Расчет стационарных крыш

Все элементы и узлы крыши должны быть запроектированы таким образом, чтобы максимальные напряжения в них не превышали допустимые и обеспечивали устойчивость конструкции для всех расчетных сочетаний нагрузок.

Номинальные значения толщины конструктивных элементов крыши назначаются с учетом припуска на коррозию и минусового допуска на прокат.

Расчет каркасных крыш производится из условия прочности, самонесущих (бескаркасных) крыш — из условия устойчивости.

5.27.2 Нагрузки

Расчет каркасной крыши выполняется с учетом нагрузок и их сочетаний, приведенных в таблице 5.15.

Таблица 5.15

Вид нагрузки	Расчетные сочетания нагрузок		
	1	2	3
Вес конструкций и теплоизоляции	+	+	+
Вес снегового покрова, симметрично распределенного по поверхности крыши	+	—	+
Вес снегового покрова, несимметрично распределенного по поверхности крыши	—	+	—
Вакуум	+	+	+

Каркасные крыши с углом наклона $\alpha < 10^\circ$ рассчитываются только на расчетные сочетания нагрузок 1 и 3.

Самонесущие крыши рассчитываются из условия устойчивости для одного расчетного сочетания нагрузок 3.

Расчетные значения нагрузок, действующих на каркасные крыши, следует принимать для сочетаний нагрузок 1 и 2 — по таблице 5.16, для сочетания нагрузок 3 — по таблице 5.17.

Таблица 5.16

Вид нагрузки	Единица измерения	Обозначение нормативного значения нагрузки	Расчетное сочетание нагрузок 1, 2		
			Коэффициент сочетаний	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетное значение нагрузки
Вес крыши	кН	G_r	1,0	1,05	$1,05G_r$
Вес теплоизоляции	кН	G_{it}	0,95	1,3	$1,235G_{it}$
Снеговая нагрузка, симметрично (несимметрично) распределенная по поверхности крыши при наличии теплоизоляции или вакуума	кПа	p_{sr}	0,9	1,6	$1,44p_{sr}$
Снеговая нагрузка, симметрично (несимметрично) распределенная по поверхности крыши при отсутствии теплоизоляции или вакуума	кПа	p_{sr}	1	1,6	$1,6p_{sr}$
Вакуум при опорожнении резервуара	кПа	$p_{\text{вак}}$	0,95	1,2	$1,14p_{\text{вак}}$

Таблица 5.17

Вид нагрузки	Единица измерения	Обозначение нормативного значения нагрузки	Расчетное сочетание нагрузок 3		
			Коэффициент сочетаний	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетное значение нагрузки
Вес крыши	кН	G_r	1,0	1,05	$1,05G_r$
Вес теплоизоляции	кН	G_{it}	0,95	1,3	$1,235G_{it}$
Снеговая нагрузка, симметрично (несимметрично) распределенная по поверхности крыши	кПа	p_{sr}	0,8	1,6	$1,28p_{sr}$

Значения нагрузок от теплоизоляции G_{rt} и вакуума $p_{\text{вак}}$ предоставляются заказчиком.

Нормативное значение снеговой нагрузки p_{sr} следует определять в соответствии со СНиП 2.01.07 в зависимости от климатического района строительства.

Суммарная нагрузка на крышу должна быть не менее 1,2 кПа.

Схемы приложения снеговой нагрузки в случае ее симметричного (при отсутствии ветра) и несимметричного (при наличии ветра) распределения по поверхности крыши приведены на рисунке 5.8, где p_s — расчетное значение снеговой нагрузки.

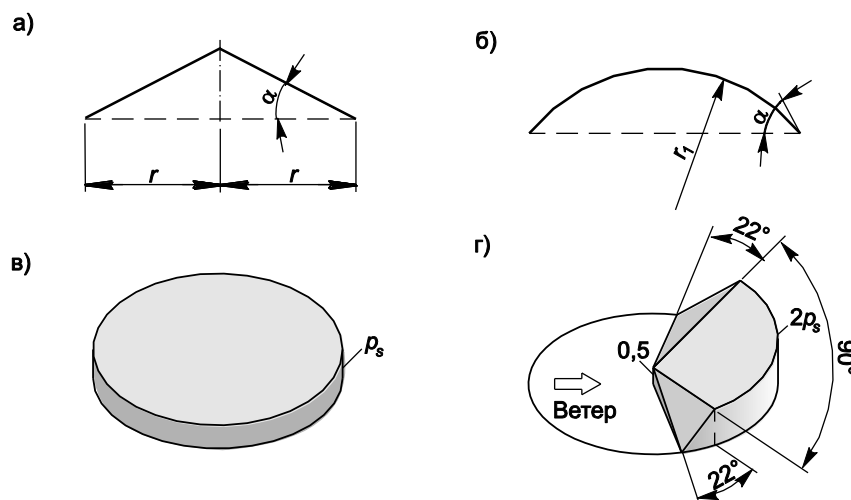


Рисунок 5.8 — Схемы распределения снеговой нагрузки по поверхности крыши:

- а — коническая крыша;
- б — купольная крыша;
- в — симметричное распределение снега;
- г — несимметричное распределение снега ($\alpha > 10^\circ$)

5.27.3 Расчет каркасных крыш

Каркас крыши представляет собой систему радиальных и кольцевых балок. Количество несущих радиальных балок n_r , шт., определяется по формуле

$$n_r = \pi r / 0,9, \quad (5.61)$$

где r — радиус резервуара, м.

Полученный результат округляется в большую сторону до целого четного числа.

По внешнему контуру крыша должна иметь упругие связи. Коэффициенты жесткости опорного узла радиальной балки следует определять по формулам:

$$C_1 = \frac{2\pi EA}{n_r r}, \quad (5.62)$$

$$C_2 = \frac{2\pi EJ_x}{n_r r}, \quad (5.63)$$

где C_1 — жесткость опорного узла балки в радиальном направлении, МН/м;

C_2 — жесткость опорного узла балки при ее повороте в вертикальной плоскости, МН·м/рад;

A — площадь поперечного сечения опорного кольца, м²;

J_x — момент инерции поперечного сечения опорного кольца относительно оси поворота сечения, м⁴;

E — модуль упругости стали, МПа.

Проверку прочности элементов каркасных крыш необходимо производить в соответствии со СНиП II-23. При этом следует использовать коэффициенты условий работы:

— для кольцевых балок $\gamma_{\bar{n}} = 0,75$;

— для радиальных балок и опорного кольца крыши $\gamma_{\bar{n}} = 0,9$.

Требуется производить проверку устойчивости связевых элементов каркаса.

Моделирование каркасных крыш производится методом конечных элементов. Расчетная схема при этом должна включать радиальные и кольцевые балки, внешнее и внутреннее кольца жесткости. Условия опирания должны учитывать наличие промежуточных опор, если они предусмотрены конструктивным решением. Листы настила в расчетную схему каркасной крыши не включаются, но учитываются в весовых характеристиках крыши. При изготовлении каркасных крыш в щитовом варианте, учитывается совместная работа каркаса и настила.

5.27.4 Расчет самонесущих крыш

Узел крепления крыши к верху стенки может выполняться по одному из вариантов, представленных на рисунке 5.9.

Минимальная толщина настила бескаркасной крыши определяется из условия устойчивости оболочки по формулам:

— минимальная расчетная толщина

$$t_{r0} = 448 \cdot \frac{r}{\sin \alpha} \cdot \sqrt{\frac{p_r}{E}}; \quad (5.64)$$

— минимальная номинальная толщина

$$t_r = t_{r0} + \Delta t_c. \quad (5.65)$$

Расчетная нагрузка на крышу p_r , МПа, определяется по формуле

$$p_r = \frac{1,05G_r + 0,95 \cdot (1,05G_{r0} + 1,3G_n)}{\pi r^2} + 0,9p_s + 0,95 \cdot 1,2p_v. \quad (5.66)$$

Формула (5.64) применима для углов $\alpha < 30^\circ$ и при выполнении условия

$$\frac{r}{t_{r0} \sin \alpha} > 274, \quad (5.67)$$

которое следует проверять после вычисления первого приближения для t_{r0} . Поскольку p_r , в свою очередь, зависит от предварительно неизвестной толщины t_{r0} (в формуле (5.66) вес крыши G_r зависит от предварительно неизвестной толщины настила крыши), для расчета требуется несколько последовательных приближений.

Если крыша не является легкобрасываемой, то узел сопряжения крыши и стенки резервуара рассчитывается из условия

$$A_r \geq \frac{p_r r^2}{2R \operatorname{tg} \alpha}, \quad (5.68)$$

где A_r — площадь поперечного сечения узла сопряжения крыши и стенки, м^2 .

Размеры включенных в расчет участков стенки и настила крыши определяются следующими соотношениями (см. рисунок 5.9):

$$L_s = 0,6 \cdot \sqrt{r \cdot (t - \Delta t_c)}, \quad (5.69)$$

$$L_r = 0,6 \cdot \sqrt{\frac{r \cdot (t_r - \Delta t_c)}{\sin \alpha}}. \quad (5.70)$$

Если предусматривается устройство легкобрасываемой крыши, то величина A_r должна удовлетворять условию

$$A_r \leq \frac{W}{1,39 \operatorname{tg} \alpha}, \quad (5.71)$$

где W — общий вес стенки и всех конструкций, опирающихся на нее, кроме настила крыши, кН.

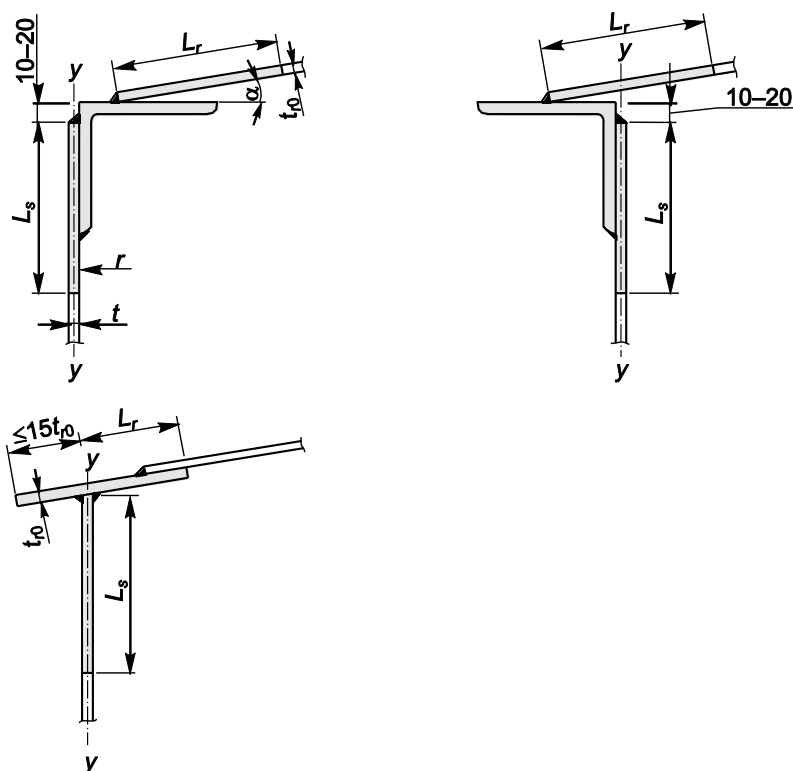


Рисунок 5.9 — Узлы соединения самонесущей крыши со стеной

5.27.5 Расчет плавающих крыш и понтонов

Расчет плавающих крыш и понтонов производится в следующей последовательности:

- этап 1 — выбор конструктивной схемы плавающей крыши и предварительное определение толщин элементов исходя из функциональных, конструктивных и технологических требований;
- этап 2 — определение расчетных комбинаций воздействий, учитывающих величину и характер действующих нагрузок, а также возможность потери герметичности (затопления) отдельных коробов крыши;
- этап 3 — моделирование конструкции крыши методом конечных элементов;
- этап 4 — расчет положений равновесия крыши, погруженной в продукт для всех расчетных комбинаций воздействий;
- этап 5 — проверка плавучести крыши, которая заключается в выполнении условия: для крыши, погруженной в продукт с относительной плотностью 0,7, верхняя точка любого бортового элемента должна превышать уровень продукта не менее чем на 150 мм. Если плавучесть крыши не обеспечена, производится изменение ее конструктивной схемы и расчет повторяется, начиная с этапа 1;
- этап 6 — проверка прочности конструктивных элементов крыши для полученных положений равновесия (этап 4). В случае изменения толщины элементов расчет повторяется, начиная с этапа 4.

Расчеты следует выполнять на основе конечно-элементных моделей для исходных данных, приведенных в таблице 5.18.

Расположение «снегового мешка» на поверхности плавающей крыши следует принимать в соответствии с рисунком 5.10. По согласованию с заказчиком параметры «снегового мешка» (μ — коэффициент неравномерности распределения снегового покрова) могут быть определены индивидуально для площадки строительства с учетом реальных условий снеготранспорта, включающих климатические факторы (данные о положении плавающей крыши при эксплуатации, скорости зимних ветров и температуры воздуха в зимний период), а также регламентные мероприятия по уборке снега с поверхности плавающей крыши.

Таблица 5.18

Наименование	Обозначение	Единица измерения
Собственный вес крыши или понтона	G_r	кН
Диаметр крыши или понтона	D_r	м
Радиус крыши или понтона	r_r	м
Распределенная нагрузка от собственного веса	$p_k = G_r / \pi r_r^2$	кПа
Припуск на коррозию (нижней палубы и внешнего бортового элемента)	Δt_c	мм
Предел текучести стали	R_{yn}	МПа
Коэффициент надежности по материалу	γ_m	—
Коэффициент условий работы	γ_c	—
Плотность продукта	$\rho = 0,7$	В долях от веса воды
Расчетная снеговая нагрузка на поверхности земли	p_s	кПа
Коэффициент надежности по нагрузке	$\gamma_s = 1,6$	—
Расчетная снеговая нагрузка для учета снегового покрова, равномерно распределенного по всей поверхности двучечной плавающей крыши	$p_{sr} = p_s \gamma$	кПа
Коэффициент неравномерности распределения снегового покрова на поверхности крыши	μ	—
Максимальная интенсивность нагрузки для учета «снегового мешка»	$p_{srmax} = \mu p_{sr}$	кПа

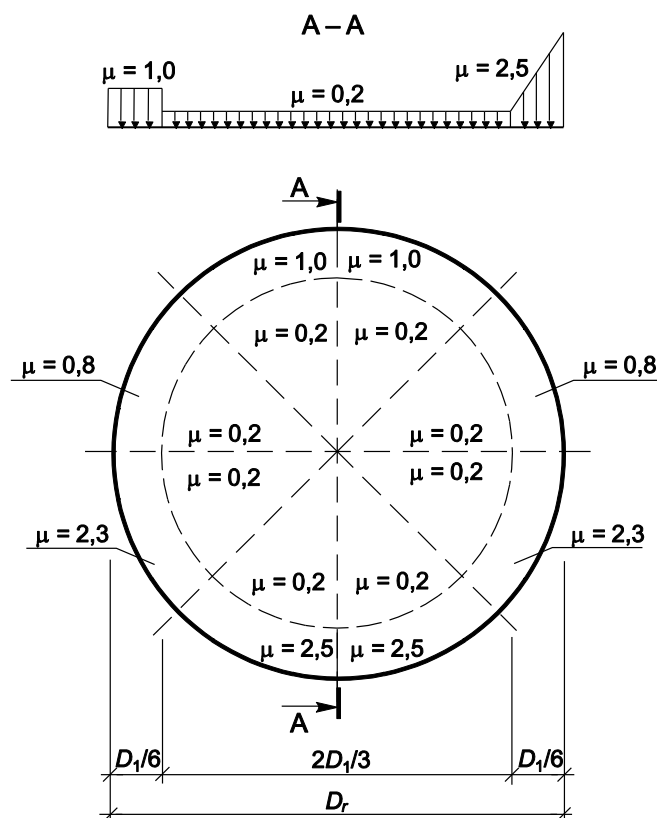


Рисунок 5.10 — Схема расположения «снегового мешка»

5.27.6 Расчетные комбинации воздействий

Расчетные комбинации воздействий следует назначать в соответствии с таблицей 5.19.

Таблица 5.19

Комбинация	Тип крыши или понтона	Назначение
Удвоенный собственный вес крыши или понтона	Все типы	Проверка плавучести и прочности
Потеря герметичности двух любых смежных отсеков	Все типы	Проверка плавучести и прочности
Потеря герметичности центральной деки	Однодечная	Проверка плавучести и прочности
Снеговая нагрузка интенсивностью p_{sr} , равномерно распределенная по всей поверхности крыши	Двудечная	Проверка плавучести и прочности
Снеговая нагрузка с учетом «снегового мешка»	Двудечная	Проверка плавучести и прочности
Нагрузка 2,2 кН, сосредоточенная на участке 0,1 м ² в плавающем положении крыши или понтона	Все типы	Проверка прочности
Нагрузка 2,2 кН, сосредоточенная на участке 0,1 м ² в положении крыши или понтона на стойках (без продукта)	Все типы	Проверка прочности

5.27.7 Проверка прочности конструктивных элементов крыши

Расчет на прочность элементов крыши или понтона следует производить по формулам:

$$\sqrt{\sigma_1^2 - \sigma_1\sigma_2 + \sigma_2^2} \leq \frac{R_{yn}\gamma_c}{\gamma_m}, \quad (5.72)$$

$$\max(\sigma_1, \sigma_2) \leq \frac{R_{yn}\gamma_c}{\gamma_m}, \quad (5.73)$$

где σ_1, σ_2 — главные напряжения, определяемые из расчета по конечно-элементной модели.

Минимальная толщина листов крыши или понтона должна быть не менее 4 мм. Окончательные толщины элементов назначаются с учетом минусового допуска на прокат и припуска на коррозию.

6 Правила устройства**6.1 Общие положения**

6.1.1 Изготовление стальных вертикальных цилиндрических резервуаров и их элементов должны выполнять специализированные организации, располагающие техническими средствами, специалистами и персоналом, необходимыми для качественного выполнения работ. Изготовление стальных вертикальных цилиндрических резервуаров, в случае применения их на опасных производственных объектах, может осуществляться только при наличии специального разрешения (лицензии), полученного в установленном порядке.

6.1.2 Заводское изготовление конструкций резервуаров должно производиться в соответствии с требованиями настоящего технического кодекса и на основании:

- чертежей марки КМ;
- чертежей марки КМД, разработанных заводом-изготовителем в соответствии с чертежами марки КМ;
- утвержденного в установленном порядке технологического процесса, обеспечивающего выполнение требований настоящего технического кодекса;
- сертифицированной системы управления качеством выпускаемой продукции.

6.1.3 Требования раздела 6 должны быть отражены в рабочих чертежах КМ металлоконструкций резервуаров.

6.1.4 Изменения в проектной и конструкторской документации должны быть согласованы с организацией-разработчиком соответствующей документации на резервуар.

6.1.5 Настоящий технический кодекс предусматривает заводское изготовление листовых конструкций резервуаров в соответствии с 5.3.

6.1.6 Методом рулонирования допускается изготавливать листовые конструкции стенки и днища резервуара, мембраны плавающей крыши, мембраны понтона, настила стационарной крыши. Эти конструкции изготавливаются в виде рулонизируемых полотнищ, свернутых в габаритные для транспортирования рулоны.

6.1.7 Проектирование и изготовление конструкций стенки и днища методом рулонирования допускается для резервуаров объемом до 5000 м³. Конструкции стенки и днища резервуаров объемом 5000 м³ и более должны проектироваться с учетом их изготовления и монтажа из отдельных листов (метод полистовой сборки).

6.1.8 Метод полистовой сборки предусматривает изготовление и монтаж элементов резервуара из отдельных листов. При полистовой сборке резервуаров элементы конструкций поставляются с завода-изготовителя в виде габаритных отправочных марок — сборочных единиц и деталей.

6.1.9 Методом полистовой сборки изготавливаются листовые конструкции, указанные в 6.1.7, для любых типоразмеров резервуаров.

6.1.10 Комбинированный метод совмещает изготовление конструкций, указанных в 6.1.7, полистовым методом и методом рулонирования.

6.1.11 Конструкции резервуаров, не указанные в 6.1.7, изготавливаются в виде габаритных отправочных марок — сборочных единиц и деталей.

6.1.12 При изготовлении резервуаров должна применяться система контроля качества (входной, операционный и приемочный контроль), обеспечивающая выполнение работ в соответствии с требованиями настоящего технического кодекса и действующими ТНПА.

6.1.13 Припуск на коррозию конструктивных элементов резервуара назначается проектировщиком по согласованию с заказчиком и указывается в задании на проектирование (см. приложение Б). Пропуск на коррозию определяется с учетом условий хранения, транспортирования, монтажа, эксплуатации, срока службы, скорости коррозии и системы антикоррозионной защиты.

6.1.14 Конструкции элементов резервуаров и требования, предъявляемые к ним, приведены в соответствующих подразделах настоящего технического кодекса.

6.2 Требования к конструкции днища

6.2.1 Для удобства очистки и удаления подтоварной воды в резервуарах должны применяться конические днища. Для резервуаров объемом до 1000 м³ включ. допускается применение плоских днищ.

6.2.2 Уклон днища может быть выполнен как от центра к периферии, так и от периферии к центру резервуара. Рекомендуемая величина уклона днища 1:100.

6.2.3 При проектировании днищ с уклоном от периферии к центру, в проектной документации должны быть проработаны вопросы осадки и изложены требования к проектированию и устройству основания резервуара.

6.2.4 Днище резервуара состоит из центральной и периферийной части. Периферийная, привариваемая к стенке резервуара часть днища должна выполняться в виде утолщенного кольца из листов окраек.

6.2.5 Для резервуаров объемом до 1000 м³ включ. допускается изготавливать днища из листов одной толщины (без кольца окраек).

6.2.6 Периферийные листы днища должны изготавливаться из стали той же марки, что и нижний пояс стенки, или из стали соответствующего класса прочности при условии обеспечения их свариваемости.

6.2.7 Периферийные листы или кольцо из листов окраек должны иметь круговую форму с внешней стороны.

6.2.8 Внутренняя граница окраек может иметь форму многоугольника с числом сторон, равным числу листов окрайки.

6.2.9 По внутренней кромке окраек (внутри резервуара) форма центральной части днища может быть круговой или многогранной, с учетом обеспечения нахлестки центральной части днища в пределах значений, указанных в таблице 6.1.

Таблица 6.1

Наименование параметров	Допустимые значения, мм
Выступ периферийных листов (окраек) днища за внешнюю поверхность стенки: для резервуаров объемом, м ³ , до 1000 включ. то же от 2000 “ 10 000 “ “ св. 10 000	25–50 40–70 50–100
Величина нахлеста центральной части днища на кольцо окраек	60–100
Величина нахлеста листов (полотнищ) центральной части днища между собой	30–50
Минимальная толщина остающейся подкладной пластины	5
Расстояние между внутренней поверхностью стенки и швом приварки центральной части днища к окрайкам: для резервуаров объемом, м ³ , до 5000 то же св. 5000	Не менее 300 Не менее 600

6.2.10 Минимальный выступ периферийных листов или окраек днища за внешнюю поверхность стенки должен соответствовать значениям, указанным в таблице 6.1.

6.2.11 Номинальная толщина всех листов центральной части днища должна быть не менее 4 мм, исключая припуск на коррозию. Наличие в полотнище днища листов различной толщины не допускается.

6.2.12 Размеры периферийных листов (окраек) днища определяются расчетом в соответствии с 5.20. Толщина кольцевых окраек должна быть не менее значений, приведенных в таблице 6.2, исключая припуск на коррозию.

Таблица 6.2

В миллиметрах

Толщина нижнего пояса стенки резервуара	Номинальная толщина кольцевой окрайки, исключая припуск на коррозию
До 7 включ.	6
Св. 7 “ 11 “	7
“ 11 “ 16 “	9
“ 16 “ 20 “	12
“ 20 “ 26 “	14
“ 26	16
<i>Примечание</i> — Толщина окрайки днища должна определяться расчетом согласно 5.20. Указанные в таблице номинальные значения толщины кольцевой окрайки могут включать припуск на коррозию в случае, если это подтверждается условием прочности узла соединения стенки с днищем с учетом деформативности листа окрайки днища.	

6.2.13 Радиальная ширина периферийных листов (окраек) должна обеспечить расстояние между внутренней поверхностью стенки и швом приварки центральной части днища к окрайке не менее значений, приведенных в таблице 6.1, и проверяется расчетом в соответствии с 5.20.

6.2.14 При проектировании конструкции днища должны быть учтены требования, указанные в таблицах 6.1 и 6.2.

6.2.15 Требования к конструкции резервуаров с двойным днищем приведены в 6.13.

6.2.16 Все металлоконструкции, трубопроводы и оборудование, устанавливаемые в резервуаре и передающие нагрузку на днище резервуара, должны опираться на днище через подкладные листы. Толщина подкладных листов должна быть не менее 5 мм. Прямоугольные в плане подкладные листы должны иметь закругленные углы радиусом не менее 50 мм. Приварка подкладных листов к днищу осуществляется сплошным нахлесточным швом по всему наружному контуру подкладного листа. Размеры подкладного листа должны превышать на 50 мм с каждой стороны контур опирания деталей или оборудования, привариваемого к днищу резервуара.

6.2.17 При проектировании дна резервуара должны быть учтены и указаны в чертежах марки КМ предельно допустимые отклонения размеров и формы смонтированного дна, приведенные в таблице 6.3.

Таблица 6.3

Наименование контролируемого параметра	Предельно допустимые отклонения, мм, при диаметре резервуара, м			
	до 12 включ.	св. 12 до 25 включ.	св. 25 до 40 включ.	св. 40
Высота местных отклонений от проектной формы центральной части дна (f — максимальная стрелка отклонения; R — радиус описанной окружности на любом участке). Резкие перегибы и складки не допустимы	$f \leq 0,1R \leq 80$			
Местные отклонения от проектной формы в зонах радиальных монтажных сварных швов кольца окроек (угловатость). Измерения производить шаблоном на длине 200 мм	± 3			
Подъем окроек в зоне сопряжения с центральной частью дна (f_0 — высота подъема окрайки; L — ширина окрайки)	$f_0 \leq 0,03L$		$f_0 \leq 0,04L$	
Разность отметок наружного контура дна при пустом резервуаре: смежных точек через 6 м по периметру любых точек	10 20	15 25	15 30	20 40
Разность отметок наружного контура дна при заполненном водой резервуаре: смежных точек через 6 м по периметру любых точек	20 30	25 35	25 40	30 50

6.2.18 Допускается, по требованию заказчика, проектирование новых конструктивных решений устройства дна резервуаров с опиранием на плоские балочные клетки или конических подвесных дна. В этом случае в проектной документации должны быть выполнены соответствующие прочностные расчеты конструкций резервуара, оснований и фундаментов.

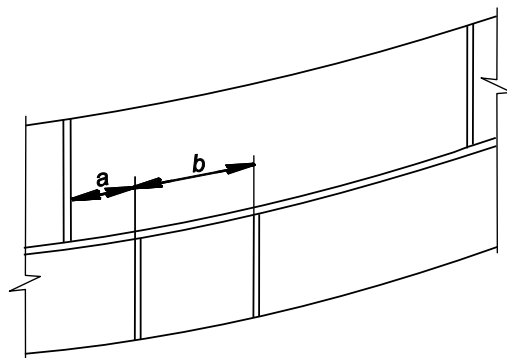
6.3 Требования к конструкции стенки

6.3.1 Стенка резервуара может быть запроектирована как в виде рулонизируемого полотнища, так и в виде отдельных листов, свальцованных по радиусу резервуара с учетом требований 6.1.8.

6.3.2 В резервуарах, изготавливаемых методом листовой сборки, для устройства стенки рекомендуется использовать листы размером не менее 2000×8000 мм. В резервуарах объемом менее 5000 м³, изготавливаемых методом листовой сборки и методом рулонной сборки, допускается использовать листы размером не менее 1500×6000 мм.

6.3.3 Ширина листов стенки в пределах одного пояса должна быть одинаковой.

6.3.4 Минимальный продольный размер листов стенки (вставок) должен составлять не менее 1 м (рисунок 6.1).



a — минимальное расстояние между вертикальными швами соседних поясов стенки (см. 6.16.3.2);
 b — минимальный продольный размер листа стенки (см. 6.3.4)

Рисунок 6.1 — Расположение листов стенки

6.3.5 Листы стенки должны совмещаться в одну линию по вертикали по своей внутренней плоскости.

6.3.6 Проектирование и изготовление поясов стенки с толщиной менее толщины поясов, находящихся над ними, независимо от типа материала, не допускается.

6.3.7 Номинальные значения толщины листов стенки резервуара должны превышать расчетные значения толщины. Расчетные значения толщины листов стенки определяются в соответствии с требованиями 5.21. Минимально допустимые значения толщины листов стенки приведены в таблице 6.4.

Таблица 6.4

Диаметр резервуара, м	Минимально допустимая толщина листов стенки, мм
До 15 включ.	5
Св. 15 " 25 "	6
" 25 " 40 "	8
" 40 " 65 "	10
" 65	12

6.3.8 Номинальная толщина листов стенки резервуара может учитывать припуск на коррозию, если это подтверждается расчетом в соответствии с требованиями 5.21.

6.3.9 Использование стенки или усиливающих листов толщиной более 40 мм не допускается.

6.3.10 При проектировании и изготовлении стенки резервуара должны быть учтены требования 6.16.3.

6.3.11 При проектировании стенки должны быть учтены и указаны в чертежах марки КМ предельно допустимые отклонения размеров и формы стенки смонтированного резервуара, приведенные в таблице 6.5.

6.3.12 Сохранение временных монтажных элементов, применяемых для обеспечения проектной формы стенки при монтаже, как постоянной конструкции при эксплуатации резервуара не допускается.

Таблица 6.5

Наименование контролируемых параметров	Предельно допустимые отклонения, мм, при диаметре резервуара, м			
	до 12 включ.	св. 12 до 25 включ.	св. 25 до 40 включ.	св. 40
Внутренний диаметр на уровне 300 мм от дна. Выполняются замеры диаметра в четырех положениях под углом 45°	0,005r	0,003r	0,002r	0,0015r

Окончание таблицы 6.5

Наименование контролируемых параметров	Предельно допустимые отклонения, мм, при диаметре резервуара, м			
	до 12 включ.	св. 12 до 25 включ.	св. 25 до 40 включ.	св. 40
Высота стенки, м: до 12 включ. св. 12 “ 18 “ “ 18			±20 ±30 ±40	
Отклонение от вертикали образующих стенки по высоте каждого пояса (<i>H</i> — расстояние от окрайки до точки, расположенной на 50 мм ниже верха соответствующего пояса)			±1/200 <i>H</i>	
Локальные отклонения стенки от проектной формы* для листов толщиной, мм: до 12 включ. св. 12			±15 ±10	
Местные отклонения от проектной формы в зонах монтажных сварных швов (угловатость)** для листов толщиной, мм: от 5 до 12 включ. св. 12 “ 25 “ “ 25			10 8 6	
* Измерения локальных отклонений от проектной формы производят на длине 1000 мм с использованием линейки для замера в вертикальном направлении и шаблона, повторяющего радиус контролируемой поверхности, — в горизонтальном направлении. ** Измерения производят шаблоном на длине 1000 мм.				

6.4 Требования к конструкции колец жесткости

6.4.1 Для обеспечения прочности и устойчивости резервуаров при эксплуатации на стенках резервуаров могут устанавливаться следующие типы колец жесткости:

- верхнее ветровое кольцо для резервуаров с плавающими крышами или для резервуаров со стационарными крышами, имеющими повышенную деформативность;
- опорное кольцо для резервуаров со стационарными крышами;
- промежуточные кольца жесткости, воспринимающие ветровые нагрузки, для резервуаров всех типов, при этом необходимость их установки должна подтверждаться расчетом на устойчивость стенки в соответствии с требованиями 5.22.

6.4.2 Сечение и размеры колец жесткости определяются в соответствии с требованиями 5.22.

6.4.3 Верхнее ветровое кольцо устанавливается на верхнем поясе стенки резервуара. Рекомендуемая высота установки верхнего ветрового кольца составляет от 1,10 до 1,25 м от верхней кромки стенки, при этом по верхней кромке стенки резервуаров с плавающей крышей должен быть установлен кольцевой уголок сечением не менее 75×6 мм.

6.4.4 При использовании верхнего ветрового кольца в качестве обслуживающей площадки, конструктивные требования к элементам кольца (ширина и состояние ходовой поверхности, ограждение кольца по внешней от резервуара стороне и пр.) должны соответствовать требованиям 6.10.

6.4.5 Опорное кольцо для резервуаров со стационарными крышами устанавливается на верхней кромке стенки резервуаров с внутренней стороны.

6.4.6 Промежуточные кольца жесткости устанавливаются в тех случаях, когда толщина поясов стенки не обеспечивает устойчивость стенки резервуара, а увеличение толщины поясов стенки является технически и экономически нецелесообразным.

6.4.7 Кольца жесткости должны иметь неразрезное сечение по всему периметру стенки.

6.4.8 Установка элементов колец на отдельных участках, в том числе в зоне монтажных стыков стенки резервуаров рулонной сборки, не допускается.

6.4.9 Кольца жесткости, ширина которых в 16 и более раз превышает толщину горизонтального элемента кольца, должны иметь опоры, выполняемые в виде ребер или подкосов. Расстояние между опорами не должно превышать более чем в 20 раз высоту внешней вертикальной полки кольца.

6.4.10 При наличии на резервуаре систем пожарного орошения (устройства охлаждения), кольца жесткости, устанавливаемые на наружной поверхности стенки, должны иметь конструкцию, не препятствующую орошению стенки ниже уровня кольца.

6.4.11 Конструкция кольца жесткости должна исключать возможность накопления на нем дождевых осадков или иметь соответствующие дренажные отверстия.

6.4.12 Кольца жесткости располагаются на стенке на расстоянии не менее 150 мм от горизонтальных швов стенки.

6.4.13 Конструкция крепления элементов колец жесткости к стенке резервуара указывается в чертежах марки КМ.

6.4.14 Наружный контур колец жесткости, не прилегающий к стенке, может быть кругового или многоугольного очертания.

6.4.15 Установка колец жесткости на расстоянии менее 600 мм от низа стенки не допускается.

6.4.16 При необходимости устройства проема для лестницы в основном кольце жесткости, должны быть предусмотрены соответствующие меры по его усилению с целью обеспечения соответствия осевого момента сопротивления в любом сечении лаза требованиям 5.22.

6.5 Требования к конструкции стационарных крыш

6.5.1 Конструкции стационарных крыш подразделяются на следующие основные типы:

— стальная самонесущая бескаркасная коническая крыша, несущая способность которой обеспечивается конической оболочкой настила;

— стальная самонесущая бескаркасная сферическая крыша, несущая способность которой обеспечивается вальцованными элементами настила, образующими поверхность сферической оболочки;

— стальная каркасная коническая крыша, состоящая из элементов каркаса и настила;

— поддерживаемая коническая крыша, состоящая из элементов каркаса, настила и поддерживаемая центральной стойкой. В данном случае следует обеспечить одинаковое оседание фундаментов корпуса резервуара и центральной части в месте опирания стойки;

— стальная каркасная купольная крыша, состоящая из элементов каркаса, свальцованных по радиусу сферической поверхности и настила;

— каркасная коническая или сферическая крыша из алюминиевых сплавов.

6.5.2 Допускается применение типов конструкций стационарных крыш, отличающихся от перечисленных и проектируемых по другим ТНПА, устанавливающим требования к надежности строительных металлоконструкций не ниже установленных в настоящем техническом кодексе.

6.5.3 Стационарные крыши, за исключением поддерживаемых, должны опираться только по периметру резервуара на его стенку или опорное кольцо с использованием кольцевого элемента жесткости. Минимальный размер кольцевого уголка должен быть не менее 63×5 мм.

6.5.4 Минимальная номинальная толщина листового настила и элементов поперечного сечения профилей каркаса крыши должна быть не менее 3 мм. Пропуск на коррозию необходимо добавлять по согласованию с заказчиком: для листов самонесущих крыш и элементов каркаса — к расчетной толщине; для листов поддерживаемых крыш — к номинальной толщине.

6.5.5 Все элементы и узлы крыши должны быть запроектированы таким образом, чтобы максимальные напряжения в них не превышали расчетных (без учета припуска на коррозию).

6.5.6 Каркас и узел крепления к стенке резервуара должны быть рассчитаны на прочность от воздействия расчетной нагрузки, в том числе от неравномерно распределенного снегового покрова, и устойчивость. Расчет стационарных крыш должен выполняться в соответствии с требованиями 5.27.

6.5.7 Стальная самонесущая бескаркасная коническая крыша представляет собой гладкую коническую оболочку, неподкрепленную радиальными ребрами жесткости. Геометрические параметры самонесущей конической крыши должны удовлетворять следующим требованиям:

— максимальный диаметр крыши в плане — 12,5 м;

— минимальный угол наклона образующей крыши к горизонтальной поверхности — 15° , максимальный угол наклона — 30° ;

— номинальная толщина оболочки крыши должна определяться расчетом на устойчивость и быть в пределах от 4 до 7 мм. При недостаточной несущей способности (при номинальной толщине более 7 мм) гладкую коническую оболочку необходимо укреплять кольцевыми ребрами жесткости, устанавливаемыми с наружной стороны крыши;

— оболочка крыши должна изготавливаться в виде полотнища (из одной или нескольких частей) или методом полистовой сборки;

— узел соединения крыши со стенкой может выполняться по одному из вариантов, показанных на рисунке 6.2.



Рисунок 6.2 — Узлы соединения самонесущих конических и купольных крыш со стенкой

6.5.8 Стальная самонесущая бескаркасная сферическая крыша представляет собой сферическую оболочку. Радиус кривизны крыши должен быть в пределах от 0,8 до 1,2 диаметра стенки резервуара. Рекомендуемым диапазоном применения самонесущих сферических крыш являются резервуары объемом до 5000 м³ с диаметром не более 25 м. Номинальная толщина оболочки крыши определяется расчетами на прочность и устойчивость в соответствии с 5.27, но должна быть не менее 5 мм. Поверхность сферической крыши может быть выполнена из лепестков двоякой кривизны (вальцованных в меридиональном и кольцевом направлениях). Допускается использование лепестков настила, имеющих кривизну только в меридиональном направлении. Сварные соединения между лепестками настила следует выполнять стыковыми двусторонними сварными швами. Для лепестков, имеющих двоякую кривизну, допускаются нахлесточные сварные соединения с двусторонними сварными швами.

6.5.9 Стальная каркасная коническая крыша рекомендуется к применению для резервуаров диаметром от 10 до 25 м включ. Угол наклона образующей крыши к горизонтальной поверхности должен быть в пределах от $4,76^\circ$ (уклон 1:12) до $9,46^\circ$ (уклон 1:6). Крепление настила крыши по периметру резервуара должно осуществляться в соответствии с рисунком 6.3 а) – в), с использованием обвязывающего элемента жесткости. Конструкция каркасных конических крыш может быть разработана в следующих вариантах:

— в виде щитов заводского изготовления, состоящих из соединенных между собой элементов каркаса и приваренного к ним настила. Размеры щитов должны определяться с учетом возможности их транспортировки;

— в виде отдельных элементов каркаса и настила, привариваемого только по периметру крыши. В этом случае в отдельных секторах каркаса должны быть предусмотрены дополнительные связи жесткости, располагаемые в плоскости каркаса. Количество секторов, имеющих дополнительные связи жесткости, определяется расчетом, но должно быть не менее двух. Укрепленные сектора каркаса располагаются равномерно в плане крыши. Настил крыш может выполняться из отдельных листов, крупногабаритных карт или рулонированных полотнищ.

* Для обвязывающего элемента в качестве примера изображена угловая равнобокая сталь.

6.5.10 Стальная каркасная купольная крыша представляет собой радиально-кольцевую каркасную конструкцию, образующую сферическую поверхность. Стальные каркасные купольные крыши рекомендуются к применению для резервуаров диаметром св. 25 до 50 м включ. Геометрические параметры стальной каркасной купольной крыши должны отвечать следующим требованиям:

- радиус кривизны сферической поверхности крыши должен быть в пределах от 0,8 до 1,5 диаметра резервуара;

- номинальная толщина настила должна составлять не менее 5 мм.

Конструкция стальных каркасных купольных крыш может быть разработана в следующих вариантах:

- в виде щитов заводского изготовления, состоящих из соединенных между собой элементов каркаса и приваренного к ним настила. Размеры щитов должны определяться с учетом возможности их транспортирования;

- в виде отдельных элементов каркаса и настила, привариваемого только по периметру крыши. В этом случае в отдельных секторах каркаса должны быть предусмотрены дополнительные связи жесткости, располагаемые в плоскости каркаса. Количество секторов, имеющих дополнительные связи жесткости, определяется расчетом, но должно быть не менее четырех. Укрепленные сектора каркаса располагаются равномерно в плане крыши. Настил крыш может выполняться из отдельных листов, крупногабаритных карт или рулонированных полотнищ.

Опираение крыши на стенку резервуара рекомендуется выполнять с устройством опорного кольца по рисунку 6.3 г) или усиливающего кольца на верхнем утолщенном поясе стенки под углом, равным углу наклона крыши по рисунку 6.3 д).

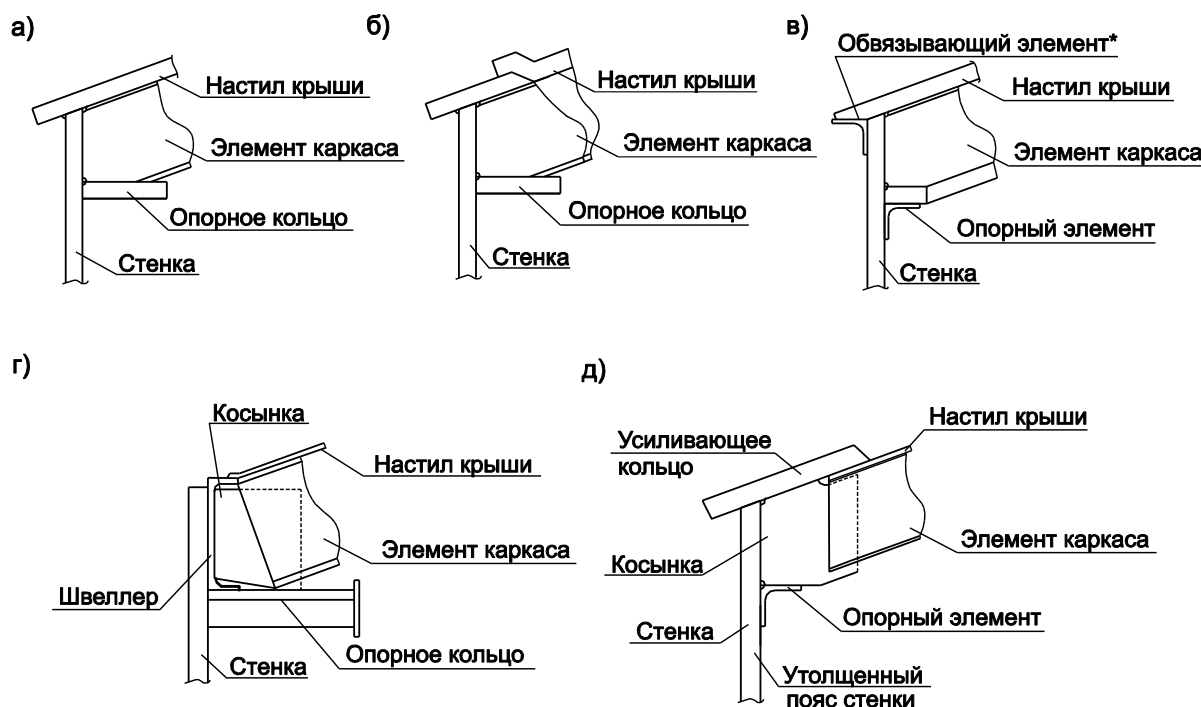


Рисунок 6.3 — Узлы сопряжения каркасных конических и сферических крыш со стенкой

6.5.11 При применении легкосбрасываемой конструкции стационарных крыш во взрывозащищенных резервуарах должны соблюдаться следующие условия, обеспечивающие отрыв настила крыши от стенки резервуара:

- настил крыши должен быть свободно лежащим без приварки к каркасу. Для легкосбрасываемой конструкции стационарной крыши настил должен привариваться только к верхнему кольцевому элементу стенки угловым швом катетом не более 5 мм;

- угол наклона настила крыши к горизонтальной плоскости не должен превышать 9° .

6.5.12 Для исключения попадания загрязненных атмосферных осадков на стенку резервуара по периметру стационарной крыши рекомендуется устраивать карниз для сбора и отведения атмосферных осадков.

* Для обвязывающего элемента в качестве примера изображена угловая равнобокая сталь.

6.5.13 В чертежах марки КМ должны быть указаны требования к предельно допустимым отклонениям размеров и формы смонтированной крыши резервуара в соответствии с таблицей 6.6.

Таблица 6.6

Наименование параметров	Предельно допустимые отклонения, мм, при диаметре резервуара, м			
	до 12 включ.	св. 12 до 25 включ.	св. 25 до 40 включ.	св. 40
Отметка верха конических и сферических крыш	±30	±50		
Разность отметок смежных узлов верха радиальных балок и ферм:				
в зоне сопряжения со стенкой	20			
в зоне сопряжения с центральным щитом	10			
в зоне стыковки радиальных балок сферических крыш	15			
Отклонение от проектного радиуса сферических крыш (просвет между шаблоном и гнутой поверхностью)	5,0			

6.6 Требования к конструкции плавающих крыш

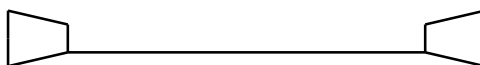
6.6.1 Плавающая крыша представляет собой конструкцию, плавающую на поверхности жидкости внутри резервуара с открытым верхом. Резервуар с плавающей крышей является альтернативой резервуару со стационарной крышей и понтоном. Техническая целесообразность и экономическая эффективность применения резервуаров с плавающими крышами должна определяться исходя из объема резервуара, соотношения его диаметра и высоты, снеговой нагрузки.

6.6.2 Плавающие крыши проектируются, как правило, двух основных типов (рисунок 6.4):

— однодечная плавающая крыша, состоящая из герметичных кольцевых коробов, расположенных по периметру плавающей крыши, и центральной однослойной мембраны (деки), имеющей организованный уклон к центру для обеспечения отвода дождевых и талых вод в сборные приямки. Уклон мембраны обеспечивается конструктивными решениями;

— двудечная плавающая крыша, состоящая из радиальных или кольцевых коробов, пространство между которыми заполняется элементами каркаса и листовыми настилами, образующими верхнюю и нижнюю деки и герметичные отсеки.

а)



б)

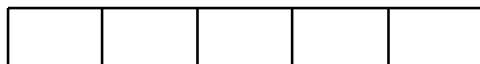


Рисунок 6.4 — Типовые примеры конструкций плавающей крыши:

а — однодечная;

б — двудечная

6.6.3 Расчетные требования при проектировании конструкций плавающих крыш изложены в 5.27.

6.6.4 Конструкция плавающей крыши должна обеспечить ее плавучесть. При этом верхний край периферийной стенки (борта) должен превышать уровень продукта не менее чем на 150 мм при всех возможных сочетаниях нагрузок на плавающую крышу. Плавучесть крыш должна обеспечиваться герметичными коробами или отсеками. Каждый короб или отсек плавающей крыши в верхней части должен иметь смотровой люк с легкосъемной крышкой для контроля возможной потери герметичности. Конструкция крышки и высота обечайки люка должны исключать попадание атмосферных осадков

внутри короба или отсека. Верхние кромки обечаек всех люков и патрубков, расположенных на плавающей крыше и доходящих до уровня продукта, должны быть не ниже верхнего края периферийной стенки (борта).

6.6.5 Плавающая крыша должна свободно перемещаться при наливе и сливе продукта. При перемещении плавающей крыши не должно происходить повреждение ее узлов, а также конструкций, находящихся на днище и стенке резервуара.

При нахождении плавающей крыши на продукте ее нижняя дека должна полностью контактировать с поверхностью продукта, чтобы исключить наличие паровоздушной смеси под ней. Применение плавающих крыш не контактного типа не допускается.

6.6.6 Плавающая крыша должна иметь опорные стойки, позволяющие фиксировать крышу в двух положениях — рабочем и ремонтном. В рабочем положении опорные стойки должны обеспечить опирание плавающей крыши на днище на высоте, при которой нижняя дека плавающей крыши не приближается к расположенным на днище или первом поясе стенки конструкциям или устройствам на расстояние менее 100 мм. В ремонтном положении нижняя дека плавающей крыши должна находиться на высоте не менее 2 м от днища у стенки. Конструкция опорных стоек должна исключать возможность затекания продукта на крышу при воздействии на нее максимально допустимых нагрузок от дождевой воды, а также выброса паров (если применимо) в случае приподнимания мембраны однокорпусной крыши над поверхностью жидкости под воздействием давления паров. В местах расположения опорных стоек плавающая крыша усиливается листовой накладкой толщиной не менее 6 мм и диаметром не менее 500 мм.

6.6.7 Для распределения динамических нагрузок, передаваемых на днище резервуара, опорные стойки должны опираться на днище через подкладные пластины толщиной не менее 10 мм. Подкладные пластины прямоугольной формы должны иметь скругления по углам радиусом не менее 50 мм. Размеры подкладных пластин должны превышать контур опирания стойки не менее чем на 50 мм в любую сторону. В местах, где подкладки перекрывают угловые швы сваренных внахлест листов днища, должны использоваться регулировочные прокладки с целью компенсации перепадов уровня днища согласно рисунку 6.5. При попадании подкладной пластины на стыковой сварной шов днища усиление стыкового шва необходимо снять до уровня основного металла.

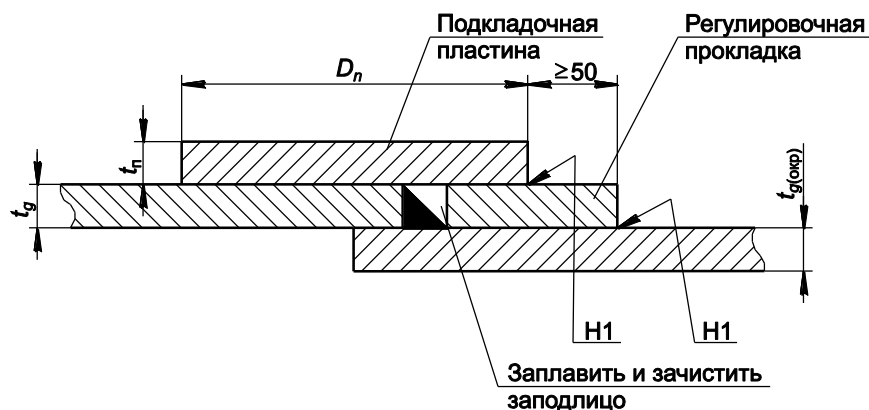


Рисунок 6.5 — Соединение подкладной пластины с днищем при попадании на нахлесточный шов

6.6.8 Опорные стойки, изготовленные из трубы или другого замкнутого профиля, должны иметь отверстия в нижней части для обеспечения дренажа.

6.6.9 Плавающая крыша должна быть оборудована устройствами для отвода дождевых и талых вод с поверхности крыши и удаления их за пределы резервуара. Для однокорпусных плавающих крыш указанные устройства должны иметь обратные клапаны или задвижки, исключающие попадание продукта на плавающую крышу. Центральная часть плавающей крыши должна иметь уклон не менее 1:100 к водоприемникам. Расчет скорости отвода продукта для главной дренажной системы крыши должен выполняться, исходя из указанного максимального объема осадков при нахождении крыши в крайнем нижнем положении.

6.6.10 Минимальный диаметр главной дренажной системы для всех типов крыш должен быть эквивалентен следующим значениям, мм:

75	— для крыш диаметром, м	до 30;
100	— то же	от 30 “ 60 включ.;
150	— “	св. 60.

6.6.11 Плавающие крыши, помимо основных устройств для отвода дождевых и талых вод, могут оборудоваться, по согласованию с заказчиком, аварийными устройствами, которые предназначены для сброса дождевой и талой воды непосредственно в хранимый продукт.

6.6.12 Плавающие крыши должны иметь предохранительные клапаны, открывающиеся непосредственно перед опусканием плавающей крыши на опорные стойки и предохраняющие плавающую крышу и уплотняющий затвор от перенапряжения и повреждения при заполнении или опорожнении пространства резервуара под плавающей крышей. Диаметр и количество предохранительных клапанов определяются расчетом в технологической части проекта в зависимости от производительности приемо-раздаточных операций.

6.6.13 Плавающие крыши должны иметь не менее одного люка номинальным диаметром 800 мм или более, позволяющего осуществлять вентиляцию и проход обслуживающего персонала под плавающую крышу при проведении диагностических и ремонтных работ.

6.6.14 В плавающей крыше должны быть предусмотрены центровочные и противовращательные приспособления, предназначенные для обеспечения центровки крыши в резервуаре и исключения ее вращения. Для исключения вращения плавающей крыши должна использоваться направляющая труба. Рекомендуется применять одну направляющую трубу. При использовании двух направляющих труб, их расположение должно быть диаметрально противоположно. Направляющая труба может быть использована для размещения в ней технологического оборудования. При перемещении плавающей крыши должны обеспечиваться вертикальная соосность стенки резервуара и плавающей крыши, равномерность величины кольцевого зазора между крышей и стенкой, исключая передачу нагрузок от плавающей крыши на направляющие трубы.

6.6.15 В чертежах марки КМ должна быть предусмотрена конструктивная возможность установки в пространстве между бортом плавающей крыши и стенкой резервуара затвора, обеспечивающего снижение испарения продукта и исключаящего попадание атмосферных осадков в продукт. Величина зазора между бортом плавающей крыши и стенкой резервуара должна устанавливаться в зависимости от конструкции применяемого затвора и обеспечения его работоспособности при движении плавающей крыши по всей высоте резервуара. При определении величины зазора следует учитывать допустимые отклонения стенки резервуара и направляющей от вертикали. Как правило, рекомендуется принимать номинальную величину зазора в диапазоне от 200 до 250 мм с допускаемыми отклонениями ± 100 мм.

6.6.16 Проектом должна быть предусмотрена лестница, перемещающаяся вместе с плавающей крышей при ее движении и обеспечивающая доступ на поверхность крыши с верхнего пояса стенки резервуара. Угол наклона катучей лестницы должен быть не менее 5° и не более 50° при любом возможном положении плавающей крыши. Допустимо применение катучей лестницы, верхняя опора которой шарнирно закреплена на верхнем поясе стенки, а нижняя опора перемещается по направляющему пути, установленному на поверхности плавающей крыши. Катучая лестница должна иметь ограждения с двух сторон и самовыравнивающиеся ступени. Направляющий путь для катучей лестницы следует укладывать на решетчатую ферму (балку). Зазор между решетчатой фермой (балкой) и центральной частью плавающей крыши должен быть не менее 250 мм. Направляющие, по которым осуществляется перемещение лестницы, должны располагаться на достаточной высоте над декой во избежание схода лестницы с направляющих под воздействием снега или льда.

6.6.17 Все части плавающей крыши, включая катучую лестницу, должны быть электрически взаимосвязаны и соединены со стенкой. Электрическая связь с резервуаром должна осуществляться гибкими проводниками, присоединенными к крыше и стенке в диаметрально противоположных точках. Проводники должны иметь наконечники. У резервуаров диаметром до 20 м включ. должно быть предусмотрено не менее двух заземляющих кабелей, у резервуаров большего диаметра — не менее четырех кабелей.

6.6.18 На плавающей крыше должен быть установлен кольцевой барьер для удержания пенообразующих средств пожаротушения. Барьер следует располагать на расстоянии 2 м от стенки резервуара. Высота барьера должна быть не менее 1 м и выше верха выступающих элементов затвора на 250–300 мм. В нижней части барьера следует предусматривать дренажные отверстия для стока пенообразующих средств и атмосферных вод.

6.6.19 В чертежах марки КМ должны быть указаны требования к предельно допустимым отклонениям параметров смонтированной плавающей крыши в соответствии с требованиями таблицы 6.7.

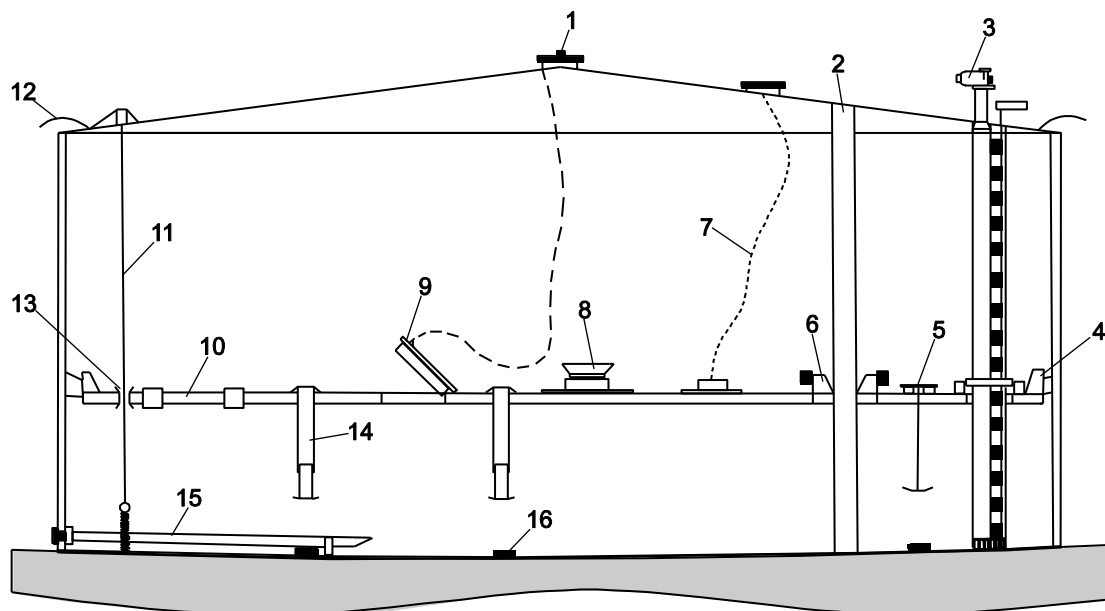
Таблица 6.7

В миллиметрах

Наименование параметров	Предельно допустимые отклонения
Разность отметок верхней кромки наружного кольцевого листа: соседних точек на расстоянии 6 м по периметру любых других точек	30 40
Отклонение наружного кольцевого листа от вертикали на высоту листа	± 10
Отклонение направляющих от вертикали на всю высоту направляющих H_n в радиальном и тангенциальном направлениях	$1/1000H_n$
Зазор между верхней кромкой наружного кольцевого листа и стенкой резервуара	10
Зазор между направляющей и патрубком в понтоне или коробке плавающей крыши (положение — понтон на днище)	15
Отклонение опорных стоек от вертикали при опирании на них понтона или плавающей крыши	30

6.7 Требования к конструкции понтонов

6.7.1 Понтоны применяются в резервуарах со стационарной крышей и предназначены для сокращения потерь продукта от испарения. Резервуары с понтоном должны эксплуатироваться без внутреннего давления и вакуума. Примерная схема установки понтона приведена на рисунке 6.6.



- 1 — смотровое отверстие с люком; 2 — опора крыши; 3 — указатель уровня топлива;
 4 — уплотняющий затвор; 5 — предохранительный газовый клапан; 6 — уплотняющий затвор опоры крыши;
 7 — антистатический кабель; 8 — внутренняя дыхательная труба; 9 — смотровой люк;
 10 — понтон; 11 — трос предотвращения вращения; 12 — дыхательный патрубок резервуара;
 13 — направляющая труба; 14 — опорные стойки; 15 — входная труба (диффузор);
 16 — усиливающие подкладные пластины днища

Рисунок 6.6 — Пример установки типового понтона в резервуаре со стационарной крышей

6.7.2 Понтоны, как правило, не устанавливаются в резервуарах диаметром менее 6 м в связи с проблемами, возникающими при монтаже уплотняющих затворов при малом радиусе кривизны обшивки резервуара, т. е. при коэффициенте отношения площади резервуара к длине его окружности менее 1,5. Максимальный диаметр резервуара при установке понтона не ограничен.

6.7.3 Допускается проектирование понтонов следующих видов:

- контактного (нижняя поверхность понтона полностью контактирует с поверхностью хранимого продукта);

- поплавкового (понтон контактирует с поверхностью продукта через поплавки, а между настилом понтона и зеркалом продукта имеется газовое пространство).

6.7.4 По конструктивным признакам понтоны могут быть следующих типов:

- стальной понтон однодечной конструкции, имеющий центральную однослойную мембрану (деку), разделенную, при необходимости, на отсеки, и расположенные по периметру кольцевые короба (открытые или закрытые сверху);

- стальной понтон двудечной конструкции, состоящий из герметичных коробов, расположенных по всей площади понтона;

- стальной понтон на поплавках с настилом;

- понтон из алюминиевых сплавов на поплавках с настилом;

- понтон из алюминиевых или стальных панелей с синтетическим пористым наполнителем.

6.7.5 Понтон должен свободно перемещаться при наливе и сливе продукта. При перемещении понтона не должно происходить повреждение его узлов, а также конструкций, находящихся на днище, стенке и крыше резервуара.

6.7.6 Конструкция понтона должна обеспечивать его плавучесть. При этом верхний край периферийной стенки (борта) должен превышать уровень продукта не менее чем на 150 мм. Верхние кромки обечаек всех люков и патрубков, расположенных на понтоне и доходящих до уровня продукта, должны быть не ниже верхнего края периферийной стенки (борта).

6.7.7 Проектом должна быть предусмотрена конструктивная возможность установки в пространстве между бортом понтона и стенкой резервуара, а также между патрубками в понтоне и проходящими сквозь них элементами затвора, обеспечивающего снижение испарения продукта. Материал затвора должен выбираться с учетом расчетной температуры района строительства, температуры хранимого продукта, долговечности затвора в условиях истирания и контакта с хранимым продуктом и его парами. Узлы присоединения затворов должны разрабатываться проектировщиком плавающих крыш и понтонов. Величина зазора между бортом понтона и стенкой резервуара должна устанавливаться в зависимости от конструкции применяемого затвора и обеспечения его работоспособности при движении понтона по всей высоте резервуара. При определении величины зазора следует учитывать допустимые отклонения стенки резервуара и направляющей от вертикали. Как правило, рекомендуется принимать номинальную величину зазора в диапазоне от 200 до 250 мм с допускаемыми отклонениями ± 100 мм.

6.7.8 Толщина элементов понтона из стали или алюминиевых сплавов определяется на основании прочностных и деформационных расчетов, а также с учетом их коррозионной стойкости в конкретных условиях эксплуатации. Номинальная толщина стальных элементов понтона должна быть не менее 4 мм.

6.7.9 Понтон должен иметь опорные стойки, позволяющие фиксировать его в двух положениях — рабочем и ремонтном. В рабочем положении опорные стойки должны обеспечить опирание понтона на днище на высоте, при которой нижняя дека (для понтона контактного типа) или нижняя точка поплавков (для понтона поплавкового типа) не приближается к расположенным на днище или первом поясе стенки конструкциям или устройствам на расстояние менее 100 мм. В ремонтном положении нижняя дека (или нижняя точка поплавков) понтона должна находиться на высоте не менее 2 м от днища у стенки. Опорные стойки должны иметь возможность их регулировки таким образом, чтобы компенсировать любые неровности нижней поверхности резервуара и обеспечить горизонтальное положение понтона. Высота понтона должна быть фиксированной, тем не менее должна быть предусмотрена возможность последующего изменения высоты опорных стоек.

6.7.10 Опорные стойки, изготовленные из трубы или другого замкнутого профиля, должны иметь отверстия в нижней части для обеспечения дренажа.

6.7.11 Особое внимание должно быть уделено креплению опорных стоек к элементам понтона с целью исключения разрушения конструкции в точках крепления в ходе эксплуатации.

6.7.12 Опорные стойки должны опираться на днище резервуара через подкладные пластины. Требования к устройству подкладных пластин аналогичны требованиям, приведенным в 6.6.8.

6.7.13 Для исключения вращения понтона должна использоваться направляющая труба. Рекомендуется применять одну направляющую трубу. При использовании двух направляющих труб, их расположение должно быть диаметрально противоположно. Направляющая труба может быть использована для размещения в ней технологического оборудования. В качестве направляющих понтона могут также использоваться тросовые или другие конструктивные системы. Трос должен быть подпружинен для обеспечения его постоянного натяжения. Для прохождения троса в корпусе понтона должна быть предусмотрена направляющая трубка соответствующей конструкции.

6.7.14 Понтоны должны иметь предохранительные клапаны, открывающиеся непосредственно перед опусканием понтона на опорные стойки и предохраняющие понтон, и уплотняющий затвор для защиты от перенапряжения и повреждения при заполнении или опорожнении пространства резервуара под понтоном. Диаметр и количество предохранительных клапанов определяются на основании данных задания и в соответствии с требованиями 9.4.

6.7.15 Резервуары с понтоном должны эксплуатироваться без внутреннего давления и вакуума в газовом пространстве резервуара. Для обеспечения этого требования в стационарной крыше или стенке резервуара с понтоном должны быть предусмотрены вентиляционные патрубки, равномерно расположенные по периметру, и один патрубок в центре крыши. Количество и диаметр вентиляционных патрубков определяются расчетом в технологической части проекта. Патрубки должны иметь конструкции, предотвращающие попадание атмосферных осадков внутрь резервуара.

6.7.16 Для доступа на понтон в резервуаре должен быть предусмотрен, как минимум, один люк-лаз в стенке, расположенный таким образом, чтобы через него можно было осматривать и обслуживать понтон, находящийся на опорных стойках в ремонтном положении. На понтоне должен быть установлен минимум один люк-лаз диаметром от 600 до 900 мм, обеспечивающий монтаж, демонтаж, обслуживание и вентиляцию пространства под понтоном в процессе ремонтных и регламентных работ.

6.7.17 В стационарной крыше резервуара с понтоном должно быть установлено не менее двух смотровых люков для осуществления визуального контроля понтона и затвора. Расстояние между люками должно быть не более 20 м.

6.7.18 Закрытые короба понтона должны быть снабжены смотровыми люками с быстросъемными крышками или другими устройствами для контроля возможной потери герметичности, и должен быть обеспечен доступ к ним с верхней части понтона.

6.7.19 Все токопроводящие части понтона должны быть электрически взаимосвязаны и соединены с внешней конструкцией резервуара, например, при помощи гибких кабелей, идущих от стационарной крыши резервуара к понтону. Необходимо прокладывать не менее двух равномерно распределенных антистатических кабелей. При выборе кабелей следует учитывать их прочность, коррозионную стойкость, электрическое сопротивление, надежность соединений, гибкость и срок службы. Электрическое сопротивление между стенкой резервуара и любой частью понтона должно быть более 100 МОм согласно [2].

6.7.20 В чертежах марки КМ должны быть указаны требования к предельно допустимым отклонениям размеров и формы смонтированного понтона в соответствии с таблицей 6.7.

6.8 Требования к конструкции люков и патрубков в стенке резервуара

6.8.1 Конструкция люков и патрубков, их установка, места расположения, применяемые материалы и другие требования к ним не должны снижать показатели прочности, герметичности, надежности и долговечности резервуара.

6.8.2 Наиболее ответственными в части обеспечения надежности резервуара являются патрубки приема и раздачи продукта, располагаемые в зоне вертикального изгиба стенки в непосредственной близости с днищем и воспринимающие значительные технологические и температурные нагрузки от присоединяемых трубопроводов.

6.8.3 Проектирование патрубков производится с учетом внутреннего гидростатического давления продукта и нагрузок от присоединяемых трубопроводов, приведенных в 5.23.

6.8.4 При размещении люков и патрубков в стенке резервуара необходимо выполнять следующие условия:

- продольные оси люков и патрубков должны располагаться перпендикулярно к поверхности стенки;
- стенка в местах расположения люков и патрубков с условным проходом более 50 мм должна быть усилена;
- расстояние от вертикального сварного шва стенки до шва приварки обечайки патрубка, не требующего усиления, или усиливающего элемента люка, или патрубка должно составлять $15t$, но не менее 250 мм (где t — номинальная толщина стенки);

— расстояние от горизонтального сварного шва стенки (включая уторный шов) до шва приварки обечайки патрубка, не требующего усиления, или усиливающего элемента люка или патрубка должно составлять $10t$, но не менее 100 мм (где t — номинальная толщина стенки);

— расстояние между сварными швами приварки к стенке обечаек или усиливающих элементов расположенных рядом люков или патрубков должно быть не менее 250 мм.

6.8.5 Расстояние между сварными швами определяется в проектной документации как расстояние между их продольными осями. Указанные расстояния до сварных швов стенки не распространяются на люки и патрубки, для которых обечайка или усиливающий элемент пересекает сварной шов стенки.

6.8.6 Усиливающие элементы могут быть выполнены как в виде листовых накладок на стенку, так и в виде утолщенных вставок в листы стенки. Наружный диаметр D_n усиливающей накладки рекомендуется принимать в пределах $1,8D_o \leq D_n \leq 2,2D_o$, где D_o — диаметр отверстия в стенке, мм.

6.8.7 Минимальная площадь поперечного сечения усиливающей накладки (в вертикальном или горизонтальном направлении, совпадающем с осями отверстия) должна быть не менее произведения диаметра отверстия на толщину листа стенки резервуара. Толщина усиливающей накладки должна быть не менее толщины соответствующего листа стенки. Если толщина усиливающей накладки превышает толщину листа стенки, то кромки усиливающей накладки должны быть скруглены или должен быть выполнен скос под углом 15° по всему периметру накладки до толщины соответствующего листа стенки.

6.8.8 Усиливающая накладка должна иметь контрольное отверстие с резьбой М10, расположенное на уровне горизонтальной оси патрубка или люка на расстоянии от 50 до 100 мм от внешнего края накладки.

6.8.9 Для усиливающей накладки, доходящей до днища резервуара, катет углового шва крепления усиливающей накладки к днищу должен быть равен наименьшей толщине свариваемых элементов, но не более 12 мм.

6.8.10 Химический состав и механические свойства материала накладки должны соответствовать химическому составу, механическим свойствам и группе материала по свариваемости участка стенки, к которому она приварена.

6.8.11 Допускается установка патрубков и люков (кроме приемо-раздаточных) с пересечением сварных швов стенки (горизонтальных и вертикальных) в соответствии с рисунком 6.7, при этом пересекаемый шов должен быть подвергнут радиографическому контролю на длине не менее трех диаметров отверстия в стенке симметрично относительно вертикальной или горизонтальной оси патрубка или люка.

6.8.12 Обечайки патрубков и люков должны изготавливаться из бесшовных и прямошовных труб или из вальцованного листа. Продольные швы обечаек, изготовленных из вальцованного листа, должны быть проконтролированы радиографическим методом в объеме 100 %.

6.8.13 Количество, параметры (условный диаметр, давление) и расположение патрубков указываются заказчиком в задании на проектирование (см. приложение Б) с учетом требований настоящего технического кодекса. При этом недопустимо одновременное размещение в одном листе стенки более четырех патрубков с условным проходом более 300 мм. Конструктивное исполнение патрубков должно соответствовать рисункам 6.8 и 6.9 и таблице 6.8.

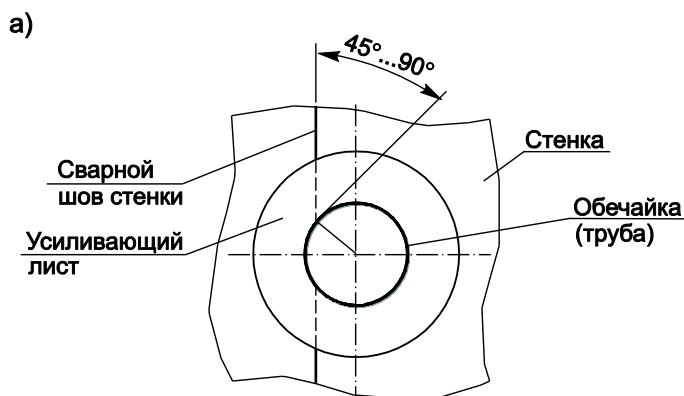


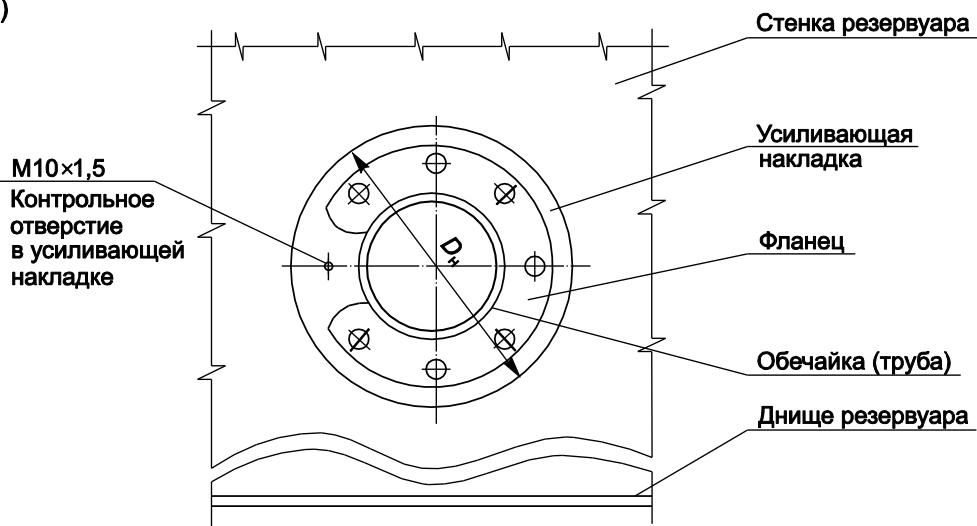
Рисунок 6.7, лист 1 — Установка патрубков и люков в местах пересечения со сварными швами стенки (вертикальными или горизонтальными):
а — пересечение швом обечайки (трубы);
б — пересечение швом усиливающего листа

б)



Рисунок 6.7, лист 2

а)



б)

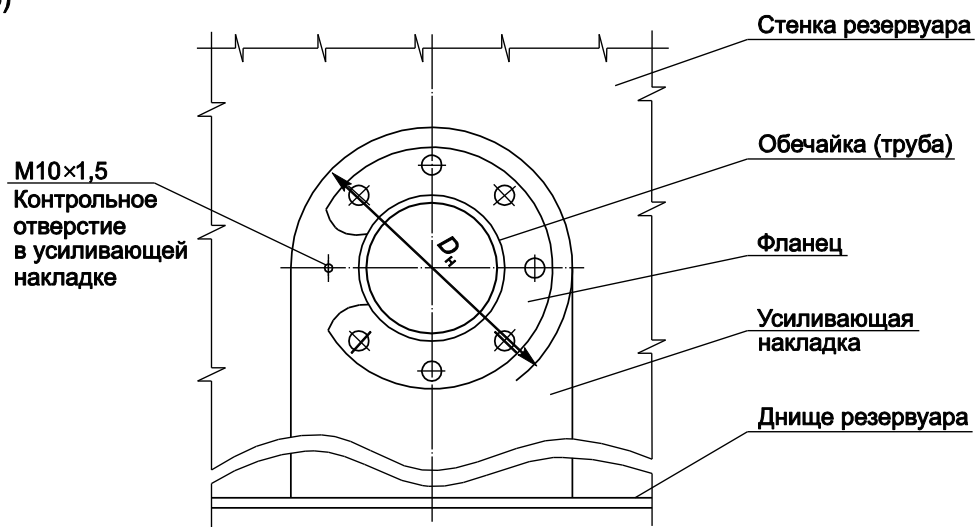


Рисунок 6.8 — Общий вид патрубков в стенке резервуара:
а — с круглым усиливающим листом;
б — с усиливающим листом до дна

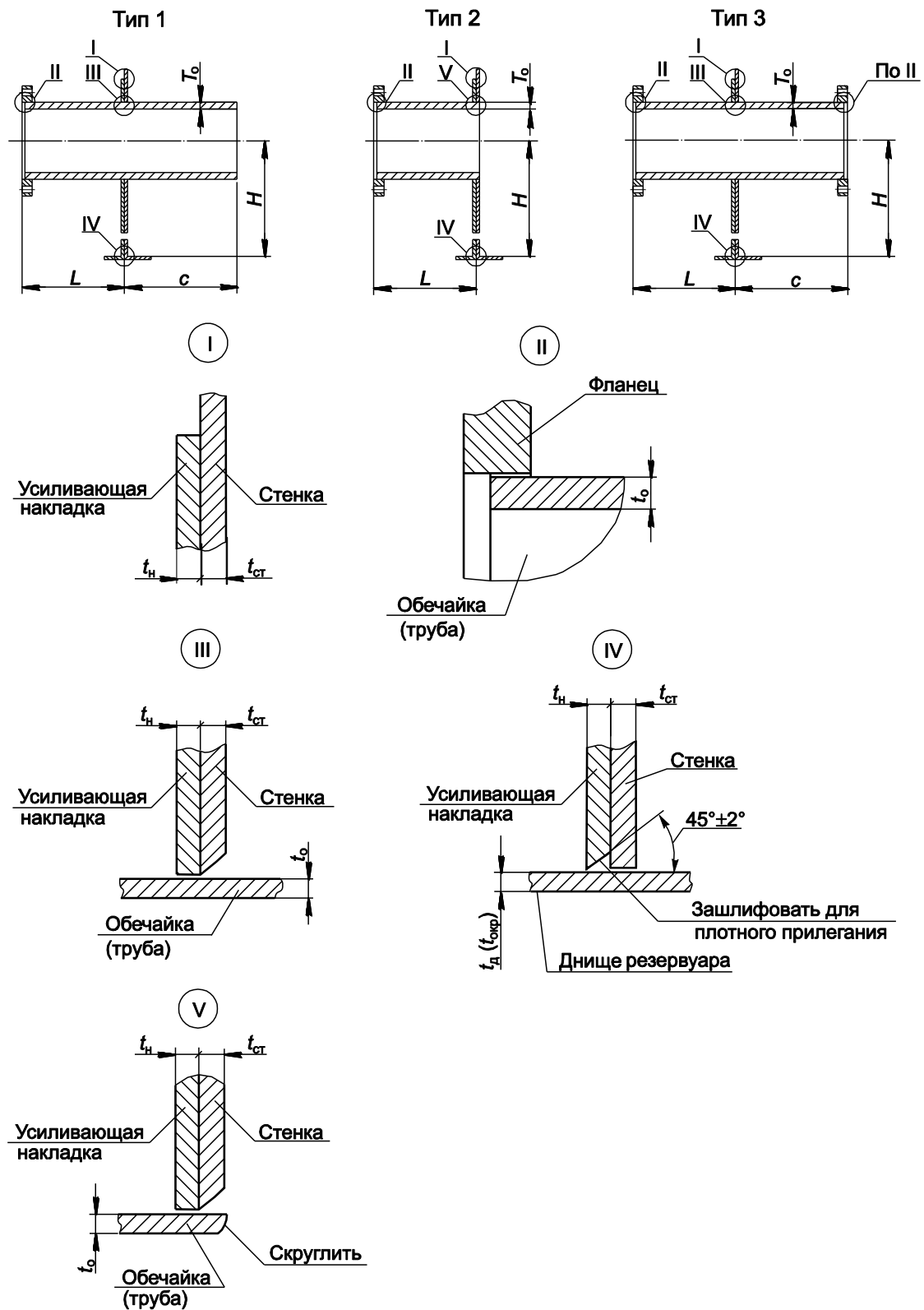


Рисунок 6.9 — Типы патрубков в стенке резервуара

Таблица 6.8

В миллиметрах

Условный диаметр патрубка D_y	Минимальная толщина обечайки патрубка T_o	Наружный диаметр усиливающего листа D_n	Минимальное расстояние от днища до оси патрубка H		Минимальное расстояние от стенки до фасадной поверхности фланца L
			с круглым усиливающим листом	с усиливающим листом до днища	
50	5	—	—	—	150
80	5	220	220	150	200
100	5	260	250	160	200
150	6	360	300	200	200
200	6	460	340	240	250
250	8	570	390	290	250
300	8	670	450	340	250
350	10	770	500	390	300
400	10	870	550	440	300
500	12	1070	650	540	350
600	12	1270	750	640	350
700	12	1450	840	730	350

6.8.14 Фланцы патрубков в стенке должны выполняться в соответствии с ГОСТ 12820 и ГОСТ 12815 на условное давление 1,6 МПа, если другое не оговорено при заказе резервуара.

6.8.15 Люки-лазы в стенке предназначены для доступа внутрь резервуара при его монтаже, осмотре и проведении ремонтных работ. В резервуаре должно быть предусмотрено не менее чем два люка, обеспечивающих выход на днище резервуара. Резервуары с понтоном и плавающими крышами должны иметь не менее одного люка, расположенного на высоте, обеспечивающей выход на понтон (плавающую крышу) в его ремонтном положении. Рекомендуются круглые люки условным проходом 600 и 800 мм и овальный люк 600×900 мм. Фланцы круглых люков-лазов должны выполняться по ГОСТ 12820 и ГОСТ 12815 на условное давление 0,25 МПа. Конструктивное исполнение люков-лазов должно соответствовать рисункам 6.10 – 6.13 и таблице 6.9. Люки-лазы должны быть снабжены приспособлением (поворотным устройством) для облегчения открывания и закрывания крышки.

Общий вид
(поворотное устройство не показано)

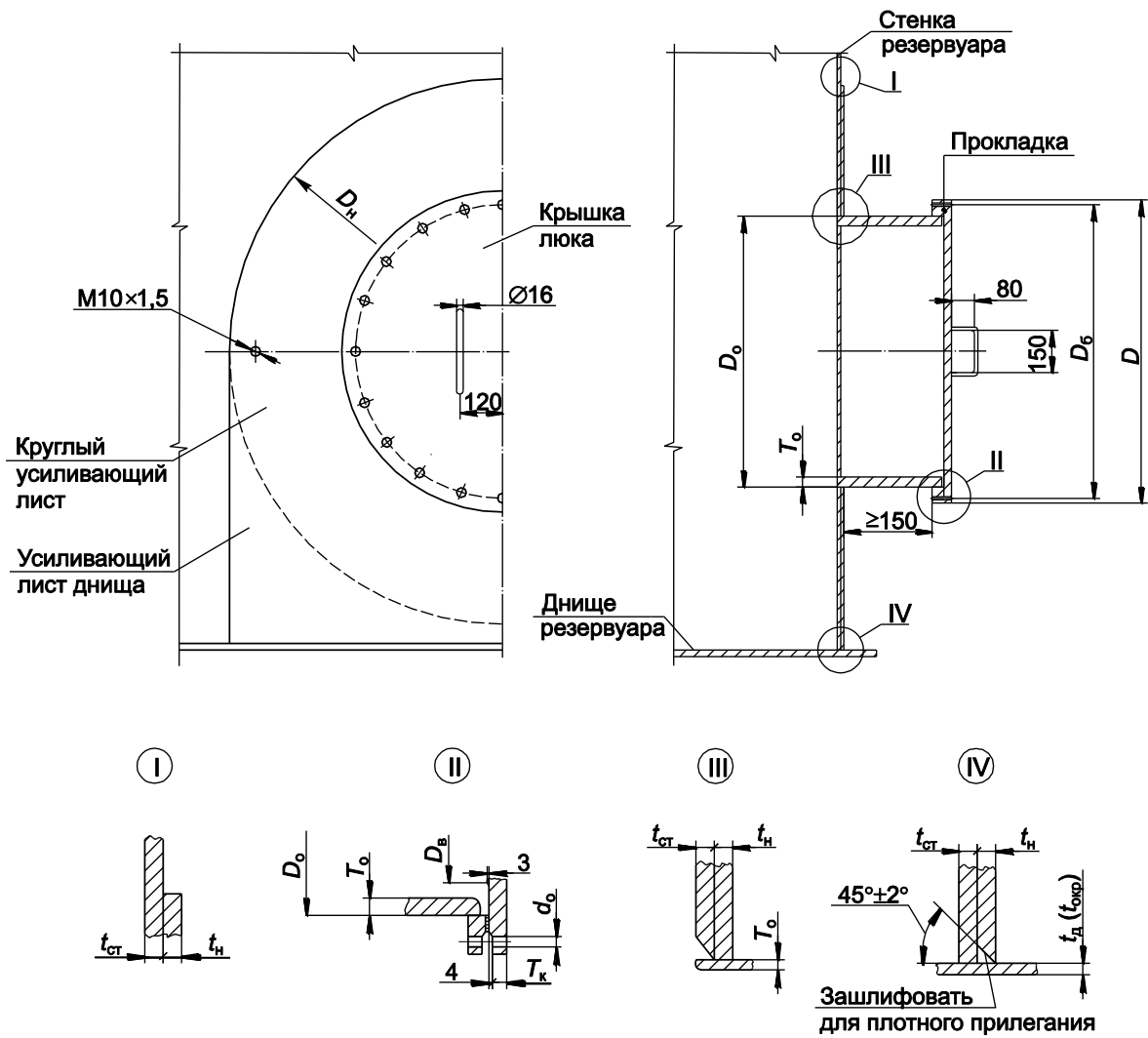


Рисунок 6.10 — Круглый люк-лаз в первом поясе стенки

Общий вид
(поворотное устройство не показано)

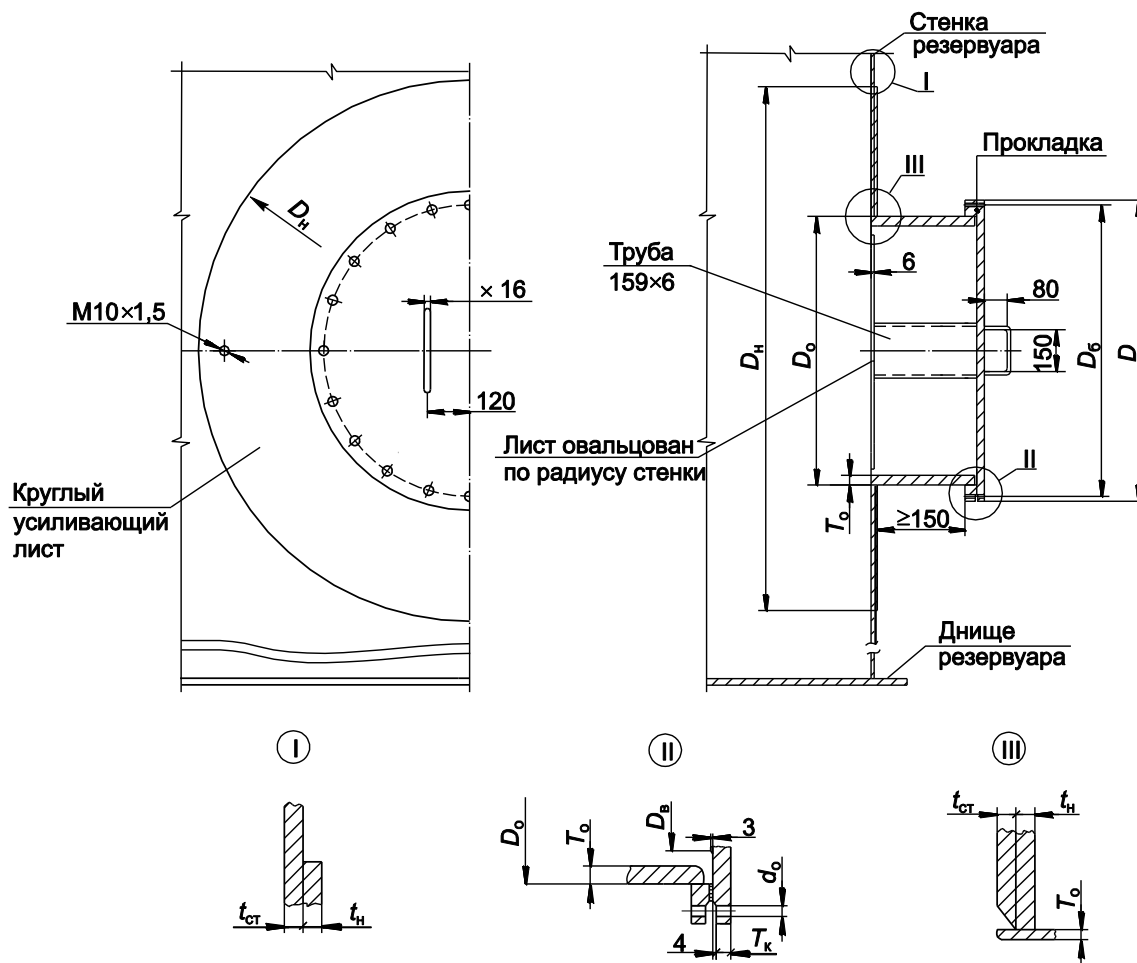


Рисунок 6.11 — Круглый люк-лаз во втором (третьем) поясе стенки

Общий вид
(поворотное устройство не показано)

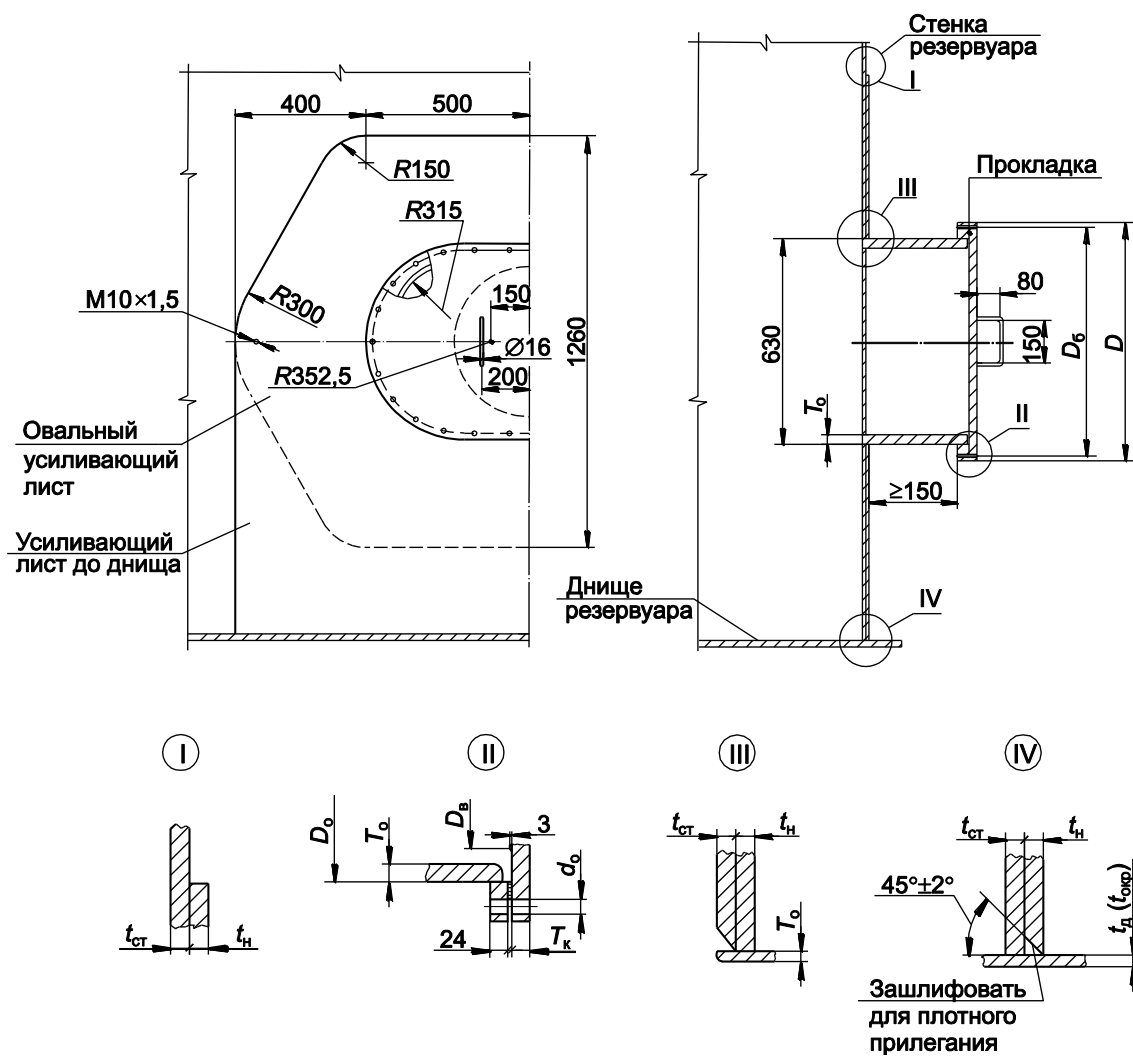


Рисунок 6.12 — Овальный люк-лаз в первом поясе стенки

Общий вид
(поворотное устройство не показано)

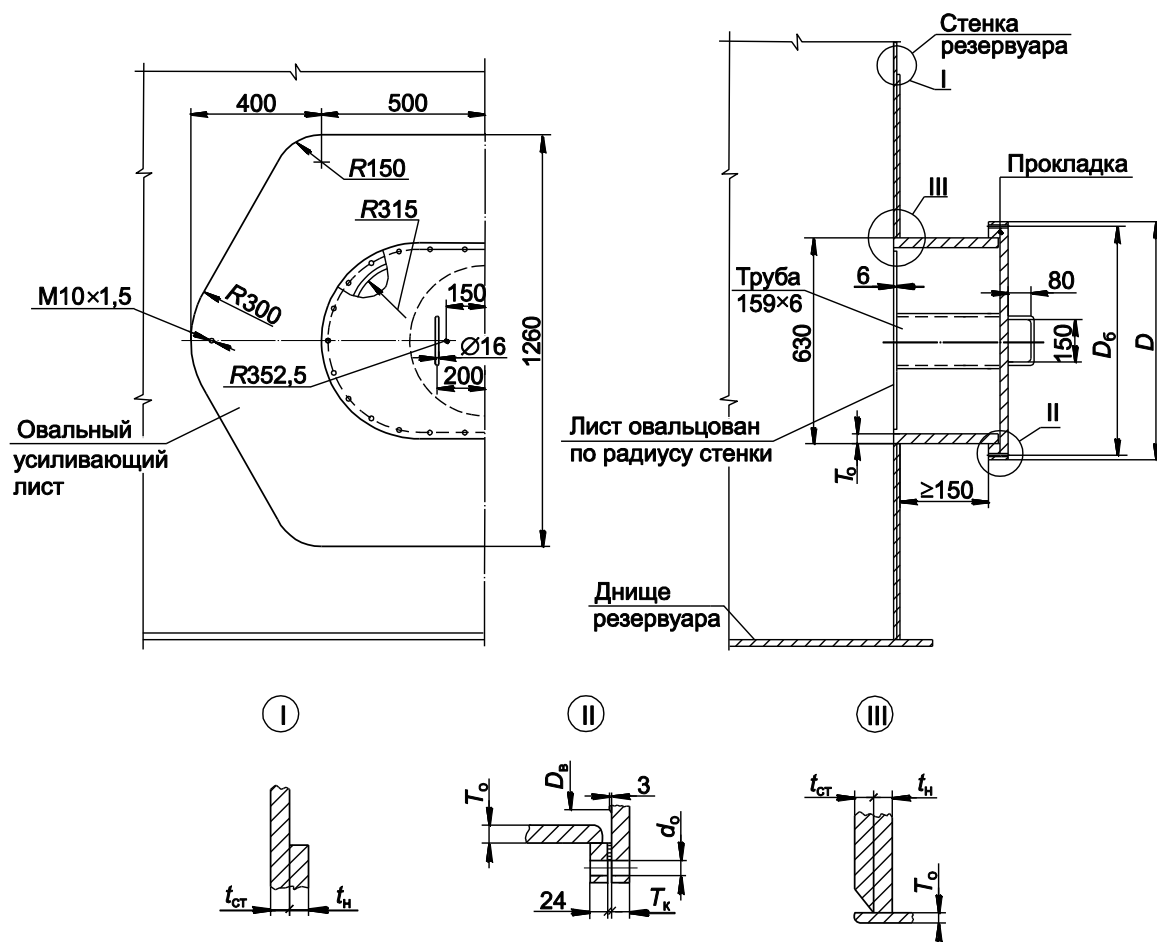


Рисунок 6.13 — Овальный люк-лаз во втором (третьем) поясе стенки

Таблица 6.9

Размеры в миллиметрах

Параметры	Размеры		
	Круглый люк D_y 600	Круглый люк D_y 800	Овальный люк 600×900
Наружный размер обечайки D_o	Диаметр 630	Диаметр 820	630×930
Наружный диаметр крышки и фланца D	По ГОСТ 12815, ГОСТ 12820	По ГОСТ 12815, ГОСТ 12820	755×1055
Диаметр расположения болтов D_6	По ГОСТ 12815, ГОСТ 12820	По ГОСТ 12815, ГОСТ 12820	705
Количество болтов n , шт.	По ГОСТ 12815, ГОСТ 12820	По ГОСТ 12815, ГОСТ 12820	26
Номинальный диаметр резьбы болтов	По ГОСТ 12815, ГОСТ 12820	По ГОСТ 12815, ГОСТ 12820	24
Диаметр отверстий под болты d_o	По ГОСТ 12815, ГОСТ 12820	По ГОСТ 12815, ГОСТ 12820	26
Толщина крышки T_k	18	22	22
Диаметр выступа крышки D_b	590	780	590

Окончание таблицы 6.9

Параметры	Размеры		
	Круглый люк D_y 600	Круглый люк D_y 800	Овальный люк 600×900
Толщина обечайки T_o при толщине листа стенки $t_{ст}$:			
$5 \leq t_{ст} \leq 6$	6	8	
$7 \leq t_{ст} \leq 10$	8	10	
$11 \leq t_{ст} \leq 15$	10	12	
$16 \leq t_{ст} \leq 22$	12	14	
$23 \leq t_{ст} \leq 26$	14	16	
$27 \leq t_{ст} \leq 32$	16	18	
$33 \leq t_{ст} \leq 40$	20	20	
Наружный диаметр (ширина) усиливающего листа D_n	1270	1650	1800

6.9 Требования к конструкции люков и патрубков в крыше

6.9.1 Количество, параметры и расположение люков и патрубков в крыше резервуара назначаются заказчиком в задании на проектирование с учетом требований настоящего технического кодекса.

6.9.2 Рекомендуется применять патрубки условным проходом D_y 50, 80, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500 мм. Конструктивное исполнение патрубков в крыше должно соответствовать рисунку 6.14 и таблице 6.10.

6.9.3 Патрубки и люки, врезаемые в крышу резервуара, должны соответствовать следующим требованиям:

- продольная ось патрубков (люков) должна быть вертикальной;
- минимальное расстояние от фланца до поверхности крыши для патрубков составляет 150 мм, световых и монтажных люков — 200 мм;
- минимальная толщина накладки 4 мм;
- минимальный катет сварного шва, соединяющего накладку с кровлей и патрубок с накладкой, 4 мм;
- обечайки патрубков (люков) к настилу крыши не приваривать;
- патрубок (люк) на крыше должен размещаться таким образом, чтобы несущие элементы крыши при его монтаже не подвергались демонтажу.

Таблица 6.10

В миллиметрах

Условный диаметр патрубка D_y	Толщина обечайки патрубка T_o , не менее	Наружный диаметр усиливающей накладки D_n	Высота патрубка от уровня настила крыши до фланца L
50	5	—	150
80	5	200	150
100	5	220	150
150	5	320	150
200	5	440	200
250	6	550	200
300	6	650	200
350	6	760	200
400	6	860	200
500	6	1060	200

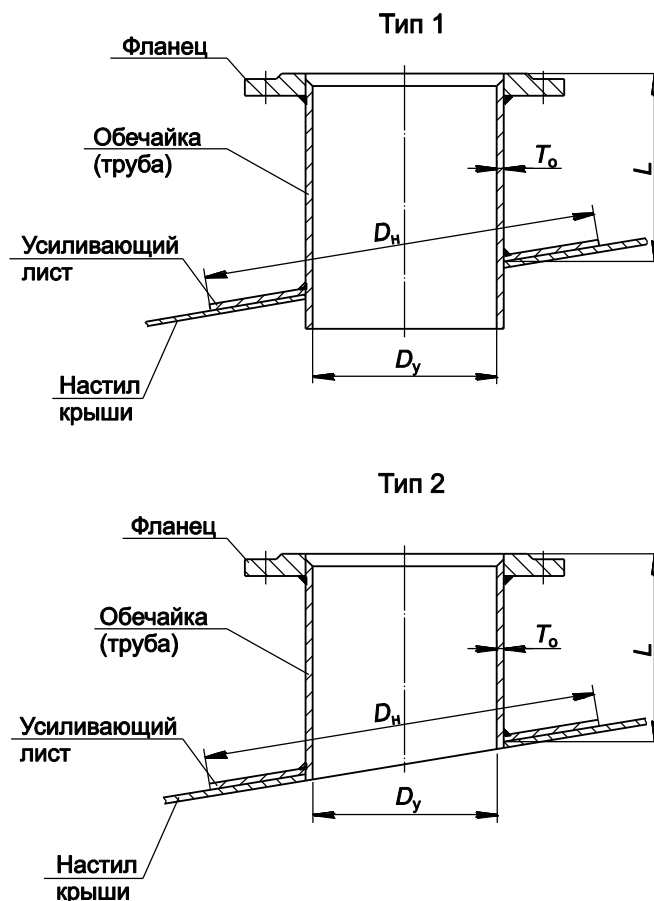


Рисунок 6.14 — Типы патрубков в крыше резервуара

6.9.4 Если патрубок используется для вентиляции, то нижний торец обечайки (трубы) должен повторять форму внутренней поверхности крыши и должен быть обрезан снизу заподлицо с настилом крыши (см. рисунок 6.14, тип 2).

6.9.5 Фланцы патрубков в крыше должны выполняться по ГОСТ 12820 и ГОСТ 12815 на условное давление 0,25 МПа, если другое не оговорено в задании на проектирование.

6.9.6 В резервуаре должно быть предусмотрено не менее двух смотровых люков, установленных в крыше. Рекомендуются люки условным проходом D_y 500, 600, 800 и 1000 мм.

6.9.7 Конструктивное исполнение люков должно соответствовать рисунку 6.15 и таблице 6.11.

6.9.8 Все патрубки должны иметь временные заглушки, которые предназначены для герметизации резервуара при проведении испытаний.

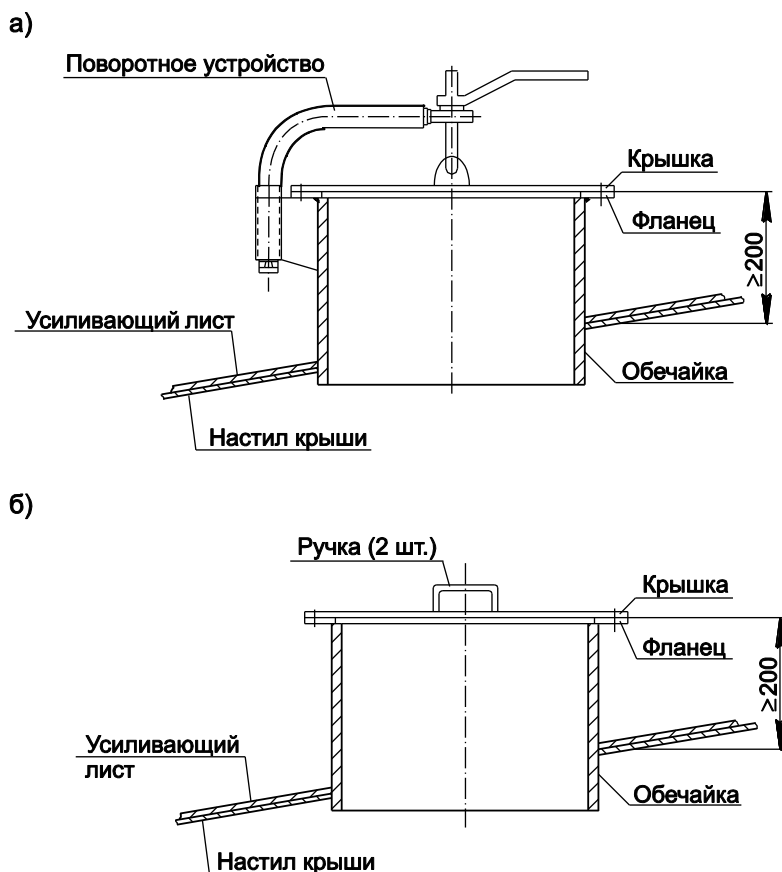


Рисунок 6.15 — Люки в крыше резервуара:

а — световой;
б — монтажный

Таблица 6.11

В миллиметрах

Условный диаметр люка D_y	Наружный диаметр усиливающей накладки D_n
500	1060
600	1160
800	1400
1000	1500

6.10 Требования к конструкции площадок и лестниц

6.10.1 Резервуар должен быть укомплектован площадками и лестницами, предназначенными для доступа к люкам, патрубкам и местам расположения оборудования, требующего обслуживания в процессе эксплуатации.

6.10.2 При компактном расположении резервуары могут соединяться между собой по верху переходными площадками. При этом на каждую группу соединенных резервуаров должно быть не менее двух лестниц для подъема, расположенных с противоположных сторон группы.

6.10.3 Площадки (в том числе переходы и промежуточные площадки лестниц) должны соответствовать следующим требованиям:

- площадки, соединяющие любую часть резервуара с любой частью соседнего резервуара или другой отдельно стоящей конструкцией, должны иметь опорные устройства, допускающие свободное перемещение соединяемых конструкций;
- ширина площадок должна быть не менее 700 мм;
- настил площадок должен изготавливаться из просечно-вытяжного листа или из листа, поставленного на ребро, препятствующего скольжению и скоплению осадков.

6.10.4 Для подъема на кольцевую площадку резервуара используются отдельно стоящие (шахтные) или устанавливаемые на стенке (кольцевые или вертикальные) лестницы. Шахтные лестницы рекомендуется применять преимущественно для резервуаров, изготавливаемых методом рулонирования. Кольцевые лестницы допускается применять для резервуаров любых типоразмеров с учетом обеспечения прочности и устойчивости стенки.

6.10.5 Конструкция лестниц, площадок и переходов должна выдерживать сосредоточенную нагрузку 4,5 кН, распределенную на площади 200×200 мм.

6.10.6 Крепление отдельно стоящих лестниц к резервуару должно выполняться только в уровне верхнего пояса стенки или к верхнему элементу жесткости и должно учитывать перемещение конструкций при возможной осадке основания резервуара и фундамента лестницы.

6.10.7 Кольцевые лестницы полностью опираются на кронштейны, привариваемые к стенке резервуара. Нижняя ступень кольцевой лестницы должна располагаться на высоте 100–250 мм от земли.

6.10.8 Кольцевые лестницы высотой по вертикали более 7,5 м должны иметь промежуточные площадки, расстояние между которыми (по вертикали) не должно превышать 6 м.

6.10.9 Марши кольцевых лестниц в плане могут быть прямолинейными или повторяющими форму стенки резервуара. Последние рекомендуется применять для резервуаров объемом до 500 м³ включительно. Кольцевые лестницы, у которых зазор между стенкой резервуара и конструкцией лестницы превышает 150 мм, должны иметь ограждение со стороны стенки.

6.10.10 Марши шахтных и кольцевых лестниц должны соответствовать следующим требованиям:

- угол по отношению к горизонтальной поверхности — не более 45°;
- ширина марша — не менее 700 мм;
- ширина ступени (в направлении подъема) — не менее 200 мм;
- расстояние по высоте между ступенями должно быть одинаковым и не должно превышать 250 мм;
- ступени должны располагаться горизонтально в направлении, перпендикулярном маршу.

По требованию заказчика может быть выполнен уклон ступени внутрь от 2° до 5° (т. е. отметка ближнего края ступени должна быть выше на 5–10 мм отметки дальнего края ступени);

— передний обрез вышележащей ступени должен располагаться над задним обрезом нижележащей ступени;

— ступени из просечно-вытяжного листа по переднему обрезу должны быть обрамлены угловой сталью;

— ступени должны изготавливаться из просечно-вытяжного листа или из листа, поставленного на ребро, препятствующего скольжению и скоплению осадков.

6.10.11 Ограждения площадок и лестничных маршей, состоящие из стоек, поручня, промежуточных планок и бортовой (нижней) полосы, должны соответствовать следующим требованиям:

— конструкция поручня должна выдерживать нагрузку 0,9 кН, приложенную в верхней точке ограждения;

— максимальное расстояние между стойками ограждения, измеренное вдоль поручня, — 1,5 м;

— верх поручня должен находиться на расстоянии не менее 1,2 м от уровня настила площадки и не менее 1,0 м от уровня ступени лестничного марша (расстояние по вертикали от носка ступени до верха поручня);

— бортовая полоса ограждения площадок должна быть высотой не менее 100 мм;

— в качестве бортовой полосы лестничных маршей служат косоуры, для которых превышение над носком ступени должно составлять не менее 50 мм;

— расстояние между поручнем, промежуточной планкой и бортовой полосой (или косоуром) должно быть не более 500 мм.

6.10.12 В случае, когда высота подъема к площадке не превышает 4 м, могут использоваться вертикальные лестницы, которые должны соответствовать следующим требованиям:

— ширина стремянки должна быть не менее 600 мм;

— расстояние между ступенями, а также от земли до первой ступени должно быть от 300 до 350 мм;

— начиная с высоты 2 м стремянки должны иметь ограждения в виде предохранительных дуг радиусом от 350 до 450 мм, расположенных по высоте на расстоянии не более 600 мм друг от друга. Дуги должны быть скреплены между собой полосовой сталью с расстоянием между полосами в свету не более 150 мм.

6.10.13 Требования настоящего раздела распространяются также на конструкцию катушек лестницы (для резервуаров с плавающей крышей).

6.11 Требования к конструкции анкерных устройств

6.11.1 Анкеровка корпуса резервуара требуется, если:

- происходит отрыв окраек днища от фундамента при действии внутреннего избыточного давления;
- изгибающий момент, вызванный ветровым воздействием, превышает момент от вертикальных удерживающих сил, действующих на пустой резервуар.

6.11.2 Необходимость применения анкерных устройств, а также их прочностные характеристики определяются расчетом по 5.25.

6.11.3 Конструкция анкерных крепежных элементов должна обеспечивать компенсацию перемещений резервуара под воздействием изменений температурных условий и гидростатического давления.

6.11.4 Конструкция анкерного устройства может выполняться с использованием анкерных столиков с анкерными болтами согласно рисунку 6.16.

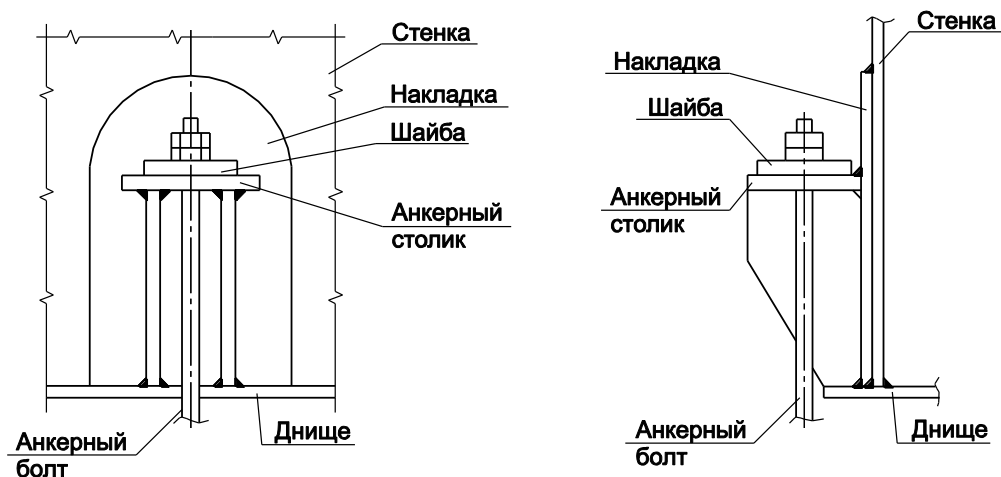


Рисунок 6.16 — Крепление стенки анкерными болтами

6.11.5 Диаметр анкерных болтов определяется расчетом, но должен быть не менее 24 мм.

6.11.6 Количество анкерных болтов и расстояние между ними определяются расчетом.

6.11.7 Анкерные крепления должны располагаться равномерно по периметру стенки.

6.12 Требования к конструкции устройств для зачистки

6.12.1 Резервуар должен комплектоваться конструкциями для зачистки, служащими для выполнения следующих операций:

- удаление осадка, образовавшегося в период эксплуатации резервуара;
- удаление остатков продукта;
- удаление подтоварной воды.

6.12.2 К конструкциям для зачистки относятся:

- патрубки зачистки;
- зачистные прямки;
- придонные зачистные люки.

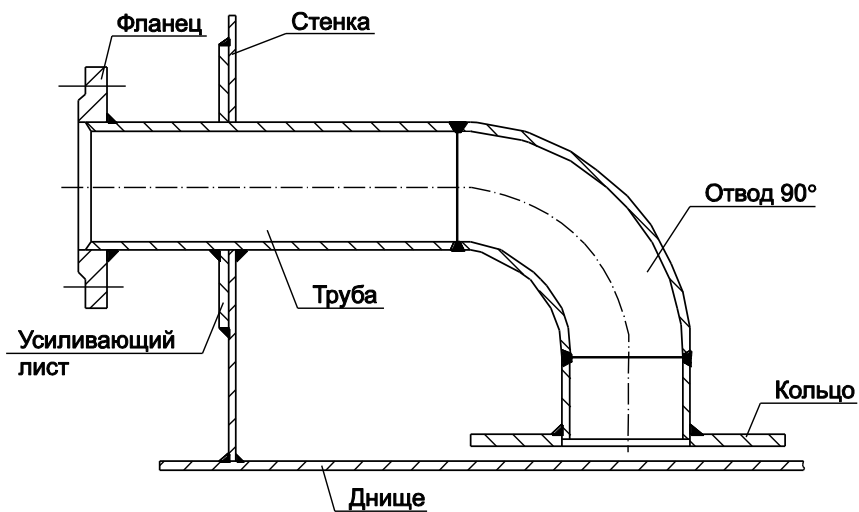
6.12.3 Конструкция патрубка зачистки приведена на рисунке 6.17. Патрубки зачистки изготавливаются с условным проходом D_y 100, 150, 200 и 250 мм. Диаметр патрубка зачистки определяется в технологической части проекта.

6.12.4 Зачистные прямки могут проектироваться следующих видов:

- зачистные прямки круглой формы;
- зачистные прямки лоткового типа.

6.12.5 Зачистные прямки круглой формы изготавливаются для эксплуатации с патрубками с условным проходом D_y 50, 80, 100 и 150 мм. Зачистные прямки лоткового типа изготавливаются с патрубком с условным проходом D_y 150, 200 и 250 мм. Конструкции зачистных прямков приведены на рисунке 6.18.

а)



б)

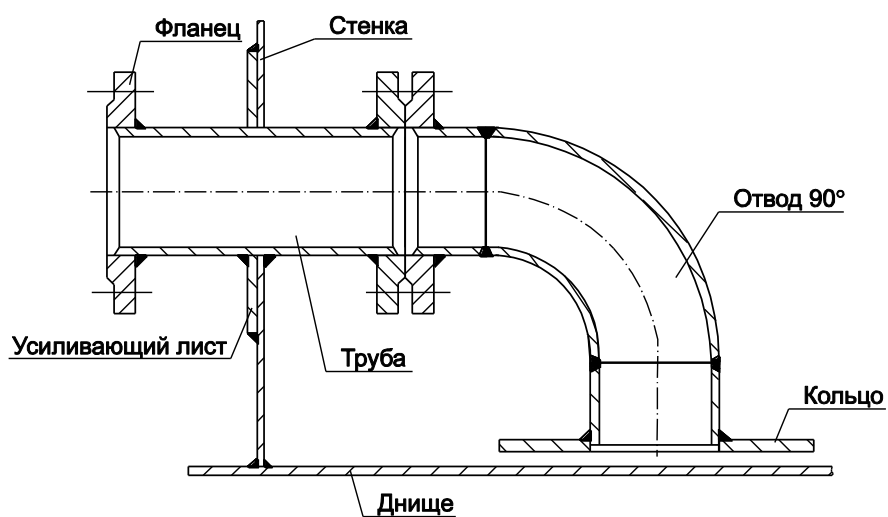


Рисунок 6.17 — Патрубки зачистки:

а — со сварным присоединением отвода;

б — с фланцевым присоединением отвода

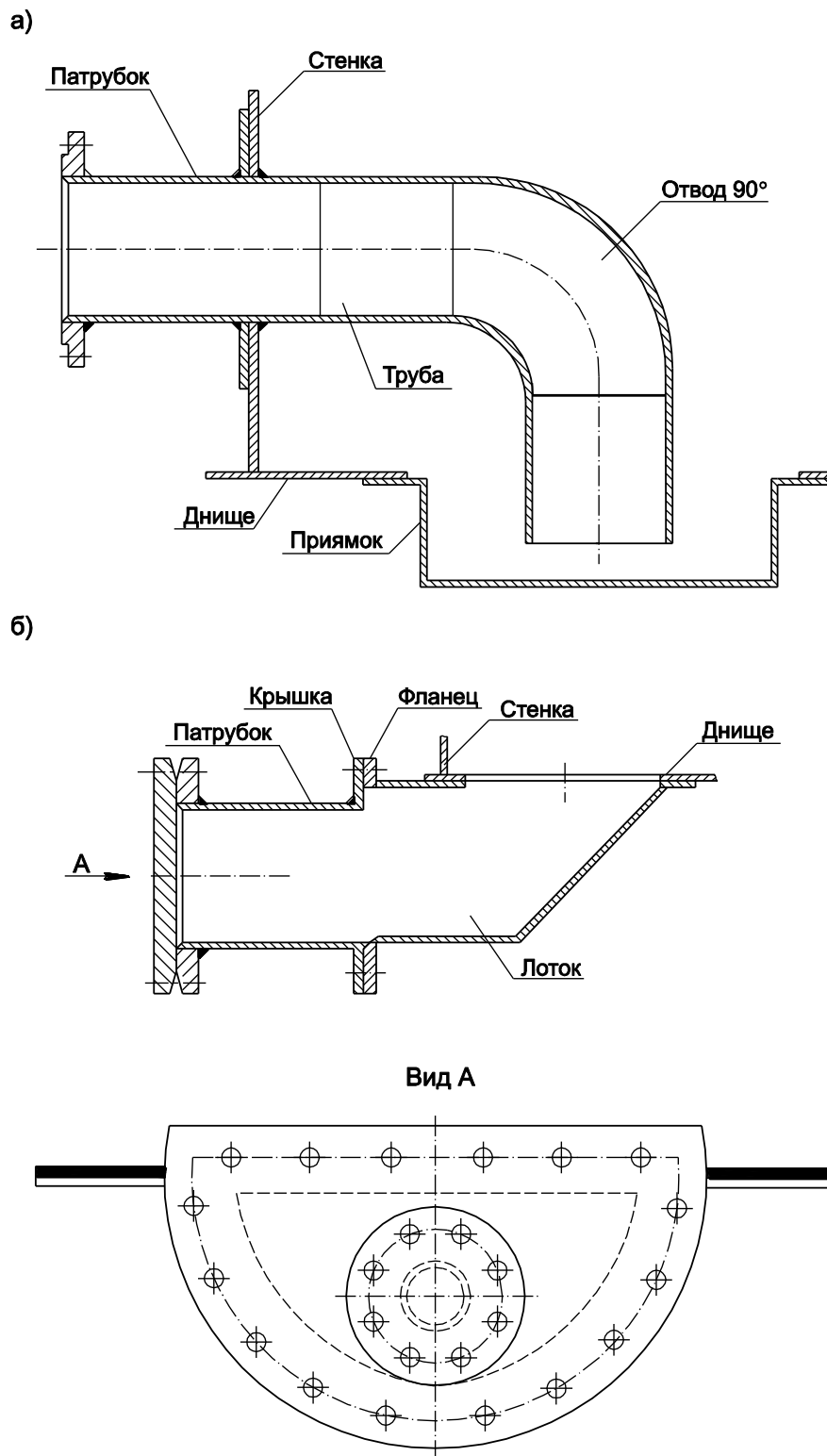


Рисунок 6.18 — Зачистные прямки:
а — круглый;
б — лотковый

6.12.6 Конструкцию придонных зачистных люков рекомендуется принимать в соответствии с рисунком 6.19. Придонные зачистные люки изготавливаются размерами 600×600, 600×900, 900×1200 мм.

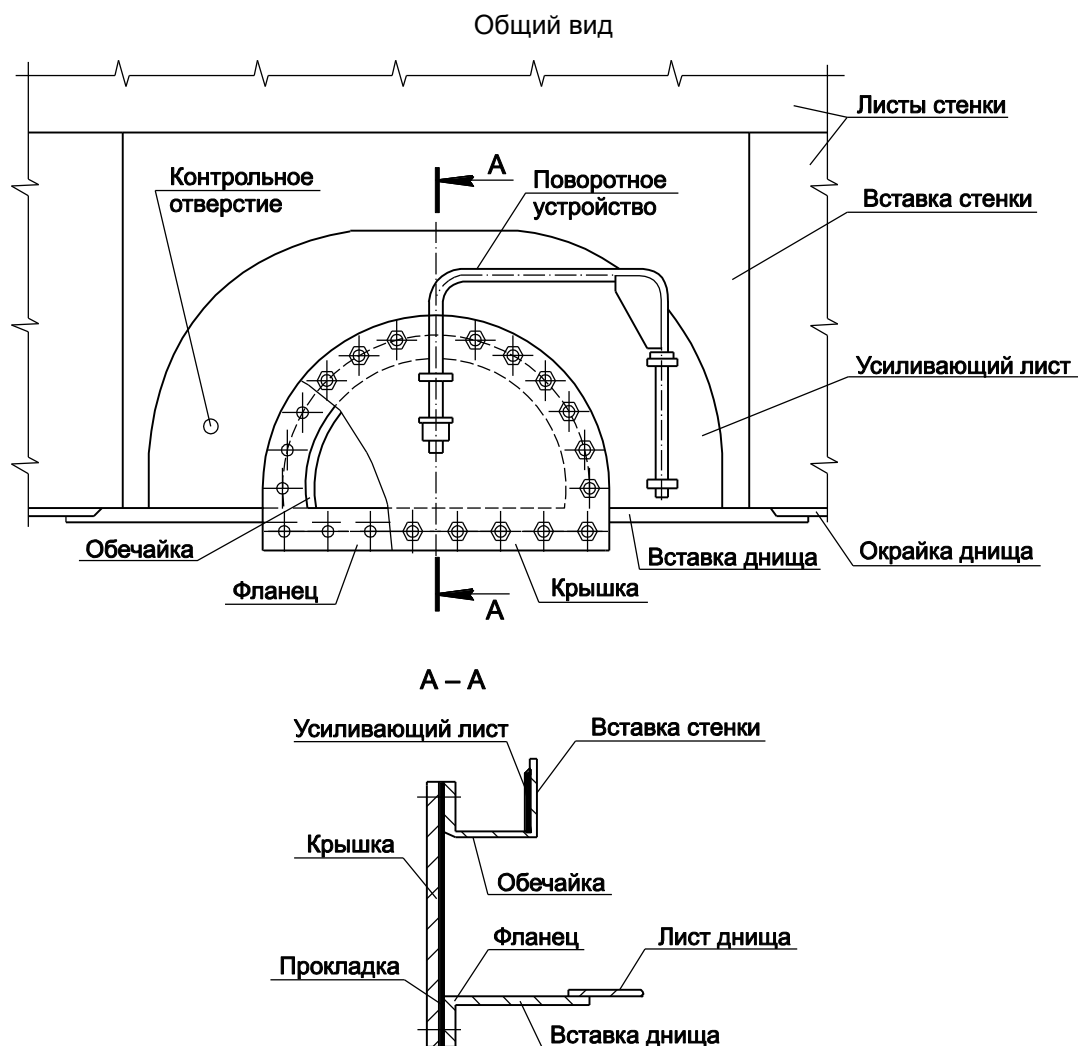


Рисунок 6.19 — Придонный зачистной люк

6.13 Требования к конструкции резервуаров с защитной стенкой

6.13.1 Для обеспечения безопасности людей и окружающей среды в условиях стесненных производственных площадок при отсутствии обваловок групп резервуаров, а также при расположении резервуаров вблизи рек и озер необходимо устанавливать резервуары с защитной стенкой.

6.13.2 Конструкции резервуаров с защитной стенкой должны проектироваться и изготавливаться в соответствии с требованиями настоящего технического кодекса. В настоящем подразделе содержатся дополнительные требования, которые необходимо учитывать для резервуаров с защитной стенкой.

6.13.3 Расчет резервуаров с защитной стенкой необходимо выполнять с учетом требований 5.26. Защитная стенка должна быть рассчитана на восприятие гидродинамического удара.

6.13.4 Резервуары с защитной стенкой состоят из основного (внутреннего резервуара), предназначенного для хранения продукта, и защитного (наружного резервуара), предназначенного для удержания продукта в случае нарушения герметичности основного резервуара.

6.13.5 Основной резервуар может быть запроектирован со стационарной или с плавающей крышей.

6.13.6 Высота стенки защитного резервуара должна составлять не менее 80 % от высоты стенки основного резервуара.

6.13.7 Диаметр защитного резервуара должен назначаться таким образом, чтобы в случае повреждения основного резервуара и перетекания части продукта в защитный резервуар уровень продукта в нем был на 1 м ниже верха стенки защитного резервуара. При этом ширина межстенного пространства должна быть не менее 1,8 м.

6.13.8 Днище основного резервуара может опираться на днище защитного резервуара или непосредственно на основание, при этом окрайка основного резервуара должна лежать на кольцевом днище, перекрывающем межстенное пространство. Уклон днища резервуара с защитной стенкой

должен быть только наружу (от центра к периферии). Пространство между основным и защитным днищем должно заполняться ингибитором коррозии.

6.13.9 Для контроля возможных протечек продукта днище основного резервуара может опираться на решетки, арматурные сетки или иные прокладки, разделяющие основное и защитное днища, конструкция которых должна быть разработана в чертежах марки КМ.

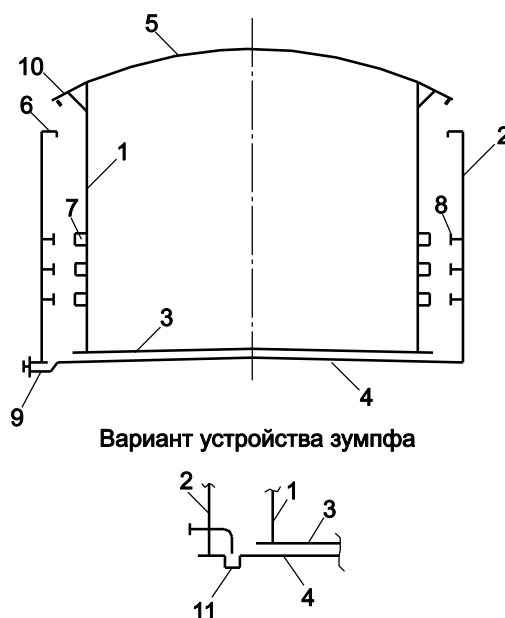
6.13.10 Пространство между наружной и внутренней стенками должно быть перекрыто козырьком для защиты от атмосферных осадков, установленным на основной стенке.

6.13.11 В межстенном пространстве должны быть установлены лотковые или круглые зачистные прямки. Конструкции зачистных прямков должны соответствовать требованиям 6.12.

6.13.12 Для соединения патрубков основной и защитной стенок в межстенном пространстве должны применяться компенсаторы.

6.13.13 С целью исключения появления чрезмерных деформаций от усадки сварных швов, конструкции узлов соединения верхнего и нижнего днищ с окрайками должны быть сконструированы таким образом, чтобы обеспечивалась возможность сварки окраек и приварки центральной части днищ к окрайкам после сварки уторных швов соединения окраек со стенкой.

6.13.14 Рекомендуемое конструктивное решение стенки резервуара показано на рисунке 6.20.



- 1 — основная стенка; 2 — защитная стенка; 3 — основное днище; 4 — защитное днище;
 5 — стационарная крыша; 6 — кольцевая ветровая площадка; 7 — аварийные канаты;
 8 — кольца жесткости; 9 — лотковый зумпф зачистки; 10 — погодозащитный козырек;
 11 — круглый зумпф зачистки

Рисунок 6.20 — Резервуар с защитной стенкой

6.14 Требования к конструктивным элементам, присоединяемым к стенке резервуара

6.14.1 Конструктивные элементы, присоединяемые к стенке резервуара, подразделяются на временные (технологические приспособления) и постоянные (площадки обслуживания пеногенераторов и люков в стенке, кронштейны для опирания трубопроводов и т. п.).

6.14.2 Временные конструктивные элементы должны быть удалены до гидравлических испытаний, а возникающие при этом повреждения или неровности поверхности должны быть устранены зачисткой абразивным инструментом. Зачистка поверхности допускается на глубину, не выводящую толщину проката за пределы минусовых допусков.

6.14.3 Постоянные конструктивные элементы не должны препятствовать перемещению стенки (особенно в зоне нижних поясов) при эксплуатации.

6.15 Изготовление конструкций резервуаров

6.15.1 Приемка и определение характеристик материалов

6.15.1.1 Весь металлопрокат, поступивший изготовителю, должен подвергаться входному контролю на его соответствие требованиям проектной документации, действующих ТНПА и товаро-проводительной документации.

6.15.1.2 При приемке материалов и оборудования, планируемых к использованию в ходе изготовления резервуара, необходимо проверить их соответствие требованиям, указанным в заказе на поставку (качество, количество, размеры, класс обработки поверхности, внешний вид, проверочная документация и т. д.), а также пригодность к предполагаемому применению.

6.15.1.3 Металлопрокат должен быть рассортирован, замаркирован, сложен по профилям, маркам стали и плавкам. При последующей обработке номер плавки должен быть нанесен клеймением на всех листовых деталях стенок и днищ резервуаров.

6.15.1.4 Качество поставляемых материалов должно быть подтверждено сертификатами соответствия или паспортами. Стальной прокат должен соответствовать требованиям ГОСТ 27772 и действующих ТНПА, иметь маркировку клеймением или бирки с указанием марки (класса прочности) стали, номеров плавки, партии и размеров изделий.

6.15.1.5 Применение проката, сварочных материалов и крепежных изделий, не имеющих сертификатов (паспортов) и маркировки, не допускается. При отсутствии в сертификатах отдельных данных на заводе-изготовителе должны быть выполнены необходимые лабораторные испытания в соответствии с требованиями, установленными в действующих ТНПА. Материал может быть использован для изготовления конструкций, если результаты этих испытаний удовлетворяют требованиям действующих ТНПА.

6.15.2 Транспортировка и хранение металлопроката

6.15.2.1 Перед подачей в производство металлопрокат должен быть очищен от легкоотслаивающейся окалины, ржавчины, влаги, снега, льда и других загрязнений.

6.15.2.2 При хранении и транспортировке необходимо исключить повреждение кромок и возникновение остаточных деформаций металлопроката.

6.15.2.3 При хранении металлопроката следует выполнять следующие требования:

- хранить прокат в рассортированном виде по видам, профилям и маркам стали с учетом рекомендаций предприятий-изготовителей;
 - профильный прокат следует хранить на стеллажах с разделительными стойками, а листового прокат — в специально оборудованных местах, обслуживаемых краном;
 - при хранении на открытом воздухе следует создавать уклон, обеспечивающий сток воды.
- Не допускается соприкосновение металлопроката с полом или грунтом.

6.15.2.4 Крепежные изделия (болты, шпильки, гайки, шайбы) следует хранить в заводской или специальной маркированной таре в закрытом помещении. При длительном сроке хранения, при необходимости, следует восстанавливать консервационные защитные покрытия.

6.15.2.5 Части, прошедшие механическую обработку, такие как фланцы и обработанные поверхности, необходимо транспортировать и хранить в условиях, обеспечивающих их защиту от коррозии и механических повреждений.

6.15.2.6 Хранение сварочных материалов необходимо осуществлять в соответствии с требованиями действующих ТНПА на сварочные материалы и (или) рекомендациями изготовителя.

6.15.3 Обработка металлопроката

6.15.3.1 Перед подачей в производство металлопрокат должен быть очищен от легкоотслаивающейся окалины, ржавчины, влаги, снега, льда и других загрязнений.

6.15.3.2 Разметку металлопроката следует производить с помощью рулеток, соответствующих второму классу точности, измерительных линеек, а также других измерительных инструментов и шаблонов.

6.15.3.3 В случае, если металлопрокат не соответствует требованиям по плоскостности, необходимо выполнять его правку. Правка металлопроката должна производиться способами, исключающими образование вмятин, забоин и других повреждений поверхности. Правка металлопроката в горячем состоянии не допускается, если материал не нагрет до температурыковки.

6.15.3.4 Гибка деталей должна производиться, как правило, на прессах, листогибочных и профилегибочных машинах. Радиусы кривизны деталей устанавливаются в чертежах марки КМ с учетом гибки в холодном состоянии.

6.15.3.5 При гибке деталей на кромкогибочных прессах внутренние радиусы закругления должны быть не менее 1,2 толщины деталей из углеродистой стали и 1,8 толщины деталей из низколегированной стали.

6.15.3.6 Кромки деталей из низколегированной стали, пересекающих линиигиба, а также деталей толщиной более 6 мм до гибки следует зачистить механическим способом. Высота неровностей по этим кромкам допускается не более 0,3 мм.

6.15.3.7 Образование монтажных отверстий производится способами продавливания или сверления. Отклонение диаметра отверстий или их овальность не должна превышать +1,5 мм. Завалы размером более 1 мм и трещины в краях отверстий не допускаются.

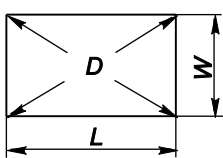
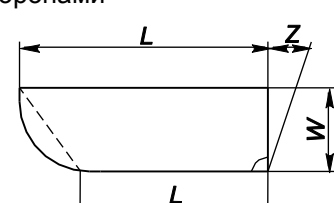
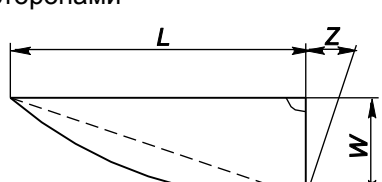
6.15.3.8 Продольные и поперечные кромки листовых деталей, предназначенных для изготовления рулонизируемых полотнищ, а также стенок резервуаров при полистовой сборке, должны подвергаться обработке строганием или фрезерованием. Резке на гильотинных ножницах без последующей обработки кромок строганием или фрезерованием могут подвергаться листовые детали толщиной до 16 мм, с использованием сварных соединений внахлестку, и листовые детали толщиной до 10 мм, с использованием сварных соединений встык. Допускается обрабатывать кромки с применением термической резки с последующей зачисткой механизированным инструментом в случае положительного заключения головной специализированной организации по сварке.

6.15.3.9 Кромки деталей после механической, кислородной или плазменно-дуговой резки не должны иметь неровностей, заусенцев и завалов, превышающих 1 мм.

6.15.3.10 Линейные размеры и форма деталей должны обеспечивать собираемость конструкций с учетом заданных размеров и предельных отклонений, а также свободное прилегание деталей или совмещение их кромок для выполнения предусмотренных проектом сварных соединений.

6.15.3.11 Особое внимание необходимо уделять обработке листовых деталей стенок резервуаров (рулонизируемых или полистовых) и листовых деталей рулонизируемых полотнищ днищ и крыш резервуаров. Параметры деталей должны удовлетворять требованиям таблицы 6.12.

Таблица 6.12

Тип детали	Наименование параметра	Предельное отклонение, мм
Деталь с четырьмя ортогональными сторонами 	Ширина детали W	$\pm 0,5$
	Длина детали L	$\pm 1,0$
	Длины диагоналей D	$\pm 2,0$
	Разность длин диагоналей	$\pm 3,0$
	Серповидность по длине и ширине листа	$\pm 2,0$
Деталь с тремя ортогональными сторонами 	Ширина детали W	$\pm 0,5$
	Длина детали L	$\pm 2,0$
	Отклонение от перпендикулярности продольной и поперечной кромок Z	$\pm 1,0$
Деталь с двумя ортогональными сторонами 	Ширина детали W	$\pm 2,0$
	Длина детали L	$\pm 2,0$
	Отклонение от перпендикулярности продольной и поперечной кромок Z	$\pm 1,0$

6.15.4 Изготовление нерулонируемых конструкций

6.15.4.1 Нерулонируемые конструкции резервуаров изготавливаются в виде габаритных отправочных марок — сборочных единиц и деталей.

6.15.4.2 Изготовление нерулонируемых конструкций, включая сборку, сварку и контроль, должно выполняться в соответствии с требованиями настоящего технического кодекса и указаниями чертежей марки КМ.

6.15.4.3 Линейные размеры и форма деталей должны обеспечивать собираемость конструкций с учетом заданных размеров и предельных отклонений, а также совмещение кромок деталей для выполнения предусмотренных проектом сварных соединений.

6.15.4.4 Предельные отклонения линейных размеров и формы нерулонируемых конструкций, обеспечивающие собираемость конструкций при монтаже, должны быть указаны в рабочих чертежах. Предельные отклонения нерулонируемых конструкций резервуаров должны назначаться в соответствии с таблицей 6.13.

Таблица 6.13

Тип детали или конструкции	Наименование параметра	Предельное отклонение, мм
Листовые детали стенок (при по- листовой сборке)	Ширина	$\pm 0,5$
	Просвет между шаблоном (длиной 1,5 м по дуге) и гнутой поверхностью	3,0
Радиальные щиты конических крыш	Расстояние от обушка гнутого уголка до оси отверстия радиальной балки	$\pm 7,0$
	Прямолинейность радиальной балки	15,0
	Стрелка кривизны гнутого уголка	$\pm 10,0$
Радиальные щиты сферических крыш	Стрелка прогиба радиальной балки	$\pm 15,0$
	Просвет между шаблоном (длиной 1,5 м по дуге) и гнутой поверхностью	3,0
Секции опорных колец	Стрелка кривизны гнутого швеллера	$\pm 10,0$
	Просвет между шаблоном (длиной 1,5 м по дуге) и поверхностью гнутого швеллера	3,0
Элементы промежуточных колец жесткости	Стрелка кривизны криволинейной кромки	$\pm 10,0$
Элементы для наворачивания по- лотниц	Наружный диаметр колец	$\pm 20,0$
	Отклонение от цилиндрической поверхности по всей длине (между торцевыми кольцами)	$\pm 30,0$
Конструкции (детали) с криволи- нейной кромкой, присоединяемые встык	Просвет между криволинейной кромкой и шаблоном (длиной 1,5 м)	3,0
Конструкции (детали) с криволи- нейной кромкой, присоединяемые внахлест	Просвет между криволинейной кромкой и шаблоном (длиной 1,5 м)	5,0
Конструкции (детали) с криволи- нейной свободной кромкой	Просвет между криволинейной кромкой и шаблоном (длиной 1,5 м)	10,0
Конструкции (детали), присоеди- няемые по одной стороне или по двум смежным сторонам	Габаритные размеры (длина и ширина)	$\pm 10,0$

Окончание таблицы 6.13

Тип детали или конструкции	Наименование параметра	Предельное отклонение
Конструкции (детали), присоединяемые по двум противоположным сторонам или по периметру внахлест	Расстояние между присоединяемыми сторонами	$\pm 5,0$
Конструкции (детали), присоединяемые по двум противоположным сторонам (кромкам, поверхностям) или по периметру встык	Расстояние между присоединяемыми сторонами (кромками, поверхностями)	$\pm 2,0$

6.15.4.5 При сборке конструкций не должно допускаться изменение их формы, не предусмотренное технологическим процессом, а при хранении, кантовке и транспортировке должна быть исключена возможность возникновения остаточных деформаций конструкций (искривление, смятие поверхностей, повреждение кромок и т. п.).

6.15.4.6 Сборка нерулонируемых конструкций, как правило, производится в кондукторах. При сборке нерулонируемых конструкций в новых, ранее не использовавшихся кондукторах, изготовитель должен произвести контрольную сборку следующих конструкций резервуара (в объеме, не менее указанного в чертежах марки КМ):

- центрального щита, радиальных и опорных элементов стационарных крыш;
- коробов понтонов и плавающих крыш.

6.15.4.7 Листовые детали стенок при полистовом методе изготовления должны быть свальцованы по всей длине листа в пределах установленных в таблице 6.13 допусков. Наличие прямых участков на краях листов после их вальцовки не допускается.

6.15.4.8 В случае если по требованию 6.17 или чертежей марки КМ необходимо выполнить термообработку врезок резервуара, то такие конструктивные элементы должны быть изготовлены укрупненными блоками в виде врезанных патрубков в листы стенки и термообработаны на заводе изготовителя.

6.15.4.9 Усиливающие накладки врезок должны быть изготовлены таким образом, чтобы при сборке они имели такой же радиус кривизны, что и пояс стенки, к которому они привариваются.

6.15.5 Изготовление рулонируемых конструкций

6.15.5.1 Изготовление рулонируемых конструкций резервуаров должно осуществляться с учетом требований 6.1.

6.15.5.2 Изготовление конструкций методом рулонирования осуществляется путем сборки, сварки отдельных листов в полотнища и последующего сворачивания полотнищ в габаритные для транспортировки рулоны при помощи инвентарных каркасов. Используют две основные схемы сворачивания (с нижним и верхним сворачиванием), показанные на рисунке 6.21. Рекомендуется для сворачивания полотнищ в рулоны использовать установки с нижним сворачиванием.

6.15.5.3 Предельные отклонения ширины полотнища от проектного размера не должны превышать, мм:

± 11 — при ширине полотнища, м до 9;

± 16 — то же от 9 " 15.

6.15.5.4 Для полотнищ стенок выступы отдельных деталей на нижней кромке должны быть не более 1 мм, на верхней кромке — не более 3 мм. Для других полотнищ выступы деталей, выходящих на свободные (несвариваемые) кромки и на кромки, подлежащие сварке внахлест, должны быть не более 5 мм; выступы деталей, выходящих на кромки, подлежащие сварке встык, — не более 1 мм.

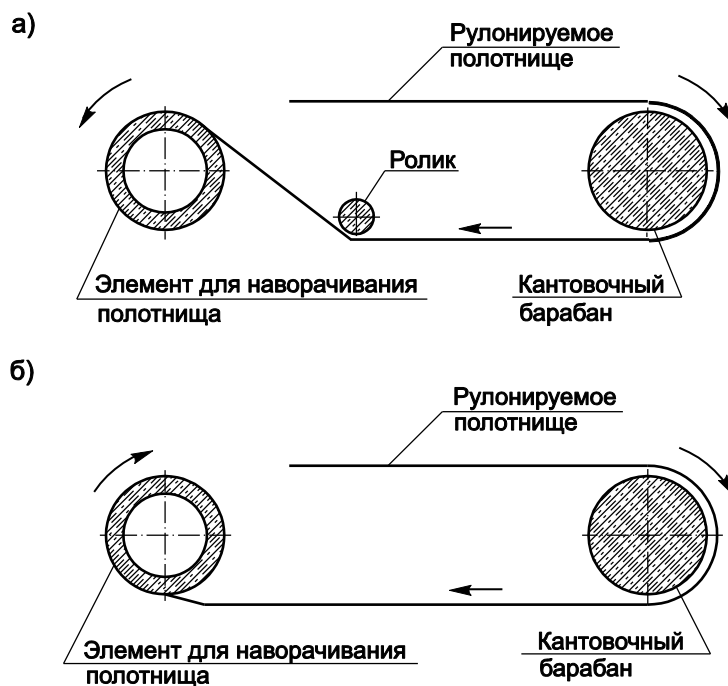


Рисунок 6.21 — Схема установки сворачивания полотнищ:
а — с верхним сворачиванием;
б — с нижним сворачиванием

6.15.5.5 Полотнища не должны иметь угловых деформаций стыков более 20 мм на длине 1000 мм (рисунок 6.22). Угловые деформации стыков, выходящих на свободные кромки полотнищ, не должны превышать 30 мм.

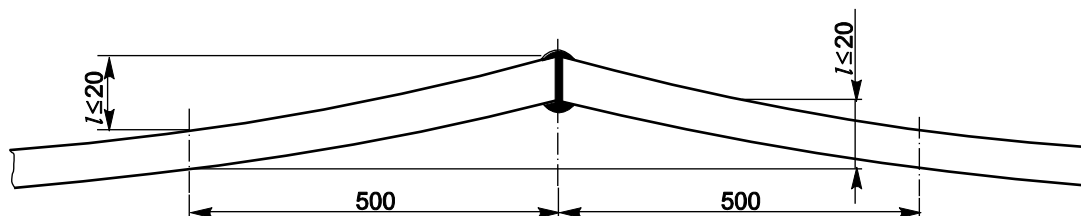


Рисунок 6.22 — Угловые деформации стыков

6.15.5.6 Рулоны должны иметь правильную круговую форму, которая обеспечивается жесткостью элементов, на которые наворачиваются полотнища.

6.15.5.7 Наибольшая масса и габариты рулонов определяются условиями перевозки, если другое не согласовано заказчиком с изготовителем.

6.15.5.8 Наружный диаметр колец элементов для наворачивания полотнищ должен быть не менее 2,6 м. Расстояние между кольцами должно быть не более 3 м. Если расстояние между кольцами превышает 2 м, то между ними рекомендуется устанавливать полукольца, устраняющие западание начальной кромки внутрь рулона.

6.15.5.9 Рулонизируемые полотнища стенок резервуаров должны иметь технологический припуск по длине, обеспечивающий сборку монтажных стыков стенки и выполнение требований по предельным отклонениям диаметра стенки, указанным в таблице 6.14.

Таблица 6.14

Вид рулона	Наименование параметра	Значение параметра, мм, не более
Рулон полотнища стенки толщиной 4 мм	Зазоры между витками	50
Рулон полотнища стенки толщиной 5 мм и более	Зазоры между витками	30
Рулон полотнища стенки	Смещение торцевой кромки каждого последующего витка относительно предыдущего	30
	Общее смещение торцевой кромки	80
Рулон полотнищ днищ, днищ понтонов и плавающих крыш, настила стационарных крыш	Зазоры между витками	80

6.15.5.10 Крепление начальной кромки полотнищ стенок резервуаров должно обеспечивать ее плотное прилегание к кольцам элемента для наворачивания (с зазором не более 15 мм) и отсутствие перегибов витков рулона, связанных с выпучиванием начальной кромки. При креплении начальной кромки с помощью планок сварные швы приварки планок располагаются за пределами технологического припуска по 6.15.5.9 и на расстоянии не менее 50 мм от швов стенки и ее кромок. При креплении начальной кромки, при толщине более 8 мм, непосредственно к кольцам элемента для наворачивания, начальная кромка должна иметь технологическую надставку. Рекомендуемые варианты приведены на рисунке 6.23. Толщина надставки не должна отличаться от толщины поясов стенки, к которой она приварена, более чем на 2 мм. Толщина планок крепления начальной кромки, сварные швы, которыми планки привариваются к полотнищу и к кольцам элемента для наворачивания, а также швы, которыми начальная кромка (технологическая надставка) приваривается непосредственно к кольцам, рассчитываются на тяговые усилия, возникающие при сворачивании полотнища.

6.15.5.11 Конечная кромка каждого свернутого в рулон полотнища должна крепиться с помощью привариваемых упаковочных планок шириной не менее 100 мм, толщиной от 4 до 10 мм в зависимости от толщины деталей полотнища. Упаковочные планки должны ставиться в количестве не менее трех на расстоянии не более 3 м друг от друга и привариваться к полотнищу за пределами технологического припуска на расстоянии не менее 50 мм от сварных швов полотнища и его кромок. Упаковочные планки привариваются к полотнищу сварными швами катетом, равным толщине планок, длиной не менее 150 мм с каждой стороны. Упакованная конечная кромка полотнища не должна отходить от рулона более чем на 100 мм. Величина зазора между конечной кромкой и рулоном, измеренная в середине свободного участка кромки между упаковочными планками, не должна превышать более чем на 50 мм зазор в местах установки упаковочных планок. Для обеспечения плотного прилегания конечной кромки к рулону может применяться технологическая надставка. Рекомендуемые варианты технологических надставок представлены на рисунке 6.23.

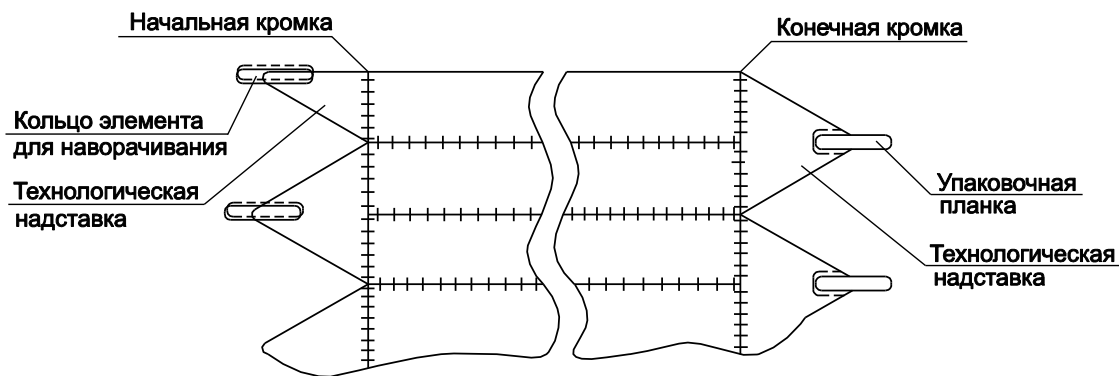
6.15.5.12 Для обеспечения качественного формообразования конечной кромки полотнищ стенок резервуаров все пояса толщиной более 8 мм должны оснащаться технологическими надставками.

6.15.5.13 Витки рулона должны плотно навиваться друг на друга, а кромки на торцах рулона — располагаться на одном уровне. Допускаемые зазоры между смежными витками полотнищ и смещение торцевой кромки (телескопичность) должны соответствовать таблице 6.14.

6.15.5.14 Допускается сворачивание в один рулон нескольких полотнищ. При этом конечная кромка каждого полотнища должна быть прикреплена к его предыдущему витку с помощью упаковочных планок.

6.15.5.15 Последовательность сворачивания в один рулон полотнищ различных конструкций резервуара должна назначаться, исходя из обратной последовательности разворачивания этих конструкций при монтаже.

а)



б)

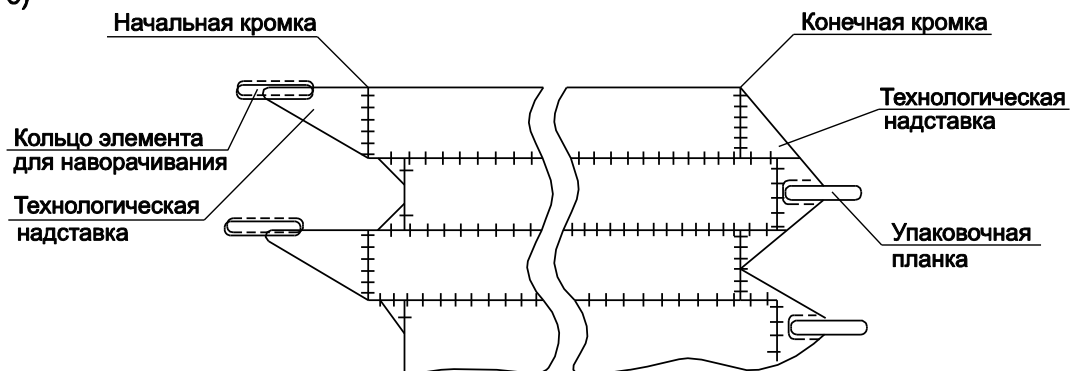


Рисунок 6.23 — Технологические надставки:

а — на прямолинейных кромках полотна стенки;
б — на зубчатых кромках полотна стенки

6.15.5.16 Полотнища стенок резервуаров должны сворачиваться в рулон с учетом их разворачивания при монтаже в направлении по ходу часовой стрелки.

6.15.5.17 При изготовлении полотнищ на установках для рулонирования смежные полотнища следует соединять сплошным швом, прерывистыми швами или тяговыми лентами в количестве не менее 2 шт. Прерывистые швы должны иметь длину не менее 200 мм и располагаться симметрично относительно осей продольных стыков и по краям полотнищ. Тяговые ленты привариваются на расстоянии не более 3,5 м друг от друга и на расстоянии не менее 200 мм от сварных швов полотнищ. Толщина, количество и расположение лент назначается в зависимости от характеристик соединяемых полотнищ (размеров, толщины, конфигурации) и тяговых усилий, возникающих в процессе продвижения полотнища по установке для рулонирования.

6.15.5.18 При сворачивании полотнищ стенок допускается для уменьшения величины телескопичности рулона устанавливать в процессе рулонирования между витками деревянные технологические прокладки толщиной не более 20 мм. Установка прокладок должна осуществляться по технологическому процессу изготовителя, утвержденному в установленном порядке.

6.15.6 Маркировка

6.15.6.1 Маркировку конструкций осуществляют в соответствии с требованиями ГОСТ 23118 и настоящего технического кодекса.

6.15.6.2 Все конструктивные элементы должны иметь маркировку, позволяющую определить их принадлежность к соответствующим участкам монтажа. Когда одна отгружаемая партия состоит из нескольких идентичных изделий, как минимум, одно из них должно иметь маркировку, позволяющую исключить ошибки при сборке.

6.15.6.3 Монтажная маркировка конструкций должна содержать номер заводского заказа и условное обозначение монтажного элемента в соответствии с монтажной схемой в рабочих чертежах.

6.15.6.4 Монтажная маркировка должна наноситься на монтажные элементы в местах, указанных в рабочих чертежах. Монтажная маркировка рулонизируемых элементов должна наноситься на ярлыке,

прикрепляемом на торце рулона к элементу для наворачивания, или несмываемой краской в двух диаметрально противоположных местах на внутренней или наружной поверхности рулона на расстоянии не более 500 мм от торца рулона.

6.15.6.5 Монтажную маркировку элементов одной марки, скрепленных в пакет, допускается наносить только на крайних элементах, при этом должно быть указано количество элементов в пакете.

6.15.6.6 Транспортная маркировка должна наноситься на каждом грузовом месте.

6.15.6.7 Дополнительные надписи должны содержать:

- товарный знак или краткое наименование изготовителя;
- условное обозначение резервуара в соответствии с рабочими чертежами;
- номер заводского заказа.

6.15.6.8 Информационная надпись должна содержать массу брутто грузового места в килограммах.

6.15.6.9 Для облегчения сборки конструкций на месте, на сборочных чертежах также должны быть сделаны идентификационные отметки.

6.15.7 Упаковка

6.15.7.1 Упаковка должна обеспечивать защиту отгружаемых конструкций от любых повреждений во время транспортировки.

6.15.7.2 Упаковку изготовленных конструкций осуществляют в соответствии с указаниями ГОСТ 23118 и требованиями настоящего пункта.

6.15.7.3 Бруски, подкладки и т. д. для окрашенных листов должны быть изготовлены из подходящих материалов, обеспечивающих защиту от повреждения их поверхности.

6.15.7.4 Конструкции следует упаковывать с помощью специальных стальных приспособлений, формируя грузовые места, рассчитанные на перевозку любым видом транспорта в соответствии с действующими правилами на данном виде транспорта.

6.15.7.5 Полотнища должны упаковываться в соответствии с 6.15.5.

6.15.7.6 Крупногабаритные нерулонируемые конструкции (щиты или каркасы стационарных крыш, секции опорных колец, короба понтонов или плавающих крыш и т. п.) должны соединяться в пакеты с помощью привариваемых деталей крепления или деталей крепления с винтовыми соединениями (с обязательной установкой на них контргаяк). Привариваемые детали крепления должны располагаться вне мест монтажной сварки конструкций.

6.15.7.7 Вальцованные листы стенки резервуаров при полистовом методе изготовления должны упаковываться в контейнеры с опиранием на вальцованные по радиусу стенки продольные элементы. Приварка деталей крепления к листам стенки допускается на расстоянии не менее 50 мм от кромок листов.

6.15.7.8 Обработанные поверхности должны быть защищены от коррозии и механических повреждений.

6.15.7.9 Мелкие конструкции и детали должны упаковываться в стальные контейнеры.

6.15.7.10 Пакеты и контейнеры должны иметь приспособления для строповки (проушины, скобы и т. п.) или обозначенные места для строповки.

6.15.7.11 Порядок упаковки прокладок и уплотнителей должен обеспечивать их защиту от повреждений.

6.15.7.12 Требования к защите от коррозии на период транспортировки, хранения и монтажа указываются заказчиком в бланке задания на проектирование и изготовление резервуаров.

6.15.7.13 В условия упаковки конструкций могут быть внесены изменения, не противоречащие действующим ТНПА.

6.15.8 Транспортирование и хранение

6.15.8.1 Транспортирование и хранение конструкций резервуаров осуществляют в соответствии с указаниями ГОСТ 23118 и требованиями настоящего пункта.

6.15.8.2 При хранении и производстве транспортных операций должна быть исключена возможность возникновения деформаций конструкций (искривление, смятие поверхностей, повреждение кромок и т. п.).

6.15.8.3 При производстве погрузочно-разгрузочных работ листов изготовитель обязан применять грузоподъемное оборудование, способное обеспечить полную сохранность перемещаемых материалов от любых повреждений. Использование захватов с автоматической фиксацией не должно приводить к появлению недопустимых неровностей на поверхности листов.

6.15.8.4 При хранении на открытом воздухе должно быть обеспечено устойчивое положение конструкций, пакетов и ящичных поддонов, исключено соприкосновение их с грунтом, предусмотрены меры против скапливания атмосферной влаги на конструкциях или внутри них, а также должен быть организован сток воды.

6.15.8.5 Разгрузка рулонов с железнодорожных платформ должна осуществляться на специально подготовленных площадках в соответствии с проектом производства погрузочно-разгрузочных работ. Сбрасывание рулонов при разгрузке запрещается.

6.15.8.6 Разгрузку рулонов в зависимости от их массы, а также наличия грузоподъемных средств производят одним из следующих способов:

- подъем рулона с помощью грузоподъемного крана (кранов) и двух стропов, охватывающих рулон и располагаемых на равном расстоянии от центра тяжести рулона (расстояние между стропами должно быть не менее половины длины рулона). Данный способ применяется при наличии двух грузоподъемных кранов или одного крана с траверсой;

- скатывание рулона по двум разгрузочным балкам с помощью лебедок или тракторов. При этом способе железнодорожная платформа должна быть заторможена башмаками, а под ее край со стороны скатывания — установлены опорные стойки. Целесообразно площадку разгрузки и хранения рулонов устраивать в одном уровне с железнодорожной платформой. Скатывание рулонов осуществляется с помощью каната, охватывающего рулон минимум в два витка. Концы каната, тяговый и удерживающий, закрепляются на лебедках или тракторах.

6.15.8.7 Допускается перекачивать рулоны по выровненной грунтовой поверхности с песчаной подсыпкой в пределах площадки хранения. Перекачивание должно производиться по ходу витков рулона.

6.15.9 Гарантии изготовителя

Изготовитель гарантирует соответствие конструктивных решений, принятых при разработке рабочих чертежей, требованиям настоящего технического кодекса и чертежам марки КМ. Согласованные изменения чертежей хранятся у изготовителя.

6.16 Сварка

6.16.1 Общие требования к сварке

6.16.1.1 Требования настоящего подраздела распространяются на сварку конструкций резервуаров при изготовлении и монтаже.

6.16.1.2 Сварку конструкций резервуаров следует выполнять в соответствии с СТБ 1355, СТБ EN 287-1, СТБ ISO 15609-1, СТБ ISO 15613, СТБ ISO 15614-1, СТБ EN 719, СТБ EN 1418, ГОСТ 2601, ГОСТ 9467 и утвержденной технологической документацией, в которой должны быть предусмотрены:

- наиболее эффективные способы сварки соединений с учетом их пространственного положения;
- режимы сварки и указания по технике сварки, которые должны обеспечить необходимый уровень механических свойств сварных соединений, а также получение требуемых структур металла шва и околошовных зон;

- сварочные материалы, удовлетворяющие требованиям чертежей марки КМ;

- последовательность сварки и порядок выполнения сварных швов, обеспечивающих минимальные деформации и перемещения свариваемых элементов;

- конкретные указания по закреплению деталей перед сваркой;

- мероприятия, исключающие образование прожогов, смещение шва от его оси;

- мероприятия, направленные на снижение сварочных деформаций;

- необходимая технологическая оснастка и оборудование для выполнения сварных соединений;

- допускаемая температура металла, при которой возможна сварка соединений без их подогрева, а также допустимая скорость ветра в зоне сварки;

- указания по технологии производства сварочных работ в зимних условиях (если работы выполняются в зимний период).

6.16.1.3 При изготовлении и монтаже металлоконструкций резервуаров применяются следующие виды сварки:

- механизированная дуговая сварка плавящимся электродом в среде защитного газа;

- автоматическая дуговая сварка плавящимся электродом под флюсом;

- автоматическая дуговая сварка плавящимся электродом в среде защитного газа;

- механизированная дуговая сварка самозащитной порошковой проволокой;

- механизированная дуговая сварка самозащитной порошковой проволокой в среде защитного газа;

- ручная дуговая сварка.

6.16.1.4 Применяемые способы и технология сварки конструкций резервуаров должны обеспечивать:

- высокую производительность и экономическую эффективность сварочных процессов;

- высокий уровень однородности и сплошности металла сварных соединений с учетом требований прочности, пластичности, твердости, ударной вязкости и хладостойкости;

- минимальный уровень деформаций свариваемых конструкций.

6.16.1.5 Способы сварки различных элементов резервуара рекомендуется выбирать в соответствии с таблицей 6.15.

Таблица 6.15

Элемент конструкции	Рекомендуемый способ сварки
Стыковые соединения окраек днища	Механизированная дуговая сварка плавящимся электродом в среде защитного газа
Соединения элементов центральной части днища, понтонов и плавающих крыш	Механизированная дуговая сварка плавящимся электродом в среде защитного газа. Автоматическая дуговая сварка плавящимся электродом под флюсом. Механизированная дуговая сварка самозащитной порошковой проволокой
Вертикальные соединения стенки (полистовая сборка)	Механизированная дуговая сварка плавящимся электродом в среде защитного газа. Механизированная дуговая сварка самозащитной порошковой проволокой в среде защитного газа
Горизонтальные соединения стенки (полистовая сборка)	Автоматическая дуговая сварка плавящимся электродом под флюсом. Механизированная дуговая сварка плавящимся электродом в среде защитного газа. Автоматическая дуговая сварка плавящимся электродом в среде защитного газа
Соединения рулонизируемых полотнищ	Автоматическая дуговая сварка плавящимся электродом под флюсом. Механизированная дуговая сварка плавящимся электродом в среде защитного газа
Монтажные соединения стенки (сборка из рулонизируемых полотнищ)	Механизированная дуговая сварка плавящимся электродом в среде защитного газа. Механизированная дуговая сварка самозащитной порошковой проволокой. Ручная дуговая сварка
Соединения сопряжения стенки с днищем, уторные швы	Механизированная дуговая сварка плавящимся электродом в среде защитного газа. Механизированная дуговая сварка самозащитной порошковой проволокой. Автоматическая дуговая сварка плавящимся электродом под флюсом
Соединения люков, патрубков, усиливающих листов на стенке и крыше	Механизированная дуговая сварка плавящимся электродом в среде защитного газа. Ручная дуговая сварка
Сварные соединения каркаса крыши, опорных колец и колец жесткости	Механизированная дуговая сварка плавящимся электродом в среде защитного газа. Ручная дуговая сварка
Соединения настила крыши	Механизированная дуговая сварка плавящимся электродом в среде защитного газа. Механизированная дуговая сварка самозащитной порошковой проволокой

6.16.1.6 Так как использование ручной дуговой сварки может приводить к повышенным сварочным деформациям, а также сравнительно низкой производительности, этот способ сварки должен применяться при нецелесообразности применения механизированной и автоматической сварки.

6.16.1.7 Предусмотренные чертежами марки КМ способы сварки и сварочные материалы должны обеспечивать свойства металла сварного шва и околошовной зоны не ниже свойств основного металла.

6.16.1.8 В чертежах марки КМ должны указываться способы сварки и типы сварочных материалов по действующим ТНПА. Конкретные марки сварочных материалов, применяемых при производстве работ, должны соответствовать требованиям чертежей марки КМ и устанавливаются в проекте производства сварочных работ.

6.16.1.9 Перед началом сварки должно быть проверено качество сборки соединяемых элементов, а также состояние стыкуемых кромок и прилегающих к ним поверхностей, при сборке не допускается подгонка кромок ударным способом или местным нагревом.

6.16.1.10 До начала сварочных работ любые соединения резервуаров должны фиксироваться в проектом положении, что может быть обеспечено применением кондукторов, специальных сборочных приспособлений, привариваемых к деталям соединений, или постановкой прихваток. Приспособления для сборки и сварки конструкций резервуаров должны быть разработаны в проекте производства работ. Сборочные приспособления должны иметь достаточную прочность и жесткость, чтобы исключить чрезмерную усадку швов и перемещения свариваемых элементов. Если при сварке соединений ожидаются значительные деформации, приводящие к изменению проектной формы, тогда при сборке деталей или узлов конструкций необходимо предусматривать соответствующие компенсирующие мероприятия (предварительный прогиб, строительный подъем, переменный зазор и др.).

6.16.1.11 Кромки свариваемых элементов в местах расположения швов и прилегающие к ним поверхности шириной не менее 20 мм при ручной или механизированной дуговой сварке и не менее 50 мм при автоматизированных видах сварки, а также места примыкания начальных и выводных планок необходимо зачищать с удалением ржавчины, жиров, краски, грязи, влаги и т. п.

6.16.1.12 Прихватки, предназначенные для соединения свариваемых деталей, должны располагаться в местах расположения основных швов. Размеры сечения прихваток должны быть минимально необходимыми для обеспечения расплавления их при наложении швов проектного сечения. Наложение шва поверх прихваток допускается производить только после зачистки последних от шлака и брызг металла. Прихватки с порами, раковинами и трещинами должны быть удалены и вновь заварены. При необходимости постановки электроприхваток на монтажных стыках стенки, их рекомендуется располагать с противоположной стороны от части сечения шва, выполняемой первой. Размер прихваток должен быть минимально необходимым. При выполнении зачистки корня шва такие прихватки удаляются. Прихватки должны выполняться сварочными материалами и с использованием технологий, рекомендуемых для сварки основных швов сварных соединений. Постановка прихваток при монтажной сборке конструкций должна выполняться аттестованными сварщиками.

6.16.1.13 При сварке резервуарных конструкций в зимнее время необходимо систематически контролировать температуру металла и, если расчетная скорость охлаждения металла шва превышает допустимое значение для данной марки стали, необходимо организовать предварительный, сопутствующий или послесварочный подогрев свариваемых кромок. Требуемая температура и схема подогрева должны быть определены в ППР. Как правило, при осуществлении подогрева кромок следует нагревать металл на всю толщину в обе стороны от стыка на ширину 100 мм. Контроль температуры подогрева следует выполнять термоласками, термокарандашами, контактным термометром, оптическим пирометром. При сварке в зимнее время, независимо от температуры воздуха

и марки стали, свариваемые кромки необходимо просушивать от влаги.

6.16.1.14 При применении способов сварки с открытой дугой в зоне производства сварочных работ следует систематически контролировать скорость ветра. При превышении допустимой скорости ветра, значение которой указывается в ППР, сварочные работы должны быть прекращены или устроены соответствующие защитные укрытия.

6.16.1.15 Не допускается выполнение сварочных работ по поверхностям или соединениям, покрытым влагой, маслом, скоплениями окалины, шлака или другого рода загрязнениями. Не допускается выполнение сварочных работ на резервуаре во время дождя, снегопада, если кромки элементов, подлежащих сварке, не защищены от попадания влаги в зону сварки.

6.16.1.16 Все сварные соединения на днище и стенке резервуаров при ручной или механизированной сварке должны выполняться, как правило, не менее чем в два слоя. Каждый слой сварных

швов должен проходить контроль внешним осмотром, а обнаруженные дефекты должны устраняться. Не допускается возбуждать дугу и выводить кратер на основной металл за пределы шва.

6.16.1.17 Удаление дефектных участков сварных швов должно выполняться механическим методом (шлифмашинками или пневмозубилом) или воздушно-дуговой строжкой с последующей зашлифовкой поверхности реза.

6.16.1.18 Заварку дефектных участков сварных швов следует выполнять способами и материалами, предусмотренными технологией. Исправленные участки сварного шва должны быть подвергнуты повторному контролю внешним осмотром или физическими методами. Если в исправленном участке вновь будут обнаружены дефекты, ремонт сварного шва должен выполняться при обязательном контроле всех технологических операций руководителем сварочных работ. Выполнение троекратного ремонта сварных соединений в одной и той же зоне основных конструкций группы А должно согласовываться с разработчиком технологии.

6.16.1.19 Удаление технологических приспособлений, закрепленных сваркой к стенке резервуара, должно производиться, как правило, механическим способом или кислородной резкой с последующей зачисткой мест их приварки заподлицо с основным металлом и контролем качества поверхности в этих зонах. Вырывы основного металла или подрезы в указанных местах недопустимы.

6.16.1.20 После сварки швы и прилегающие зоны должны быть очищены от шлака и брызг металла.

6.16.1.21 В конструкциях резервуаров применяются стыковые, нахлесточные и тавровые типы сварных соединений. Конструкции сварных соединений и геометрические параметры сварных швов должны соответствовать ГОСТ 14771, ГОСТ 5264, ГОСТ 8713, ГОСТ 16037, ГОСТ 23518, ГОСТ 11533, ГОСТ 11534, ГОСТ 11969, ГОСТ 19521 и настоящему техническому кодексу.

6.16.1.22 В чертежах марки КМ следует приводить ссылку на соответствующий ТНПА для обозначения типоразмеров сварных соединений и размеров сварных швов.

6.16.1.23 Условное обозначение сварных швов должно соответствовать ГОСТ 2.312. Для сварки самозащитной порошковой проволокой допускается применять конструктивные элементы сварных соединений по ГОСТ 14771, при этом зазор между свариваемыми элементами в стыковых соединениях должен быть увеличен в 2 раза по сравнению со сваркой в среде защитных газов. В случае применения сварного соединения, не указанного в ТНПА, его конструктивные размеры и размеры сварного шва должны быть указаны в чертежах марки КМ.

6.16.1.24 Разделка кромок сварного соединения выбирается в зависимости от применяемого метода сварки.

6.16.1.25 Расстояния между сварными швами, упомянутые в тексте настоящего технического кодекса и указываемые в чертежах марки КМ, принимаются как расстояния между их осями, определяемыми по ГОСТ 11969.

6.16.1.26 Односторонние стыковые сварные соединения без применения остающейся или съемной подкладки должны выполняться с подваркой корня шва с обратной стороны.

6.16.1.27 Швы, обеспечивающие герметичность конструкции резервуара, должны быть непрерывными и не иметь сквозных дефектов.

6.16.1.28 Для деталей толщиной 4 мм катет должен быть равен толщине детали, для деталей большей толщины катет углового шва определяется расчетом или конструктивно. Максимальные катеты угловых сварных швов, не подтвержденные расчетом, не должны превышать 1,2 толщины более тонкой детали в соединении.

6.16.1.29 Выпуклость или вогнутость углового шва не должна превышать более чем на 20 % катет шва.

6.16.1.30 Предельные отклонения катета углового шва от номинального значения должны быть следующими: уменьшение — не более 1,0 мм; увеличение: не более 1,0 мм — для катетов до 5 мм включ. и не более 2,0 мм — для катетов св. 5 мм.

6.16.1.31 Минимальные катеты угловых швов должны быть следующими:

— для деталей толщиной 4 мм — 3 мм;

— для деталей толщиной 5 мм и более — не менее чем 1/3 более тонкой детали в соединении, но не менее 4 мм. Данное требование не распространяется на размер шва приварки настила легко сбрасываемой крыши к верхнему кольцевому элементу стенки.

6.16.1.32 Для предотвращения образования концентрации напряжений необходимо предусматривать плавное сопряжение шва с основным металлом.

6.16.1.33 Нахлесточное соединение, сваренное сплошным швом с одной стороны, допустимо только для соединений днища и листов крыши.

6.16.1.34 Наличие прихваточных швов в законченной конструкции не допускается.

6.16.2 Требования к сварным соединениям днища

6.16.2.1 Окрайки днища должны собираться между собой с клиновидным зазором, равным от 4 до 6 мм по наружному контуру и от 10 до 12 мм по внутреннему контуру, и свариваться односторонними стыковыми швами на остающейся подкладке толщиной 4 мм и шириной от 50 до 60 мм (рисунок 6.24). Длина подкладки должна превышать длину сварного шва на 30 мм во внутреннюю и наружную стороны.

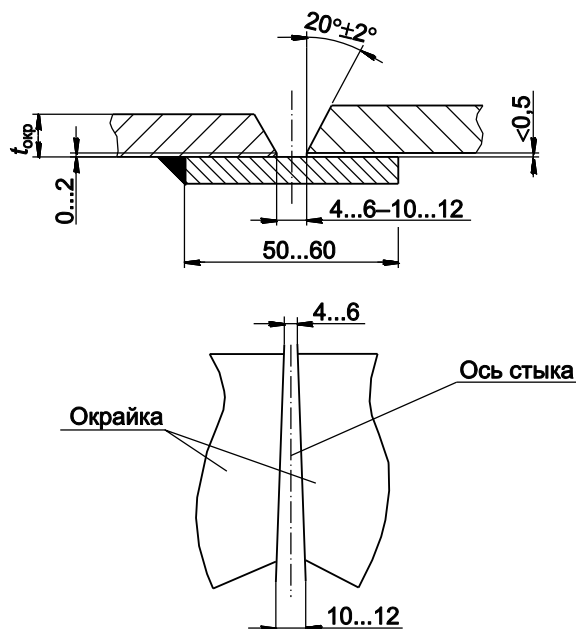


Рисунок 6.24 — Стыковое соединение элементов кольца окраек

6.16.2.2 Для монтажных сварных соединений листов центральной части днища применяются нахлесточные и стыковые соединения на остающейся подкладке. Толщина подкладки — 4 мм. Подкладка должна привариваться к одному из свариваемых листов прерывистым швом, расположенным на нижней стороне листа.

6.16.2.3 Центральная часть днища должна привариваться к кольцу окраек нахлесточным швом с обеспечением величины нахлеста не менее 50 мм.

6.16.2.4 Поперечные швы в смежных рядах центральной части днища при полистовой сборке должны располагаться на расстоянии не менее 500 мм друг от друга.

6.16.2.5 Нахлесточные соединения днища в зоне приварки к окраечным листам или в зонах сопряжения со стенкой должны быть выполнены согласно рисунку 6.25 или преобразованы в стыковое соединение длиной не менее 300 мм на остающейся подкладке согласно рисунку 6.26.

6.16.2.6 Усиление стыковых швов окраек в местах сопряжения с нижним поясом стенки и нахлеста с центральной частью днища должно быть снято заподлицо с основным металлом.

6.16.2.7 Листы в рулонных полотнищах днищ, изготавливаемых на заводе, должны свариваться встык двусторонней автоматической сваркой под флюсом без разделки или с разделкой кромок.

6.16.2.8 Монтажные нахлесточные соединения днищ свариваются только с верхней стороны.

6.16.2.9 Для сварных соединений днищ допускаются нахлесточные соединения с тройным нахлестом в местах сопряжения центральной части днища с окрайками. Соединение должно быть выполнено в соответствии с рисунком 6.25. При опрессовке увеличенного зазора между листами допускается производить местный подогрев до температуры от 600 °С до 650 °С.

6.16.2.10 Приварка подкладных пластин для опирания опорных стоек плавающих крыш или понтонов к днищу должна выполняться непрерывным угловым швом по периметру пластины катетом, равным толщине пластины.

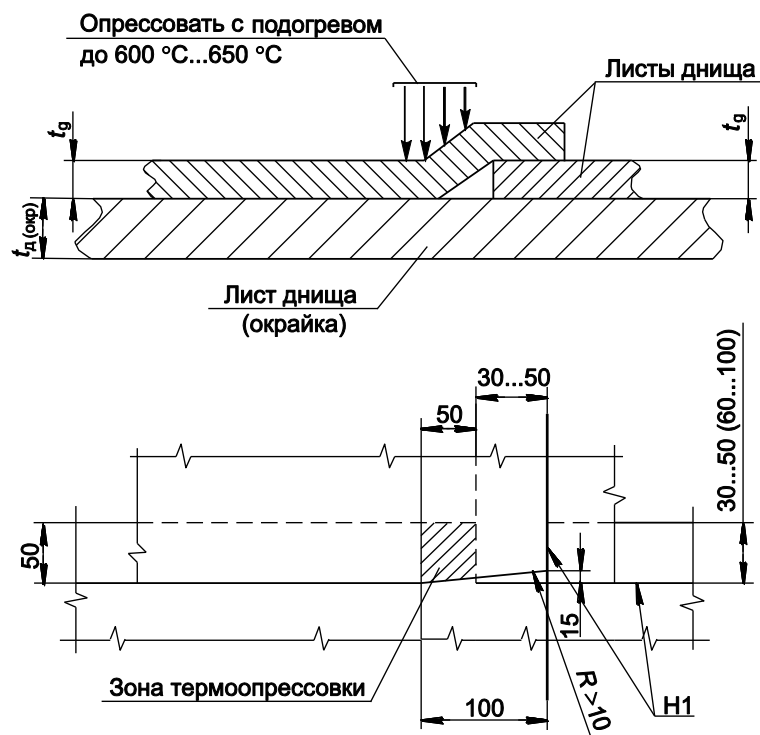


Рисунок 6.25 — Нахлесточное соединение листов днища

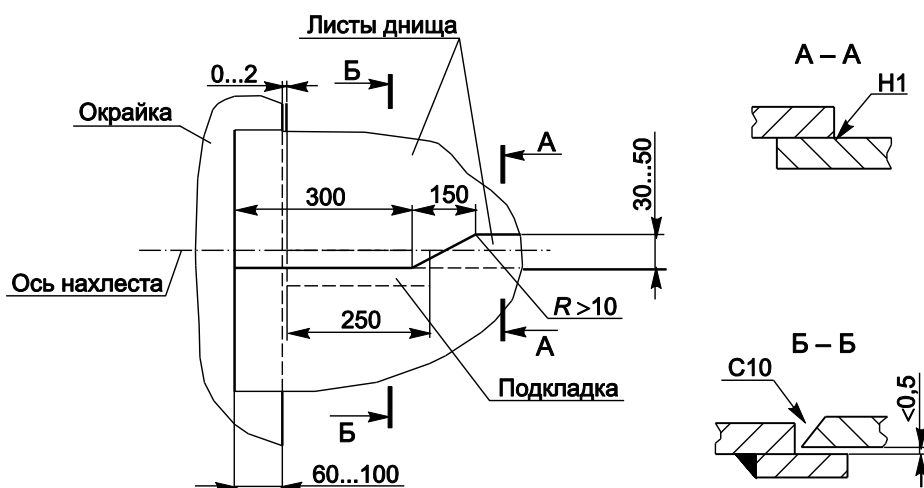


Рисунок 6.26 — Нахлесточное соединение листов днища в зонах сопряжения со стенкой

6.16.3 Требования к вертикальным и горизонтальным сварным швам стенки

6.16.3.1 Вертикальные и горизонтальные швы стенки должны быть стыковыми с полным плавлением кромок по толщине листа.

6.16.3.2 Вертикальные соединения листов в смежных поясах стенки должны быть смещены относительно друг друга на расстояние не менее $10t$, где t — толщина нижележащего пояса стенки, но не менее чем на 100 мм (см. рисунок 6.1).

6.16.3.3 Допускается располагать на одной линии вертикальные монтажные швы стенок резервуаров IV класса опасности, изготавливаемых методом рулонной сборки.

6.16.3.4 Допускается применение нахлесточных монтажных сварных швов для резервуаров IV класса опасности, изготавливаемых методом рулонной сборки в случае положительного заключения головной специализированной организации по сварке.

6.16.3.5 Расстояние от вертикальных сварных швов первого пояса стенки до стыковых швов окraек днища должно составлять не менее 100 мм.

6.16.3.6 Расстояние от сварного шва приварки обечайки люка (патрубка) или шва приварки усиливающего листа люка или патрубка к стенке до вертикального стыкового шва стенки должно составлять не менее 250 мм, а до горизонтального шва стенки — не менее 100 мм (исключая случаи перекрытия швов стенки усиливающими листами или пересечения их обечайками патрубков).

6.16.3.7 Смещение кромок в сварных стыковых соединениях не должно превышать 10 % от наименьшей толщины свариваемых листов, но должно быть не более 3 мм.

6.16.3.8 Листы стенки должны совмещаться гладко по внутренней поверхности резервуара.

6.16.4 Требования к уторному узлу

6.16.4.1 Узел сопряжения стенки и примыкающих к ней листов дна (уторный узел) представляет наиболее нагруженную и ответственную часть стальных вертикальных цилиндрических резервуаров.

6.16.4.2 Для соединения дна со стенкой применяется двустороннее тавровое соединение, если другое не предусмотрено конструкцией резервуара.

6.16.4.3 Катет углового шва в этом случае должен быть не менее толщины окрайки или наружного листа дна, но не более 12 мм.

6.16.4.4 При толщине первого пояса более 20 мм должно применяться соединение с двусторонней разделкой кромки листа стенки в соответствии с рисунком 6.27. В соединении допускается конструктивный непровар.

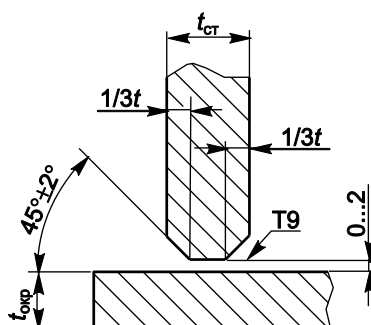


Рисунок 6.27 — Соединение стенки с дном (уторный узел) при толщине первого пояса более 20 мм

6.16.5 Требования к сварным соединениям люков и патрубков

6.16.5.1 Патрубки и люки должны привариваться к стенке непрерывным угловым швом с полным проплавлением стенки.

6.16.5.2 Катет непрерывного углового шва, крепящего усиливающую листовую накладку к стенке резервуара, следует принимать в соответствии с таблицей 6.16.

Таблица 6.16

В миллиметрах

Толщина стенки t в месте установки патрубка (люка)	4–6	7–10	11–15	16–22	23 и более
Катет углового шва	t	$t - 1$	$t - 2$	$t - 3$	$t - 4$

6.16.5.3 Катет непрерывного углового шва, крепящего усиливающую листовую накладку к обечайке патрубка резервуара, следует принимать в соответствии с таблицей 6.17.

Таблица 6.17

В миллиметрах

Толщина накладки	4–6	7–10	11–15	16–22	23 и более
Катет углового шва	5	8	10	12	14

6.16.5.4 Катет непрерывного углового шва, крепящего усиливающую листовую накладку к дну резервуара следует принимать по таблице 6.18.

Таблица 6.18

В миллиметрах

Толщина накладки	5–10	11–15	16–20	21–26	27 и более
Катет углового шва	4	6	8	9	10

6.16.5.5 Люки и патрубки на крыше привариваются к настилу крыши через листовые усиливающие накладки угловыми швами катетом не менее 4 мм, но не более толщины накладки.

6.16.6 Требования к сварным соединениям колец жесткости

6.16.6.1 Соединения участков колец жесткости должны выполняться сварными швами встык с полным проваром. Допускается применение нахлесточных соединений колец жесткости между собой с применением накладных пластин.

6.16.6.2 Во всех случаях соединения колец жесткости должны выполняться сплошными сварными швами с целью предотвращения скопления влаги в разрывах швов и, как следствие, их коррозии.

6.16.6.3 Опорное кольцо приваривается к стенке резервуара угловыми нахлесточным и тавровым швами в нижнем и потолочном положении. Катеты швов должны быть равны толщине верхнего пояса стенки.

6.16.6.4 Катет шва приварки настила ветрового кольца жесткости к верхнему поясу стенки резервуара должен приниматься равным толщине верхнего пояса стенки.

6.16.6.5 Кольца жесткости располагаются на стенке на расстоянии не менее 150 мм от горизонтальных швов стенки. Стыковые швы секций колец жесткости должны располагаться на расстоянии не менее 150 мм от вертикальных швов стенки.

6.16.7 Требования к сварным соединениям плавающих крыш и понтонов

6.16.7.1 Настил нижней деки должен привариваться к продольным бортам коробов непрерывным угловым нахлесточным швом с наружной стороны и прерывистым швом с внутренней стороны. В узлах установки внутреннего силового каркаса настил приваривается к коробам непрерывным швом по 100 мм в каждую сторону от оси элемента каркаса.

6.16.7.2 Настил верхней деки должен привариваться к продольным бортам коробов односторонним непрерывным швом с наружной стороны плавающей крыши.

6.16.7.3 Центральную часть настила понтона к коробам следует приваривать непрерывным двусторонним нахлесточным швом в нижнем и потолочном положениях. Величина катета шва должна быть равной толщине настила.

6.16.8 Требования к сварным соединениям стационарных крыш

6.16.8.1 Настил щитов конических крыш к стенке должен привариваться угловыми швами по периметру резервуара.

6.16.8.2 Между собой щиты крыши следует приваривать внахлест непрерывными угловыми швами только с верхней стороны.

6.16.8.3 Монтажные соединения настила самонесущих конических или сферических крыш должны выполняться с применением стыковых швов с полным проплавлением по толщине стыка или с применением нахлесточных швов, выполняемых с двух сторон.

6.16.8.4 При выполнении крыши во взрывозащищенном исполнении настил крыши должен привариваться только к верхнему кольцевому элементу стенки угловым швом катетом не более 5 мм, приварка настила к каркасу крыши не допускается.

6.16.9 Требования к сварным соединениям конструктивных элементов, привариваемых к стенке резервуара

6.16.9.1 Постоянные конструктивные элементы должны привариваться к стенке через накладки из того же материала, что и стенка сплошным швом по периметру накладки. Углы накладок должны быть скруглены. Катет угловых швов крепления конструктивных элементов определяется толщиной стенки и привариваемых элементов и не должен превышать 12 мм.

6.16.9.2 Сварные швы привариваемых постоянных конструктивных элементов должны располагаться на расстоянии не менее 100 мм от оси горизонтальных швов стенки и не менее 200 мм от оси вертикальных швов стенки, а также от края любого другого углового шва на стенке (угловых швов приварки усиливающих накладок, соединения днище — стенка и др.). Расстояние между швами двух любых постоянных конструктивных элементов, привариваемых к стенке, должно быть не менее 100 мм.

6.16.9.3 Временные технологические приспособления должны привариваться на расстоянии не менее 100 мм от сварных швов стенки.

6.16.9.4 Остатки сварных швов после удаления временных приспособлений должны быть зачищены заподлицо с основным металлом и проконтролированы в соответствии с требованиями 6.18.

6.17 Требования к термической обработке

6.17.1 Требования к термической обработке врезок в стенку резервуара, в случае необходимости, должны быть указаны в чертежах марки КМ.

6.17.2 Листы стенок толщиной 25 мм и более из стали с пределом текучести от 345 МПа, включающих в себя врезки патрубков с условным проходом от 300 мм, должны быть термообработаны с последующим контролем сварных швов физическими методами.

6.17.3 Термообработке после сварки рекомендуется подвергать врезки с условным проходом от 300 мм в листы стенки резервуаров толщиной, мм:

- св. 25 — для стали с нормативным пределом текучести менее 345 МПа;
- св. 12 — для стали с нормативным пределом текучести 345 МПа и выше.

6.17.4 В состав термообрабатываемого узла врезки входят: лист стенки, усиливающий лист, обечайка (труба) люка или патрубка.

6.17.5 Сварной шов приварки фланца к обечайке люка или патрубка термообработке может не подвергаться.

6.17.6 Термообработка врезок должна осуществляться до приварки термообрабатываемых узлов к смежным листам стенки и днищу резервуара.

6.17.7 Врезки, подлежащие термообработке, должны изготавливаться и поставляться на строительную площадку укрупненными блоками, прошедшими термообработку на заводе-изготовителе.

6.17.8 Термообработка должна производиться по разработанному технологическому процессу.

6.17.9 Термообработку врезок после сварки допускается не производить в случае положительного заключения головной специализированной организации по сварке.

6.18 Требования к видам и объему контроля качества сварных соединений

6.18.1 При сооружении резервуаров применяются следующие виды контроля качества сварных соединений:

- механические испытания сварных соединений образцов-свидетелей;
- визуальный контроль всех сварных соединений резервуара;
- измерительный контроль с помощью шаблонов, линеек, отвесов, геодезических приборов и т. д.;
- контроль герметичности (непроницаемости) сварных швов с использованием проб «мел-керосин», вакуумных камер, избыточного давления воздуха или цветной дефектоскопии;
- физические методы: для выявления наличия внутренних дефектов — радиография или ультразвуковая дефектоскопия, а для контроля наличия поверхностных дефектов с малым раскрытием — магнитография или цветная дефектоскопия;
- гидравлические и пневматические прочностные испытания конструкции резервуара.

6.18.2 В чертежах марки КМ необходимо указывать методы и объемы контроля всех сварных соединений конструкции резервуара, а также ссылки на ТНПА, определяющие критерии оценки качества сварных швов.

6.18.3 В чертежах марки КМ должны предусматриваться следующие методы контроля качества сварных соединений резервуаров (приведены в таблице 6.19 в зависимости от зон контроля):

- визуальный и измерительный контроль (ВИК);
- радиографический метод контроля (РК);
- ультразвуковой метод контроля (УЗК);
- капиллярный метод контроля (ПВК);
- контроль герметичности избыточным давлением (ИД);
- контроль герметичности вакуумированием (ВК).

Таблица 6.19

Зона контроля	Метод контроля					
	Визуально-измерительный	Вакуумирование	Радиография	Ультразвуковой	Капиллярный (цветной)	Избыточным давлением
Днище						
Швы днища, швы накладок с днищем	+	+	–	–	–	–
Швы днища на расстоянии 250 мм от наружной кромки	+	+	+	–	–	–
Стенка						
Вертикальные швы 1-го и 2-го поясов	+	–	+	1)	–	–
Вертикальные швы остальных поясов	+	–	2)	+	–	–
Горизонтальные швы поясов	+	–	2)	+	–	–
Перекрестья вертикальных и горизонтальных швов	+	–	+	–	–	–
Шов между патрубком и стенкой	+	+	–	+	–	–
Шов между воротником патрубка (люка) и 1-м поясом стенки	+	–	–	–	+	+
Шов между воротником патрубка (люка) и стенкой (кроме 1-го пояса)	+	–	–	–	–	+
Радиальные швы колец жесткости	+	–	–	–	–	+
Места удаления сборочных приспособлений, сварные соединения элементов конструкции после их термической обработки	+	–	–	–	+	–
Шов стенки с днищем	+	+	–	–	+	–
		(с внутренней стороны шва)			или проба «мел-керосин» с наружной стороны шва ³⁾	

Окончание таблицы 6.19

Зона контроля	Метод контроля					
	Визуально-измерительный	Вакуумирование	Радиография	Ультразвуковой	Капиллярный (цветной)	Избыточным давлением
Крыша						
Радиальные швы опорного кольца	+	—	—	+	—	—
Швы настила кровли, щитов кровли	+	+	—	—	—	+
Шов патрубка с кровлей	+	+	—	—	—	—
Плавающая крыша (стальной понтон)						
Швы коробов (отсеков) и заглушек стоек	+	—	—	—	—	+(каждый короб, отсек)
Швы центральной части	+	+	—	—	—	—
Швы патрубков с крышей	+	+	—	—	—	—
¹⁾ Допускается применение УЗК. ²⁾ Допускается применение РК. ³⁾ Контроль пробой «мел-керосин» выполняют до сварки шва с внутренней стороны.						

6.18.4 Визуальному контролю должны подвергаться 100 % длины всех сварных соединений резервуара.

6.18.5 По внешнему виду сварные швы должны удовлетворять следующим требованиям:

- по форме и размерам швы должны соответствовать проекту;
- швы должны иметь гладкую или равномерно чешуйчатую поверхность (высота или глубина впадин не должна превышать 1 мм);
- металл шва должен иметь плавное сопряжение с основным металлом;
- швы не должны иметь недопустимых внешних дефектов.

6.18.6 К недопустимым внешним дефектам сварных соединений резервуарных конструкций относятся трещины любых видов и размеров, несплавления, наплывы, грубая чешуйчатость, наружные поры и цепочки пор, прожоги и свищи.

6.18.7 Подрезы основного металла допускаются не более значений, указанных в таблице 6.20.

Таблица 6.20

Наименование сварного соединения	Допускаемое значение подреза при классе опасности резервуара		
	IV	III	I, II
Вертикальные поясные швы и соединение стенки с днищем	5 % толщины, но не более 0,5 мм	Не более 0,5 мм	Не более 0,3 мм
Горизонтальные соединения стенки	5 % толщины, но не более 0,8 мм	5 % толщины, но не более 0,6 мм	5 % толщины, но не более 0,5 мм
Прочие соединения	5 % толщины, но не более 0,8 мм	5 % толщины, но не более 0,6 мм	5 % толщины, но не более 0,6 мм
<i>Примечание</i> — Длина подреза не должна превышать 10 % длины шва в пределах листа.			

6.18.8 Выпуклость швов стыковых соединений не должна превышать значений, указанных в таблице 6.21.

Таблица 6.21

В миллиметрах

Толщина листов, мм	Максимальная величина выпуклости	
	вертикальных соединений стенки	других соединений
До 12 включ.	1,5	2,0
Св. 12 до 24 включ.	2,0	3,0
Св. 24	3,0	4,0

6.18.9 Для стыковых соединений из деталей одной толщины допускается смещение свариваемых кромок относительно друг друга, не более:

- 1,0 мм — для деталей толщиной до 10 мм;
- 10 % толщины, но не более 3 мм — для деталей толщиной более 10 мм.

6.18.10 Выпуклость или вогнутость углового шва не должна превышать более чем на 20 % катет шва.

6.18.11 Уменьшение катета углового шва допускается не более 1 мм. Увеличение катета углового шва допускается, мм, не более:

- 1,0 — для катетов, мм до 5 включ.;
- 2,0 — то же св. 5.

6.18.12 В местах пересечения сварных швов и в местах исправления дефектов необходимо обеспечивать минимальную концентрацию напряжений за счет обеспечения плавного сопряжения шва с основным металлом.

6.18.13 Контролю на герметичность подлежат все сварные швы, обеспечивающие герметичность резервуара, а также плавучесть и герметичность понтона или плавающей крыши.

6.18.14 Контроль герметичности сварных швов с использованием пробы «мел-керосин» следует производить путем обильного смачивания швов керосином. На противоположной стороне сварного шва, предварительно покрытой водной суспензией мела или каолина, не должно появляться пятен. Продолжительность контроля капиллярным методом зависит от толщины металла, типа сварного шва и температуры испытаний. Заключение о наличии в сварном соединении сквозных дефектов делают не ранее 1 ч после нанесения на шов индикатора сквозных и поверхностных дефектов.

6.18.15 При вакуумном способе контроля герметичности сварных швов вакуум-камеры должны создавать разрежение над контролируемым участком с перепадом давления не менее 250 мм вод. ст. Перепад давления должен проверяться вакуумметром. Неплотность сварного шва обнаруживается по образованию пузырьков в нанесенном на сварное соединение мыльном или другом пенообразующем растворе.

6.18.16 Допускается не производить контроль на герметичность стыковых соединений листов стенки толщиной 12 мм и более.

6.18.17 Контроль давлением применяется для проверки герметичности сварных швов приварки усиливающих листовых накладок люков и патрубков на стенке резервуаров. Контроль производится путем создания избыточного воздушного давления от 400 до 4000 мм вод. ст. в зазоре между стенкой резервуара и усиливающей накладкой с использованием для этого контрольного отверстия в усиливающей накладке. При этом на сварные швы внутри и снаружи резервуара должна быть нанесена мыльная пленка, пленка льняного масла или другого пенообразующего вещества, позволяющего обнаружить утечки. После проведения испытаний контрольное отверстие рекомендуется заполнить ингибитором коррозии.

6.18.18 Контроль герметичности сварных соединений настила крыш резервуаров рекомендуется проводить в процессе гидравлических и пневматических испытаний за счет создания избыточного давления воздуха внутри резервуара до 150–200 мм вод. ст.

6.18.19 Объем контроля сварных соединений резервуаров физическими методами определяется в рабочей документации КМ в зависимости от:

- класса резервуара по степени опасности;
- категории сварного шва;
- уровня расчетных напряжений в сварном соединении;
- условий и режима эксплуатации резервуара, включая температуру эксплуатации, цикличность нагружения, сейсмичность района и т. д.

6.18.20 Радиографический контроль (рентгенографированием или гаммаграфированием) должен производиться в соответствии с действующими ТНПА для всех типоразмеров резервуаров. Объем контроля должен быть указан в чертежах марки КМ.

6.18.21 Наряду с радиографическим контролем может применяться рентгенотелевизионный контроль согласно действующим ТНПА.

6.18.22 Радиографический контроль выполняется только после приемки сварных соединений по визуальному контролю.

6.18.23 При контроле пересечений швов рентгеновские пленки должны размещаться Т-образно или крестообразно — по две пленки на каждое пересечение швов.

6.18.24 Снимки должны иметь длину не менее 240 мм, а ширину — согласно соответствующим стандартам.

6.18.25 Маркировочные знаки должны содержать идентификационные номера резервуара и контролируемого конструктивного элемента, а также номер рентгенограммы, указанный на развертке контролируемого элемента.

6.18.26 Для соединений из деталей толщиной 8 мм и более допускается вместо радиографического контроля применять контроль ультразвуковой дефектоскопией.

6.18.27 Допускаемые виды и размеры дефектов в зависимости от класса резервуаров определяют по ГОСТ 23055.

6.18.28 Оценка внутренних дефектов сварных швов при радиографическом контроле должна производиться в соответствии с ГОСТ 23055 для резервуаров:

- IV класса опасности — по 6-му классу соединений;
- III класса опасности — по 5-му классу соединений;
- I, II классов опасности — по 4-му классу соединений.

Непровары и несплавления в швах не допускаются.

6.18.29 Радиографический контроль применяется для контроля стыковых сварных швов стенки и стыковых сварных швов окраек днищ в зоне сопряжения со стенкой резервуаров.

6.18.30 Зоны радиографического контроля устанавливаются в соответствии со следующими требованиями:

- стенки резервуаров должны контролироваться в соответствии с таблицей 6.22;
- участки всех вертикальных сварных соединений в зонах примыкания к днищу длиной не менее 240 мм на резервуарах объемом более 1000 м³ подлежат обязательному контролю;
- при выборе зон контроля вертикальных и горизонтальных соединений преимущественное внимание необходимо уделять проверке качества мест пересечения швов;
- монтажные стыки полотнищ стенок должны контролироваться в объеме 100 % вертикальных швов и всех пересечений вертикальных и горизонтальных швов.

Таблица 6.22

Зона контроля	Объем контроля сварных швов, %, в зависимости от класса опасности резервуара				
	IV	III		II	I
		1000–9000 м ³	10 000–20 000 м ³		
Вертикальные сварные соединения в поясах:					
1, 2	20	25	50	100	100
3, 4	5	10	25	50	100
5, 6	2	5	10	25	50
остальных	—	—	5	10	25
Горизонтальные сварные соединения между поясами:					
1–2	3	5	10	15	20
2–3	1	2	5	5	10
3–4	—	—	2	2	5
остальными	—	—	—	2	2
<i>Примечание</i> — При выборе зон контроля преимущество следует отдавать местам пересечения швов. Монтажные стыки резервуаров рулонной сборки объемом от 1000 м ³ и более должны контролироваться в объеме 100 % длины швов.					

6.18.31 Все радиальные швы кольцевых краев днищ должны контролироваться в зоне примыкания нижнего пояса стенки (один снимок на каждый радиальный шов).

6.18.32 При обнаружении недопустимых дефектов сварного шва должны быть определены границы дефектного участка. Кроме того, должен быть сделан дополнительный снимок (не считая снимков, необходимых для определения границ дефекта) в любом месте этого же или другого шва, выполненного тем же сварщиком, который допустил дефект. На схемах расположения рентгенограмм должны быть указаны места, где были обнаружены недопустимые дефекты и проводилось исправление. Если в сварном соединении установлен уровень дефектности более 10 %, объем контроля таких швов удваивается.

6.18.33 Ультразвуковая дефектоскопия производится для выявления внутренних дефектов (трещин, непроваров, шлаковых включений, газовых пор) с указанием количества дефектов, их эквивалентной площади, условной протяженности и координат расположения.

6.18.34 Контроль магнитопорошковой или цветной дефектоскопией производится в целях выявления поверхностных дефектов основного металла и сварных швов, не видимых невооруженным глазом. Магнитопорошковой или цветной дефектоскопии подлежат:

- все вертикальные сварные швы стенки и швы соединения стенки с днищем резервуаров, эксплуатируемых при температуре хранимого продукта св. 120 °С;
- сварные швы приварки люков и патрубков к стенке резервуаров после их термической обработки;
- места на поверхности листов стенок резервуаров с пределом текучести св. 345 МПа, где производилось удаление технологических приспособлений.

6.18.35 При гидравлических испытаниях резервуара фиксируются и бракуются все места, где появляются течи и отпотины. После опорожнения резервуара в этих местах производят необходимый ремонт и контроль.

6.18.36 Дефектные места в настиле стационарной крыши и в зоне ее примыкания к стенке, выявленные в процессе пневматических испытаний резервуара, фиксируются по появлению пузырьков на соединениях, покрытых пенообразующим раствором.

7 Защита резервуаров от коррозии

7.1 Общие положения

7.1.1 Защита резервуаров от коррозии должна производиться на основании анализа условий эксплуатации, конструктивных особенностей проектируемых стальных конструкций резервуаров, климатических факторов, атмосферных и других воздействий на наружные поверхности резервуаров, вида и степени агрессивного воздействия хранимого продукта и его паров на внутренние поверхности, а также требуемого срока службы резервуара. По результатам анализа должен быть разработан отдельный проект или раздел в составе чертежей марки КМ по антикоррозионной защите резервуара с обязательным указанием систем антикоррозионной защиты стальных конструкций резервуара и ожидаемого срока службы (долговечности) системы защитного покрытия при выполнении принятых в проекте технических решений.

7.1.2 Проектной организации рекомендуется выбирать систему антикоррозионной защиты на ранней стадии проектирования с учетом условий эксплуатации резервуара и необходимого срока службы, консультируясь со специалистами по антикоррозионной защите.

7.1.3 Проектирование резервуаров должно осуществляться таким образом, чтобы конструкция резервуара обеспечивала максимально возможный доступ к поверхности, подлежащей антикоррозионной защите.

7.1.4 Для обеспечения безопасного производства работ по антикоррозионной защите внутренней поверхности резервуара в проектной документации на выполнение антикоррозионных работ должны быть предусмотрены свободный доступ внутрь резервуара и обеспечение вентиляции.

7.1.5 Для зон, потенциально подверженных коррозионному разрушению и недоступных после монтажа, следует предусмотреть антикоррозионную защиту на весь срок эксплуатации и (или) пуск на коррозию.

7.1.6 Конструкции резервуаров должны проектироваться с соблюдением требований [3], чтобы уменьшить возможность возникновения видов коррозии, которые прямо или косвенно зависят от геометрии конструкции. Формы элементов конструкции и методы их соединения должны быть такими, чтобы изготовление, соединение и любая последующая обработка не вызывали коррозию.

7.1.7 На выполнение работ по антикоррозионной защите каждого резервуара производитель работ разрабатывает ППР и согласовывает с заказчиком в установленном порядке.

7.1.8 Работы по нанесению защитных покрытий следует производить после окончания гидравлического испытания резервуара. Приварка любых элементов к конструкциям резервуара во время и после проведения антикоррозионных работ запрещается.

7.1.9 Выполнение требований к конструкции резервуара должно быть отражено в акте проверки готовности резервуара к проведению работ по антикоррозионной защите по форме в соответствии с приложением В.

7.1.10 В целях активной защиты резервуара от почвенной коррозии и коррозии блуждающими токами рекомендуется применение электрохимической защиты. Электрохимическая защита конструкций резервуара должна осуществляться с применением установок протекторной или катодной защиты.

Выбор метода защиты должен обосновываться технико-экономическими показателями.

7.1.11 По требованию заказчика допускается выполнение антикоррозионной защиты наружной поверхности днища резервуара. При проектировании защиты от коррозии наружной поверхности днищ резервуаров следует руководствоваться следующими требованиями:

— устройство фундаментов и основания под резервуар должно обеспечивать отвод грунтовых вод и атмосферных осадков от днища;

— при выполнении гидрофобного слоя из битумно-песчаной смеси (соотношение по массе 1:9) не требуется нанесения защитных покрытий на наружную поверхность днища. Применяемые песок и битум не должны содержать коррозионно-активных агентов.

7.1.12 Номинальная толщина покрытий должна быть указана в разделе антикоррозионной защиты резервуара в составе чертежей марки КМ.

7.1.13 При контроле толщины покрытия количество и местоположение участков для измерений должны быть такими, чтобы получить убедительные данные о реальной толщине лакокрасочного покрытия. Это должно быть предметом соглашения между заинтересованными сторонами и отмечено в технологической документации. Количество контролируемых участков зависит от площади и конфигурации окрашиваемой поверхности. Следует провести измерения на всех обособленных и отличающихся конструктивно частях сооружения, особенно в тех местах, к которым затруднен доступ при окрашивании. Соотношение количества мест измерений толщины покрытия и площади окрашиваемой поверхности по [3] приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Площадь окрашиваемой поверхности, м ²	Количество мест измерений
10	5
20	10
30–100	15
200	20
400	30
600	40
800	50
1000	60
2000	70

7.1.14 Допускаемое отклонение отвержденного покрытия в большую сторону определяет поставщик ЛКМ с учетом критической толщины слоя конкретного ЛКМ, при превышении которой в покрытии создаются внутренние напряжения, вызывающие разрушение покрытия, и технологических свойств ЛКМ, когда при определенной толщине происходит стекание краски с вертикальных поверхностей.

7.1.15 Срок службы покрытия — это предполагаемая долговечность системы покрытия до его первого капитального ремонта. Согласно [4] первый капитальный ремонт покрытия производят при степени разрушения покрытия R_i , равной 3 по [5], т. е. 1 % окрашенной поверхности покрыт ржавчиной. По согласованию заинтересованных сторон решение о капитальном ремонте может быть принято и при меньшей степени разрушения покрытия согласно [5].

7.1.16 Продолжительность срока службы наружных и внутренних защитных покрытий — не менее 10 лет по [6].

7.1.17 Для обеспечения требуемой долговечности резервуара, наряду с конструктивными, расчетными и технологическими мероприятиями, используется увеличение толщины основных элементов конструкций (стенка, днище, стационарные и плавающие крыши, понтоны) за счет припуска на коррозию.

7.1.18 В соответствии с ГОСТ 1510 нефть и нефтепродукты следует хранить в металлических резервуарах с внутренним маслобензиностойким и паростойким защитным покрытием, удовлетворяющим требованиям электростатической искробезопасности по [7].

7.1.19 Для получения качественного покрытия необходимо следить за отсутствием влаги на окрашиваемой поверхности. Конденсация влаги из окружающего воздуха на металлической поверхности не происходит, если температура металлической поверхности на 3 °C выше точки росы.

7.1.20 При выборе типа ЛКМ необходимо учитывать погоднo-климатические условия во время нанесения антикоррозионных покрытий:

— для лакокрасочных защитных покрытий, приготовленных на основе природных смол, — температура поверхности не ниже 10 °C и относительная влажность воздуха не выше 70 %;

— для эпоксидных и двухкомпонентных полиуретановых покрытий — температура поверхности не ниже 5 °C и относительная влажность воздуха не выше 80 %;

— для однокомпонентных полиуретановых влагоотверждаемых покрытий — температура поверхности не ниже 0 °C и относительная влажность воздуха до 98 %.

7.1.21 Проведение антикоррозионных работ внутри резервуара с плавающей крышей допускается при условии временной герметизации зазора между стенкой и вторичным уплотнением затвора.

7.1.22 При проведении антикоррозионных работ внутри резервуаров типа РВС и РВСП для создания оптимальных условий используют установки для подогрева и осушки воздуха.

7.1.23 ЛКМ наносят только на чистую сухую поверхность. Не допускается производить окрашивание по мокрой или отпотевшей поверхности. В случае отпотевания поверхности необходимо осушить ее нагретым очищенным воздухом до удаления влаги.

7.1.24 Растворители, применяемые для разбавления ЛКМ и используемые для промывки шлангов оборудования, должны соответствовать указанным в технической документации на материал.

7.1.25 Высоковязкие эпоксидные и однокомпонентные полиуретановые материалы наносят методом безвоздушного распыления. Кромки, углы, сварные швы, заклепки и т. п. предварительно окрашивают кистью (производят полосование) или валиком на их ширину плюс 10 мм с каждой стороны.

7.1.26 При невозможности нанесения ЛКМ на труднодоступные участки методом распыления, окраску производят кистью или валиком, соблюдая количество слоев и соответствующие требования к качеству покрытия.

7.1.27 Отверждение каждого слоя и покрытия в целом производят согласно режимам, указанным в технической документации на применяемый ЛКМ. Время отверждения зависит от условий окружающей среды.

7.1.28 Время выдержки внутреннего покрытия до эксплуатации после полного отверждения определяется технической документацией на систему покрытия и зависит от условий окружающей среды. При температуре окружающего воздуха 20 °C выдержка составляет 7 сут (если другое значение

не указано в документе на ЛКМ). При более низких температурах время выдержки увеличивается.

7.1.29 После выдержки покрытия согласно 7.1.28 производят контроль в соответствии с 7.6.

7.1.30 При наличии отдельных дефектов, имеющих суммарную площадь менее 15 % от общей площади покрытия внутренней или наружной поверхности, покрытие на этих участках следует удалить механическим способом, поверхность зачистить до металлического блеска, при необходимости — обезжирить, и нанести ЛКМ по технологии, соответствующей технологии нанесения основного покрытия.

7.1.31 При выявлении пор и низкой толщины покрытия поверхность зачищают для придания шероховатости, удаляют пыль и наносят ЛКМ.

7.1.32 Толщина покрытия в зоне ремонта должна быть равна толщине основного покрытия.

7.2 Требования к защите от коррозии наружных поверхностей резервуаров

7.2.1 Коррозионная активность окружающей среды определяется комплексным воздействием на антикоррозионное покрытие следующих факторов: температуры и относительной влажности воздуха,

солнечной радиации, суточного перепада температур, образования конденсата на поверхности резервуара, наличия загрязнений в атмосфере (диоксида серы и других коррозионно-активных газов).

7.2.2 Степень агрессивного воздействия среды на элементы металлоконструкций резервуара, находящиеся на открытом воздухе, определяют температурно-влажностными характеристиками окружающего воздуха и концентрацией содержащихся в атмосфере воздуха коррозионно-активных газов в соответствии с ТКП 45-2.01-111.

7.2.3 Наружное покрытие резервуаров должно обеспечивать антикоррозионную защиту резервуара в условиях эксплуатации, указанных в задании на проектирование.

7.2.4 Покрытие должно быть устойчивым к изменению геометрических параметров конструкции резервуара в процессе его эксплуатации, размеры которых определены настоящим техническим кодексом.

7.2.5 Покрытие должно быть стойким к кратковременному воздействию хранящегося в резервуаре продукта на случай облива наружной поверхности в процессе эксплуатации резервуара, стойким и химически нейтральным к моющим средствам.

7.2.6 Толщина покрытия должна соответствовать номинальной толщине в соответствии с технической документацией на данную систему покрытия.

7.2.7 Поверхность покрытия должна быть однородной, иметь низкое грязеудержание.

7.2.8 Наружные поверхности резервуаров, находящиеся на открытом воздухе, должны быть защищены антикоррозионными покрытиями на основе ЛКМ светлого тона с высокой светоотражательной способностью.

7.2.9 Покрытие должно быть устойчивым к нагрузкам, возникающим в результате суточных перепадов температур и перепадов температур в процессе эксплуатации.

7.2.10 Покрытие должно быть сплошным для обеспечения барьерного эффекта.

7.2.11 На наружную поверхность стенки резервуаров должны быть нанесены следующие обозначения: номер резервуара, максимальный уровень разлива продукта, базовая (трафаретная) высота, номера контрольных точек для нивелирования окрайки днища, надпись «Огнеопасно».

7.3 Требования к защите от коррозии внутренних поверхностей резервуаров

7.3.1 По условиям эксплуатации внутренняя поверхность резервуара разделяется на три зоны по [6]:

- внутренняя поверхность днища и нижний пояс на высоте 1 м от днища;
- средние пояса и нижние части понтонов и плавающих крыш (зона контакта с продуктом);
- кровля и верхний пояс, бортовые поверхности понтона и плавающих крыш.

7.3.2 Днище и первый пояс резервуара подвергаются воздействию коррозионно-активной минерализованной подтоварной воды.

7.3.3 Средние пояса резервуара испытывают воздействие нефтепродукта, коррозионная активность которого незначительна.

7.3.4 Верхний пояс и крыша резервуаров со стационарной крышей подвергаются воздействию газовой фазы повышенной коррозионной агрессивности за счет присутствия кислорода, углекислого газа, сероводорода и паров воды.

7.3.5 Элементы конструкций и трубопроводы, находящиеся внутри резервуара, также подвергаются воздействию различных сред в зависимости от их расположения по высоте резервуара.

7.3.6 Максимальная температура эксплуатации внутреннего покрытия должна быть задана заказчиком в задании на проектирование.

7.3.7 Степени агрессивного воздействия сред определяют по ТКП 45-2.01-111.

7.3.8 При выборе защитных покрытий и назначении припусков на коррозию следует учитывать степень агрессивного воздействия среды на элементы металлоконструкций внутри резервуара. Степень агрессивного воздействия среды на элементы металлоконструкций внутри резервуара приведена в таблице 7.2.

7.3.9 Внутреннее покрытие резервуаров должно обладать стойкостью к хранящимся в резервуаре продуктам с удовлетворением требований электростатической искробезопасности по ГОСТ 1510.

7.3.10 Покрытие должно быть устойчивым к изменению геометрических параметров конструкций резервуара в процессе его эксплуатации, размеры которых определены настоящим техническим кодексом.

7.3.11 Покрытие должно быть устойчивым к нагрузкам, возникающим в результате суточных перепадов температур и перепадов температур в процессе эксплуатации.

Таблица 7.2 — Степень агрессивного воздействия среды на элементы металлоконструкций внутри резервуара

Элементы металлоконструкций резервуаров	Степень агрессивного воздействия продуктов хранения на стальные конструкции внутри резервуара				
	Сырая нефть	Мазут, гудрон, битум	Дизельное топливо, керосин	Бензин	Производственные стоки без очистки
1 Внутренняя поверхность днища и нижний пояс на высоте 1 м от днища	Средне-агрессивная	Средне-агрессивная	Средне-агрессивная	Слабо-агрессивная	3 < рН ≤ 11, суммарная концентрация сульфатов и хлоридов до 5 г/дм³, среднеагрессивная
2 Средние пояса и нижние части понтонов и плавающих крыш	Слабо-агрессивная	Слабо-агрессивная	Слабо-агрессивная	Слабо-агрессивная	
3 Кровля и верхний пояс, бортовые поверхности понтона и плавающих крыш	Средне-агрессивная	Средне-агрессивная	Средне-агрессивная	Средне-агрессивная	
<i>Примечания</i> 1 При содержании в сырой нефти сероводорода в концентрации более 10 мг/дм³ или сероводорода и углекислого газа в любых соотношениях степень агрессивного воздействия для поз. 1 и 3 повышается на одну ступень. 2 Для прямогонного бензина степень агрессивного воздействия для поз. 2 повышается на одну ступень.					

7.3.12 Толщина покрытия должна соответствовать номинальной толщине в соответствии с технической документацией на данную систему покрытия.

7.3.13 Покрытие должно иметь прочное сцепление с металлической поверхностью.

7.3.14 Поверхность покрытия должна быть однородной и легко поддаваться очистке от хранящегося в резервуаре продукта перед проведением осмотров.

7.3.15 Покрытие должно быть сплошным для обеспечения барьерного эффекта.

7.3.16 Удельное объемное сопротивление покрытия не нормируется согласно ГОСТ 1510.

7.4 Требования к подготовке поверхности резервуара

7.4.1 Подготовка металлической поверхности резервуара перед окраской включает следующие основные операции:

- обезжиривание участков с любой степенью зажиренности;
- очистка от окислов и солей;
- обеспыливание;
- осушка (при необходимости).

7.4.2 Обезжиривание участков с любой степенью зажиренности производят органическими растворителями или моющими составами в соответствии с ГОСТ 9.402.

7.4.3 Перед нанесением защитных покрытий все поверхности должны быть очищены от прокатной окалины и ржавчины абразивоструйным или другим способом до степени 1 под металлизационно-лакокрасочные покрытия или до степени 1–2 под лакокрасочные покрытия, обеспылены и обезжирены до степени 2 по ГОСТ 9.402.

7.4.4 На поверхностях металлоконструкций, подготовленных к выполнению антикоррозионных работ, должны отсутствовать:

- возникшие при сварке остатки шлака, сварочные брызги, наплывы, неровности сварных швов;
- следы обрезки и газовой резки, расслоения и растрескивания;
- острые кромки до радиуса менее 3,0 мм на внутренней и 1,5 мм на наружных поверхностях резервуара;
- вспомогательные элементы, использованные при сборке, монтаже, транспортировании, подъемных работах, и следы, оставшиеся от приварки этих элементов;
- химические загрязнения (остатки флюса, составов, использовавшихся при дефектоскопии сварных швов), которые находятся на поверхности сварных швов и рядом с ними;
- жировые, механические, солевые и другие загрязнения.

7.4.5 Сварные швы должны иметь плавный переход к основному металлу без подрезов и наплывов. Все элементы металлоконструкций внутри резервуара, привариваемые к стенке, днищу или крыше, должны быть обварены по контуру для исключения образования зазоров и щелей. Кроме того, все элементы металлоконструкций, находящихся на открытом воздухе, при среднеагрессивном воздействии окружающей среды, также должны быть обварены по контуру для исключения образования зазоров и щелей.

7.4.6 Сжатый воздух, предназначенный для абразивной обработки и окрашивания методом распыления, должен соответствовать требованиям ГОСТ 9.010.

7.4.7 Абразивную очистку крупногабаритных конструкций резервуаров производят поэтапно. При этом обрабатываемая за один раз поверхность не должна превышать площадь, которая может быть защищена до ее окисления. Интервал между подготовкой поверхности и окрашиванием определяется технической документацией на конкретный ЛКМ, но не должен превышать установленного в ГОСТ 9.402.

7.4.8 По окончании абразивной очистки и оседания пыли удаляют отработанный абразивный материал из рабочей зоны и производят обеспыливание поверхности.

7.4.9 Поверхность, подготовленная к окрашиванию, должна быть сухой, обеспыленной, без загрязнений маслами, смазками, не должна иметь налета вторичной коррозии.

7.4.10 Подготовленная к окраске поверхность подлежит контролю по следующим показателям:

- степень очистки от окислов;
- степень очистки от содержания солей;
- шероховатость поверхности;
- степень обеспыливания.

7.4.11 При наличии на поверхности участков, не соответствующих требованиям настоящего подраздела, обработку повторяют.

7.4.12 Работы по поэтапной подготовке поверхности фиксируют в журнале производств работ по нанесению антикоррозионного покрытия на резервуар по форме в соответствии с приложением Д.

7.4.13 По окончании работ комиссия составляет акт на скрытые работы по подготовке поверхности резервуара к окраске по форме в соответствии с приложением Г, отражающий качество подготовки поверхности.

7.5 Требования к ЛКМ и подготовка их к нанесению

7.5.1 Поставляемые для антикоррозионной защиты ЛКМ должны удовлетворять требованиям технической документации. Качество поступающих материалов должно быть подтверждено сертификатами предприятия-изготовителя. При необходимости лаборатория входного контроля проводит дополнительные испытания.

7.5.2 При поставке ЛКМ должны сопровождаться технической документацией, включающей:

- сертификат на каждую партию поставляемого ЛКМ;
- сертификаты на вспомогательные материалы (растворители, разбавители);
- инструкцию по применению ЛКМ;
- рекомендации по хранению ЛКМ с указанием срока хранения, при котором гарантируется сохранение качества материалов в соответствии с сертификатом качества;
- гигиенический сертификат на ЛКМ;
- другие документы на ЛКМ по требованию заинтересованных сторон.

При необходимости производитель работ имеет право запрашивать у поставщика ЛКМ дополнительную информацию, касающуюся антикоррозионной защиты.

7.5.3 Подготовка к нанесению двухкомпонентных ЛКМ заключается в смешении компонентов в соотношении, определяемом технической документацией на материал. Количество приготовленного состава рассчитывают с учетом жизнеспособности ЛКМ. При повышении температуры жизнеспособность материала сокращается, что отражено в технической документации на материал и ППР.

7.5.4 Должен быть проведен входной контроль абразивных материалов, включающий проверку сопроводительной документации, осмотр транспортной тары и установление соответствия показателей свойств материала, указанных в сертификате на партию абразива, требованиям, указанным в технической документации на него.

7.6 Требования к контролю и приемке покрытия

7.6.1 Для качественного выполнения работ по антикоррозионной защите резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов на всех стадиях технологического процесса осуществляют следующие операции контроля:

- контроль условий окружающей среды;
- входной контроль ЛКМ и абразивных материалов;
- подготовка металлических поверхностей перед окраской;
- подготовка ЛКМ перед применением;
- контроль качества воздуха, применяемого при подготовке поверхности и нанесении ЛКМ;
- контроль нанесения ЛКМ и отверждения;
- контроль качества готового покрытия.

7.6.2 Контроль условий окружающей среды включает контроль следующих параметров:

- температуры воздуха;
- относительной влажности воздуха;
- точки росы;
- температуры металлической поверхности.

7.6.3 Все параметры контролируют перед началом и в процессе проведения работ по подготовке поверхности и нанесению ЛКМ.

7.6.4 Качество подготовки металлической поверхности необходимо контролировать по следующим показателям:

- степень очистки от окислов — по ГОСТ 9.402 и [8];
- шероховатость — по [9];
- степень обеспыливания — по [10];
- содержание солей — по [11].

7.6.5 Контроль в процессе нанесения ЛКМ проводят по следующим показателям:

- температура металлической поверхности (термометр);
- температура ЛКМ (термометр);
- качество подготовки поверхности;
- качество нанесения ЛКМ на сварные швы, заклепки и т. п. (визуально);
- сплошность каждого слоя покрытия;
- толщина мокрого слоя;
- режимы отверждения;
- толщина сухого слоя;
- качество нанесения кистью слоев ЛКМ в труднодоступных местах (визуально);
- время между нанесением слоев (техническая документация на систему покрытия);
- качество поверхности перед нанесением очередного слоя (визуально);
- количество слоев покрытия (техническая документация на систему покрытия).

7.6.6 Температура ЛКМ при их транспортировке, хранении и применении должна быть в пределах значений, установленных техническими требованиями на материал.

7.6.7 Сплошность покрытия, т. е. равномерное, без пропусков распределение ЛКМ по поверхности, обычно оценивается визуально (по укывистости) при хорошем рассеянном дневном свете или искусственном освещении. На ответственных конструкциях (указывается в задании на проектирование) сплошность контролируется инструментальными способами по [12].

7.6.8 Толщину мокрого слоя определяют калиброванным толщиномером типа «гребенка» для неотвержденного покрытия по [13]. Показатель должен быть указан в инструкции по применению ЛКМ и соответствовать требованиям технической документации на систему покрытия.

7.6.9 Режимы отверждения (температура и время) контролируют в соответствии с ГОСТ 19007. Режимы отверждения должны соответствовать требованиям технической документации на ЛКМ или систему покрытия.

7.6.10 Толщину сухой пленки контролируют магнитным толщиномером. Показатель должен соответствовать требованиям технической документации на систему покрытия.

7.6.11 Количество слоев покрытия должно соответствовать технической документации на систему покрытия.

7.6.12 Контроль отвержденного антикоррозионного покрытия осуществляют после его полного отверждения. Контролю подлежат следующие показатели:

- внешний вид (после полного формирования покрытие подлежит 100 %-му визуальному контролю на наличие дефектов окрашивания);
- толщина сухого слоя по [14];
- сплошность по [12];
- адгезия по ГОСТ 15140, [15] – [17].

7.6.13 Адгезию покрытия определяют одним из четырех методов в зависимости от толщины покрытия:

- методом решетчатого надреза по ГОСТ 15140 — при суммарной толщине покрытия до 200 мкм;
- методом решетчатого надреза по [16] — при суммарной толщине покрытия до 250 мкм;
- методом Х-образного надреза по [15] — при толщине покрытия св. 250 мкм;
- методом нормального отрыва по [17] — при любой толщине покрытия.

Показатели адгезии должны соответствовать требованиям технической документации на систему покрытия.

Примечание — Механическое повреждение покрытия после оценки адгезии восстанавливают: места повреждения зачищают шкуркой (наждачной бумагой), обеспыливают, обезжиривают и закрашивают.

7.6.14 После окончания осмотра комиссией составляется акт приемки антикоррозионного покрытия резервуара в эксплуатацию по форме в соответствии с приложением Е. К акту прилагаются:

- сертификаты на применяемые материалы;
- акт на скрытые работы по подготовке поверхности под окраску;
- журнал производства работ по нанесению антикоррозионного покрытия;
- заключение по толщиномеру.

7.7 Требования к защите от коррозии металлоконструкций на период транспортировки, хранения и монтажа

7.7.1 Требования к транспортированию и хранению должны быть приведены в чертежах марки КМ.

7.7.2 При выполнении такелажных и транспортных операций должны быть предусмотрены мероприятия, исключающие возможность деформирования конструкций и повреждения поверхности и кромок элементов, подлежащих сварке.

При хранении на открытых площадках конструкции резервуаров не должны соприкасаться с грунтом, на них не должна застаиваться вода и их пространственное положение и схема закрепления должны исключать изменение проектной геометрической формы.

7.7.3 Рекомендуется наносить антикоррозионные грунтовочные покрытия на металлоконструкции внутренней и наружной поверхности стенки, днища и крыши в заводских условиях. В случае длительного хранения этих металлоконструкций допускается нанесение проектного грунтовочного покрытия со сроком службы этого покрытия не менее срока хранения металлоконструкций или учитывать на стадии проектирования припуск на коррозию на период хранения. Заказчик должен указать в задании на проектирование предполагаемый срок хранения конструкций и припуск на коррозию.

7.7.4 В заводских условиях не подлежат грунтованию и окрашиванию зоны монтажной сварки на ширину 100 мм по обе стороны от шва.

7.7.5 После монтажа и гидравлических испытаний резервуара проектное грунтовочное покрытие, нанесенное в заводских условиях, подлежит контролю. При наличии дефектных участков с суммарной площадью более 15 % покрытие на внутренней и наружной поверхностях конструкций полностью должно быть удалено и произведена повторная окраска согласно требованиям настоящего технического кодекса, включая подготовку поверхности.

7.8 Электрохимическая защита от коррозии

7.8.1 В целях активной защиты днища резервуара от почвенной коррозии и коррозии блуждающими токами рекомендуется применение электрохимической защиты — катодной или протекторной. Выбор метода защиты осуществляется на основании сравнения технико-экономических показателей.

7.8.2 За системой протекторной и катодной защиты резервуара должен осуществляться контроль путем измерения потенциалов в одной или нескольких точках резервуаров.

7.8.3 Катодная защита резервуара осуществляется при помощи СКЗ.

7.8.3.1 Система ЭХЗ включает в себя следующие элементы: станции катодной защиты, анодные заземлители, клемные шкафы для контрольных и силовых выводов, приборы и оборудование контроля эффективности работы средств ЭХЗ, силовые и измерительные кабельные линии.

7.8.3.2 Конструкция анодных заземлителей определяется по результатам геофизических исследований грунтов. Рекомендуется использовать протяженные аноды из электропроводных эластомерных композиций, поверхностные или глубинные аноды.

7.8.3.3 Протяженные аноды рекомендуется применять при строительстве новых резервуарных парков. В этом случае анодное заземление СКЗ для защиты внешних поверхностей днищ резервуаров должно размещаться под днищем в песчаной засыпке основания резервуара. Расстояние от днища до анодного заземления должно быть не менее 0,85 м и определяться конструкцией заземления и расположением противифльтрационного экрана.

7.8.3.4 Поверхностное и глубинное анодное заземление СКЗ для защиты инженерных сетей должно быть размещено за пределами обвалования резервуаров.

7.8.3.5 Оборудование системы ЭХЗ следует размещать за пределами обвалования, во взрывобезопасных зонах.

7.8.4 Катодная защита внутренней поверхности резервуара предусматривает защиту внутренних поверхностей днища и нижнего пояса в зоне контакта с донным осадком и слоем подтоварной воды.

7.8.4.1 Катодная защита внутренней поверхности резервуаров осуществляется УКЗ. Преобразователь УКЗ следует размещать за пределами обвалованной территории резервуаров.

7.8.4.2 Материал анодов для УКЗ выбирается, исходя из заданного срока службы анодов до их смены, удельного электросопротивления подтоварной воды, конструктивных особенностей и схемы размещения анодов. Схема размещения анодов выбирается, исходя из технологических особенностей резервуара, и может быть с точечными анодами, равномерно распределенными по днищу резервуара, с линейными радиально расположенными анодами, а также с анодами, поднятыми над днищем.

7.8.4.3 Для ввода токопровода в резервуар используется вводная коробка, устанавливаемая в люке на стенке резервуара. Вводная коробка должна иметь взрывозащищенное исполнение.

7.8.5 Протекторная защита резервуара осуществляется при помощи одиночных или групповых протекторных установок.

7.8.5.1 Для протекторной защиты наружной поверхности отдельно стоящих резервуаров необходимо использовать серийные магниевые, алюминиевые и цинковые, литые и протяжные (ленточные, прутковые) протекторы.

7.8.5.2 Установки протекторной защиты резервуаров могут быть:

- с одиночными протекторами, групповыми сосредоточенными протекторами;
- с групповыми рассредоточенными протекторами.

7.8.6 Протекторная защита внутренней поверхности резервуара предусматривает защиту внутренних поверхностей днища и нижнего пояса в зоне контакта с донным осадком и слоем подтоварной воды.

Часть протекторных установок в резервуаре может выполняться контролируемой по току. Эти установки следует обеспечивать узлами измерения тока.

8 Требования к устройству теплоизоляции

8.1 Необходимость устройства теплоизоляции должна быть указана в задании на проектирование резервуара (см. приложение Б).

8.2 Устройство теплоизоляции резервуара должно выполняться по проекту, согласованному с разработчиком чертежей марки КМ.

8.3 Теплоизоляция резервуаров может выполняться только на стенке или на стенке и стационарной крыше.

8.4 При разработке проектной документации в части устройства теплоизоляции должны приниматься во внимание следующие аспекты взаимодействия конструкций резервуара и элементов теплоизоляции (утеплителя, опор под теплоизоляцию, наружной обшивки):

- нагрузка на элементы резервуара от собственного веса теплоизоляции;
- ветровая нагрузка и ее восприятие теплоизоляцией и стенкой резервуара;
- разница тепловых перемещений стенки и наружных элементов теплоизоляции;
- нагрузка на элементы изоляции от радиальных перемещений стенки при гидростатической нагрузке;
- нагрузка на элементы стационарной крыши (не имеющей теплоизоляции) от резкого охлаждения настила, например в случае дождя.

8.5 В качестве утеплителя для выполнения теплоизоляции могут применяться плиты из минеральной ваты плотностью не менее 50 кг/м³ или другие материалы по действующим ТНПА.

8.6 Конструкции опор под теплоизоляцию включают:

- первичные элементы крепления, присоединяемые на сварке к стенке резервуара;
- вторичные элементы крепления, соединяемые с первичными.

8.7 Материал первичных элементов крепления должен соответствовать требованиям 5.7 (конструкции группы А). Приварка первичных элементов к резервуару должна выполняться, как правило, только горизонтальными швами или швами с обваркой по контуру и должна быть завершена до испытаний резервуара. Вторичные элементы крепления по требованиям к материалу относятся к конструкциям группы С и могут быть приварены или присоединены другим образом к первичным элементам после завершения монтажа резервуара и проведения испытаний.

8.8 Наружная обшивка должна выполняться из алюминиевых или оцинкованных стальных листов.

8.9 Минимальная толщина листов обшивки на стенке резервуаров должна составлять, мм:

- 0,9 — алюминиевого листа;
- 0,7 — оцинкованного листа.

8.10 Минимальная толщина листов обшивки на крыше резервуаров должна составлять, мм:

- 1,2 — алюминиевого листа;
- 0,9 — оцинкованного листа.

8.11 Необходимость устройства в резервуаре систем подогрева продукта, а также их тип, конструкция, размеры и расположение определяются заказчиком. Минимальная высота расположения элементов систем подогрева от днища резервуара должна выбираться из условия исключения погружения элементов систем подогрева в слой осадка, возникающего при эксплуатации резервуара. Элементы систем подогрева должны быть изготовлены из металла, совместимого с продуктами, с которыми они вступают в контакт. Конструкция опор для систем подогрева должна исключать возможность передачи на элементы резервуара нагрузок, возникающих при работе указанных систем, а также максимально снизить трение, возникающее при перемещении элементов систем подогрева по опорам.

9 Оборудование для безопасной эксплуатации резервуаров

9.1 Общие положения

9.1.1 Для технического использования и проведения технологических операций резервуар оснащается оборудованием. Для обеспечения безопасной эксплуатации резервуар должен быть оснащен системами безопасности.

9.1.2 На резервуарах должны монтироваться следующие оборудование и системы:

- приемо-раздаточные устройства с внутренней стороны резервуара;
- устройства для размыва донных отложений (для нефти и парафиносодержащих нефтепродуктов или по требованию заказчика);
- сифонный кран, водоспуск;
- замерный, световой, смотровой, монтажный люки и люк-лаз;
- дыхательные и предохранительные клапаны со встроенными огнепреградителями для РВС;
- вентиляционные патрубки для РВСП;
- оборудование системы управления резервуарным парком, включающее приборы контроля, сигнализации и защиты резервуара;
- трубопроводы и генераторы систем пожаротушения;
- трубопроводы системы охлаждения резервуара;
- система защиты резервуара от коррозии;
- система молниезащиты, защиты от статического электричества и заземление.

Резервуарное оборудование и системы устанавливаются на резервуарах в зависимости от их типа (РВС, РВСП и РВСПК) и объема. Перечень оборудования и конструктивных элементов, устанавливаемых на резервуарах, приведен в таблицах 9.1 и 9.2.

Выбор конкретного оснащения резервуаров, расположения оборудования и конструктивных элементов определяется проектной документацией и [18].

Таблица 9.1

Наименование оборудования	Наличие в резервуаре		
	РВС	РВСП	РВСПК
Приемо-раздаточный патрубок	+	+	+
Приемо-раздаточное устройство*	+	+	+
Компенсирующая система приемо-раздаточных патрубков	++	++	++
Устройство для размыва донных отложений	+	+	+
Кран сифонный	+	+	+
Люк-лазы в первом поясе	+	+	+
Люк-лазы во втором (третьем) поясе	—	+	+
Люки световые	+	+	+
Люки смотровые	—	+	—
Люк монтажный	+	+	+
Люк замерный	+	+	+
Дыхательные клапаны	+	—	—
Предохранительные клапаны	+	—	—
Вентиляционные патрубки	—	+	+
Сигнализатор максимального допустимого (аварийного) уровня	+	+	+
Водоспуск	—	—	+
Уровнемер	+	+	+
Система охлаждения	+	+	+
Система пожаротушения	+	+	+
Многоточечный датчик средней температуры	+	+	+
Датчик (термометр) для измерения температуры в пристенном слое	+	+	+
Пожарные извещатели	+	+	+
* Для вновь строящихся резервуарных парков.			

Таблица 9.2

Строительный объем резервуара, м ³	Условный диаметр патрубков, мм	Количество патрубков, шт.	Компенсационная система	
			Тип	Количество компенсаторов, шт.
10 000	500 700	2	С	6* (для резервуара аварийного сброса 3)
20 000	700	2	С	6*
30 000	700	2	С	6*
50 000	700	4	С	12*
* По три компенсатора на одном подводящем трубопроводе.				
Примечание — С — система сильфонных компенсаторов.				

9.1.3 Срок службы оборудования, устанавливаемого на резервуаре, определяется заводом-изготовителем.

9.1.4 Оборудование, устанавливаемое на резервуаре и внутри защитного обвалования, должно быть в климатическом исполнении в соответствии с ГОСТ 15150.

9.1.5 На резервуарах должно устанавливаться оборудование во взрывозащищенном исполнении, сертифицированное в установленном порядке и допущенное к применению органами Госпромнадзора РБ.

9.1.6 Установку патрубков для оборудования на корпусе и крыше резервуара необходимо производить в соответствии с требованиями настоящего технического кодекса.

9.1.7 Оборудование, установленное на резервуаре, должно быть доступным для обслуживания. С этой целью необходимо предусматривать обслуживающие площадки с лестницами.

9.2 Технологическое оборудование

9.2.1 Вид оборудования, устанавливаемого на резервуарах, должен соответствовать требованиям таблицы 9.1. Выбор конкретного оснащения резервуаров и расположение оборудования определяют проектной документацией.

9.2.2 Резервуары могут быть оборудованы трубой сброса и секционными подогревателями. Система подогрева предназначена для поддержания температуры нефти (нефтепродукта), обеспечивающей проведение приемо-сдаточных операций. Параметры системы подогрева должны быть определены теплотехническим расчетом.

9.2.3 Световые люки на стационарной крыше должны располагаться так, чтобы обеспечить возможность их открывания с кольцевой площадки. Световые люки на плавающей крыше могут располагаться произвольно равномерно по периметру резервуара. Один из световых люков на стационарной (плавающей) крыше должен располагаться диаметрально противоположно люку-лазу в первом поясе стенки.

9.2.4 Взаиморасположение световых люков и люков-лазов в стенке должно обеспечивать максимальное проветривание внутреннего пространства резервуара при его зачистке. Для проветривания внутреннего пространства резервуара люки-лазы в первом поясе и люки-лазы во втором (третьем) поясе должны располагаться диаметрально противоположно.

9.2.5 Монтажный люк, устанавливаемый на стационарной крыше, понтоне и плавающей крыше резервуара, должен располагаться над приемо-раздаточными патрубками или в непосредственной близости от них. Монтажные люки на стационарной крыше и понтоне резервуаров РВСП должны располагаться на одной вертикальной оси.

9.2.6 Количество и диаметр приемо-раздаточных патрубков определяется расчетом, в котором учитываются: скорость подъема жидкости в резервуаре и скорость движения жидкости в патрубке, емкость резервуара и его диаметр. На выбор диаметров приемо-раздаточных патрубков и их количество влияет также технологическая схема резервуарного парка.

При заполнении резервуара после окончания строительства (капитального ремонта) скорость движения нефти (нефтепродукта) в приемо-раздаточном патрубке не должна превышать 1 м/с до полного затопления струи, а в резервуарах с понтоном или плавающей крышей — до их всплытия, независимо от диаметра патрубка и вместимости резервуара. В последующие периоды заполнения или опорожнения значения максимальных допустимых скоростей движения понтона или плавающей крыши не должно превышать 6 м/ч. Скорость наполнения резервуара определяется скоростью движения нефти (нефтепродуктов) в приемо-раздаточном патрубке.

9.2.7 Устройства для размыва донных отложений должны монтироваться на люке в первом поясе стенки резервуара на специальной монтажной крышке, входящей в комплект поставки завода-изготовителя, с учетом требований по установке.

9.2.8 Ось сифонного крана должна располагаться на расстоянии не более 1,0 м от воротника люка-лаза в первом поясе. При установке на резервуаре двух и более сифонных кранов они располагаются равномерно по периметру резервуара.

9.2.9 Оборудование, находящееся на стационарной крыше резервуара, должно быть расположено так, чтобы его можно было обслуживать с кольцевой площадки.

9.2.10 Приемо-раздаточные патрубки, патрубки для устройств размыва донных отложений в первом поясе резервуара должны устанавливаться на минимальном расстоянии от днища резервуара в соответствии с действующими ТНПА.

9.2.11 Расстояние от днища до осей патрубков трубопроводов подслоного пожаротушения должно быть от 500 до 800 мм в зависимости от диаметра резервуара. При этом высота врезки должна быть минимально возможной и удовлетворять требованиям, предъявляемым к СППТ. Во избежание замерзания подтоварной воды в пенопроводах, ось трубопроводов СППТ внутри резервуара должна находиться выше оси сифонного крана и иметь уклон 0,005 в сторону центра резервуара.

9.2.12 Размещаемые в верхнем поясе стенки устройства для подачи пены в резервуар типа РВС и РВСП должны находиться на минимальном расстоянии от верхней кромки стенки резервуара.

Кольца орошения резервуара разделяются на секции (полукольца, четверти) в зависимости от его расположения в группе резервуаров.

Трубопровод кольца орошения оборудуется устройствами для распыления воды, фланцевыми соединениями с заглушкой для возможности периодической их промывки и продувки. Кольца орошения закрепляются на верхнем поясе стенки резервуара не более чем на 250 мм ниже ее верхнего торца.

На РВСПК врезки пеногенераторов производятся в специальные щиты, устанавливаемые над стенкой резервуара, которые одновременно предотвращают выход пены за пределы резервуара под воздействием ветра.

9.2.13 Количество вводов пенопроводов в резервуар и количество пеногенераторов должно соответствовать СНБ 2.02.05.

9.2.14 С внутренней стороны резервуара на приемо-раздаточном патрубке должно быть установлено оборудование, предотвращающее воронкообразование в резервуаре.

9.2.15 На патрубках крыши резервуаров типа РВС монтируются уровнемер, датчик средней температуры, сигнализатор максимального допустимого (аварийного) уровня и пожарные извещатели в случае, если объем резервуара более 5000 м³. Размеры патрубков определяются габаритами и присоединительными размерами оборудования. Уровнемеры гидростатического типа могут монтироваться на стенке первого пояса.

В рабочей зоне антенного излучателя радара радарного уровнемера, устанавливаемого на крыше РВС, запрещается установка технологического оборудования.

9.2.16 Уровнемер на резервуарах типа РВСП и РВСПК должен устанавливаться на направляющей, имеющей перфорацию в нижней части не выше нижнего положения понтона или плавающей крыши. Выбор конкретного оснащения резервуаров и расположения оборудования определяется проектной документацией.

9.2.17 Уровень нефти (нефтепродукта) в резервуаре и направляющей должен быть одинаковым, для чего внутреннее пространство направляющей должно сообщаться с атмосферой. Для этого в верхней части направляющей следует установить газоотводящее устройство, оснащенное огневым предохранителем. Диаметр трубы газоотводящего устройства и огневого предохранителя необходимо определять расчетом пропускной способности, с учетом производительности заполнения-опорожнения резервуара и наличием предохранительных клапанов в конструкции понтона (плавающей крыши).

9.2.18 Сигнализаторы максимального допустимого (аварийного) уровня должны быть установлены для резервуаров типа РВСП на патрубках условным диаметром 150–500 мм крыши резервуара. В резервуарах типа РВСПК сигнализаторы максимального допустимого (аварийного) уровня должны быть установлены на кронштейнах на расстоянии не более 1 м от стенки, с ее внутренней стороны.

9.2.19 Технологические трубопроводы примыкают к приемо-раздаточным патрубкам и в пределах обвалования состоят из компенсационной системы и коренной задвижки. Расстояние от стенки резервуара до коренной задвижки должно быть минимальным.

9.2.20 Коренные задвижки устанавливаются как подземно, так и надземно, в исполнении под приварку на отдельных фундаментах.

9.2.21 Для уменьшения перемещений системы трубопровод-резервуар рекомендуется, при необходимости, компенсировать усилия и моменты, передаваемые на резервуар, возникающие при осадке фундамента и деформации стенки резервуара при его заполнении и опорожнении, а также учитывать влияние температурных расширений и давления в трубопроводе.

9.2.22 Рекомендуемое оборудование компенсационных систем подводящих трубопроводов приведено в таблице 9.2.

9.2.23 Трубопроводная обвязка резервуаров с использованием системы из трех карданных сильфонных компенсаторов и пружинных подвесок для компенсации температурных расширений, осадки и «дыхания» резервуара и труб должна быть рассчитана на прочность.

Нагрузки, приходящиеся от этой обвязки на патрубки резервуара, должны быть меньше допускаемых, значения которых определяются из условия прочности врезки патрубков в резервуар.

9.2.24 Исходными данными для расчета на прочность трубной обвязки резервуара являются:

- жесткостные характеристики резервуара;
- перемещения и углы поворота патрубков в вертикальной и горизонтальной плоскостях, возникающие от «дыхания», осадки и температурного расширения резервуара;
- жесткостные характеристики карданных сильфонных компенсаторов — изгибная жесткость сильфонов и момент трения в кардане (сдвигающий момент);
- жесткостные характеристики пружинных подвесок (опор) и их предварительное напряжение;
- параметры трубной обвязки (диаметр и толщина труб);
- характеристики перекачиваемого продукта (плотность, температура, давление);
- характеристики задвижки.

9.2.25 На патрубке водоспускного устройства с плавающей крышей на наружной стороне резервуара должна быть установлена задвижка. Отвод воды от водоспускного устройства должен осуществляться в систему производственно-дождевой канализации. Нормальное положение задвижки водоспуска плавающей крыши — открытое.

9.2.26 Пожарные водопроводы и растворопроводы в пределах защитного обвалования резервуара прокладываются подземно.

9.2.27 Задвижки, кроме коренных, устанавливаемые непосредственно на патрубки резервуара, должны опираться на фундаменты, выполненные совместно с фундаментом резервуара. В случае, если система пожаротушения имеет требуемую инерционность (возможно пожарные водопроводы держать незаполненными) или имеет обогрев, возможна надземная их прокладка.

9.3 КИП и автоматика

9.3.1 На каждом резервуаре должны быть установлены:

- измеритель уровня в резервуаре с дистанционной передачей показаний;
- многоточечный датчик средней температуры нефти (нефтепродукта) в резервуаре;
- датчик (термометр) для измерения температуры нефти (нефтепродукта) в пристенном слое;
- сигнализатор максимального допустимого (аварийного) уровня;
- пожарные извещатели.

Выбор конкретного оснащения резервуаров и расположения оборудования определяется проектной документацией.

9.3.2 Резервуары должны быть оснащены датчиками (термометрами), которые устанавливаются в местах, определенных 9.2.15, а также в патрубке на первом поясе резервуара, для изменения температуры нефти в пристенном слое.

9.3.3 Заземление приборов КИПиА, установленных на резервуаре, включая кабельные проводки, должно выполняться в соответствии с требованиями действующих ТНПА.

9.3.4 При разработке проектов систем комплексной защиты резервуарных парков от прямых ударов молнии, ее вторичных проявлений, защиты от статического электричества и заноса высоких потенциалов необходимо руководствоваться требованиями, изложенными в ТКП 181-2009, [19] и [20].

9.4 Дыхательная аппаратура

9.4.1 Технические решения по обеспечению промышленной безопасности должны обеспечивать необходимое оснащение резервуаров устройствами, оборудованием и системами, обеспечивающими его безопасную эксплуатацию.

9.4.2 Дыхательная и предохранительная аппаратура, устанавливаемая на резервуарах, должна обеспечивать проектные значения внутреннего давления и вакуума, а для резервуаров типа РВСПК — их отсутствие.

9.4.3 Диаметр, количество, производительность дыхательных и предохранительных клапанов должны определяться по максимальной производительности заполнения — опорожнения резервуара и техническим характеристикам клапанов. Количество предохранительных клапанов принимается равным количеству дыхательных клапанов. При этом расход газовой смеси через все дыхательные клапаны, установленные на резервуаре, не должен превышать 85 % от их максимальной пропускной способности, установленной разработчиком и изготовителем клапанов (запас пропускной способности клапанов необходим для обеспечения безопасной эксплуатации резервуаров при кратковременных изменениях режимов перекачки). Дыхательная аппаратура должна устанавливаться

на стационарной крыше резервуаров и обеспечивать проектные значения внутреннего давления и вакуума или их отсутствие (для атмосферных резервуаров и резервуаров с понтоном). В первом случае дыхательная аппаратура выполняется в виде совмещенных дыхательных клапанов (клапанов давления и вакуума) и предохранительных клапанов, во втором случае — в виде вентиляционных патрубков.

9.4.4 Минимальная пропускная способность дыхательных клапанов, предохранительных клапанов и вентиляционных патрубков определяется в зависимости от максимальной производительности приемо-раздаточных операций (включая аварийные условия) по следующим формулам:

— пропускная способность клапана по внутреннему давлению, м³/ч,

$$Q = 2,71M_1 + 0,026V; \quad (9.1)$$

— пропускная способность клапана по вакууму, м³/ч,

$$Q = M_2 + 0,22V; \quad (9.2)$$

— пропускная способность вентиляционного патрубка, м³/ч,

$$Q = M_1 + 0,02V \quad (9.3)$$

или

$$Q = M_2 + 0,22V, \quad (9.4)$$

принимается большее значение,

где M_1 — производительность залива продукта в резервуар, м³/ч;

M_2 — производительность слива продукта из резервуара, м³/ч;

V — полный объем резервуара, включая объем газового пространства под стационарной крышей, м³.

Примечания

1 Не допускается изменение производительности приемо-раздаточных операций после введения резервуара в эксплуатацию без пересчета пропускной способности дыхательной аппаратуры, а также увеличение производительности слива продукта в аварийных условиях.

2 Минимальное количество вентиляционных патрубков резервуаров с понтоном указано в 9.4.8.

3 Предохранительные клапаны должны быть отрегулированы на повышенные (на 5 %–10 %) значения внутреннего давления и вакуума, чтобы предохранительные клапаны не работали вместе с дыхательными.

9.4.5 Дыхательные и предохранительные клапаны должны устанавливаться совместно с огневыми предохранителями, обеспечивающими защиту от проникновения пламени в резервуар в течение заданного промежутка времени.

Для уменьшения потерь от испарения продукта под дыхательным клапаном рекомендуется устанавливать диск-отражатель, входящий в комплект клапана.

9.4.6 Для удаления подтоварной воды резервуары для нефти и нефтепродуктов должны оснащаться сифонными кранами, устанавливаемыми в первом поясе.

9.4.7 Резервуары для хранения нефти, при необходимости, должны оснащаться устройствами для предотвращения накопления осадка (винтовые перемешивающие устройства, системы размыва).

9.4.8 В стационарной крыше или стенке резервуара с понтоном должны быть предусмотрены вентиляционные патрубки (отверстия), равномерно расположенные по периметру на расстоянии не более 10 м друг от друга (но не менее двух), и один патрубок в центре. Общая открытая площадь вентиляционных патрубков (отверстий) должна быть не менее 0,06 м² на 1 м диаметра резервуара. При эксплуатации резервуара отверстия вентиляционных патрубков должны быть закрыты сеткой из нержавеющей стали с ячейками 10×10 мм и предохранительными кожухами для защиты от атмосферных осадков.

9.5 Приборы контроля уровня

9.5.1 Приборы контроля уровня должны обеспечивать оперативный контроль уровня продукта (местный или дистанционный). Максимальный уровень продукта должен контролироваться сигнализаторами уровня (минимум два), передающими сигнал на отключение насосного оборудования. В резервуарах с плавающей крышей или понтоном следует устанавливать на равных расстояниях не менее трех сигнализаторов уровня, работающих параллельно.

При отсутствии сигнализаторов максимального уровня должны быть предусмотрены переливные устройства, соединенные с резервной емкостью или сливным трубопроводом, исключающие превышение уровня залива продукта сверх проектного. Выбор конкретного оснащения резервуаров, расположения оборудования определяется проектной документацией.

9.5.2 В резервуарных парках, суммарным номинальным строительным объемом более 40 000 м³, резервуары должны быть оснащены уровнемерами совместно с многоточечным датчиком средней температуры нефти (нефтепродукта), обеспечивающими основную погрешность измерения уровня нефти (нефтепродукта) в резервуаре не более 3 мм, основную погрешность измерения средней температуры нефти (нефтепродукта) — не более 0,2 °С.

9.5.3 Резервуары типа РВС должны быть оснащены двумя сигнализаторами максимально допустимого уровня. Резервуары типа РВСП и РВСПК должны быть оснащены тремя сигнализаторами максимально допустимого уровня, расположенными равномерно по периметру резервуара. Контроль минимального допустимого уровня нефти в резервуаре обеспечивается обработкой показаний измерителя уровня в резервуаре, указанного в 9.5.2. Выбор конкретного оснащения резервуаров, расположения оборудования и конструктивных элементов определяется проектной документацией.

9.6 Устройства пожарной безопасности

9.6.1 Проектирование систем пожаротушения должно производиться в соответствии с СНБ 3.02.01, [21] – [23].

Устройства пожарной безопасности подразделяются на устройства пенного тушения и устройства охлаждения резервуаров.

Выбор устройства пожарной безопасности предусматривается в зависимости от температуры вспышки хранимых нефти и нефтепродуктов, конструктивных видов и объемов единичных резервуаров, общей вместимости резервуарного парка, расположения площадки строительства и характеристик операционной деятельности, организации пожарной охраны на предприятии и размещения резервуаров.

9.6.2 Устройства пенного тушения должны устанавливаться на резервуарах в виде стационарных автоматических или передвижных установок пожаротушения.

9.6.3 Стационарные установки пенотушения по способу подачи пены в резервуар выполняются по трем основным технологическим схемам:

- верхняя подача пены на слой жидкости, понтон или плавающую крышу;
- нижняя подача пены под слой жидкости;
- комбинированная подача пены.

Предпочтительно должна использоваться система подслоного пожаротушения.

9.6.4 Стационарные установки пенотушения с верхней подачей пены состоят из генераторов пены, трубопроводов для подачи раствора пенообразователя, площадок обслуживания генераторов пены. Генераторы пены должны устанавливаться в верхнем поясе стенки резервуара со стационарной крышей или на кронштейнах выше стенки для резервуаров с плавающей крышей.

При креплении трубопроводов к стенкам резервуаров должны учитываться перемещения стенки и конструктивные требования по расстояниям между сварными швами и швами крепления постоянных конструктивных элементов, присоединяемых к стенке.

9.6.5 Для удержания гасительной пены в зоне уплотняющего затвора резервуаров с плавающей крышей по периметру плавающих крыш должен быть установлен кольцевой барьер, верхняя кромка которого превышает верхнюю отметку уплотняющего затвора минимум на 200 мм.

Резервуары РВС объемом 5000 м³ и более должны оборудоваться пеногенераторами (пеносливками), равномерно размещаемыми по периметру резервуара на расстоянии не более 25 м (для тушения кольцевого пространства между стенкой резервуара и барьером для ограждения пены пенообразующими составляющими).

Для стока из кольцевого пространства, образованного барьером и стенкой резервуара, раствора пенообразователя после пожаротушения пенообразующими веществами в нижней части барьера устраиваются дренажные отверстия, расположенные равномерно по периметру.

Количество пеногенераторов, устанавливаемых на резервуарах, определяется расчетом, но должно быть не менее двух.

Для обслуживания пеногенераторов должны быть предусмотрены площадки обслуживания и стремянки, а для подачи раствора — сухие стояки.

9.6.6 Стационарные установки пенотушения с нижней подачей пены включают пенопроводы, присоединяемые к резервуару в нижнем слое.

9.6.7 Устройства охлаждения выполняются в виде стационарных или передвижных в соответствии с СНБ 2.02.05.

Выбор технических характеристик установки охлаждения рекомендуется производить по приложению Ж.

Выбор установок производится в зависимости от категории склада нефти и нефтепродуктов, компоновки резервуарного парка и общей системы охлаждения резервуарного парка.

Стационарные установки охлаждения состоят из верхнего горизонтального кольца орошения — оросительного трубопровода с устройствами распыления воды (перфорацией, спринклерными или дренчерными головками), сухих стояков и нижнего кольцевого трубопровода, соединяющих кольцо орошения с сетью противопожарного водопровода.

Кольцевые трубопроводы и сухие стояки должны опираться на приваренные к стенке резервуара кронштейны. Крепление трубопроводов осуществляется на болтовых хомутах или скобах.

9.6.8 Средства обнаружения пожара (пожарные извещатели) должны устанавливаться:

— на резервуарах РВС и РВСП — на боковой стенке рядом с пенообразующими устройствами (пеногенераторами) на одной отметке при подаче пены на слой нефти и нефтепродуктов и равномерно по периметру резервуара (количество соответствует количеству врезок в резервуар), но не менее двух при подаче пены под слой нефтепродуктов;

— на резервуарах РВСПК — на общей конструкции с пеногенераторами или равномерно по периметру на расстоянии не более 25 м, независимо от применяемых средств пожаротушения.

Количество пожарных извещателей должно соответствовать количеству пеногенераторов на резервуаре, но во всех случаях быть не менее двух.

9.6.9 Пожарные извещатели устанавливаются на резервуарах объемом 5000 м³ и более.

На резервуарах объемом от 1000 до 3000 м³ пожарные извещатели устанавливаются при подключении этих резервуаров к стационарным системам автоматического пожаротушения.

9.7 Устройства молниезащиты

9.7.1 Молниезащита резервуара и защита от статического электричества должна проектироваться в соответствии с [19] и [20]. Резервуары с легковоспламеняющимися и горючими нефтепродуктами по устройству молниезащиты относятся:

— ко II категории — резервуары, относящиеся по [19] к зонам класса В-1г;

— к III категории — резервуары, относящиеся по [19] к зонам класса П-III.

9.7.2 Резервуары, отнесенные по устройству молниезащиты ко II категории, должны быть защищены от прямых ударов молнии, электростатической и электромагнитной индукций и заноса высоких потенциалов через трубопроводы.

Резервуары, отнесенные по устройству молниезащиты к III категории, должны быть защищены от прямых ударов молнии, электростатической индукции и заноса высоких потенциалов через трубопроводы. Защита от электромагнитной индукции не требуется.

9.7.3 Резервуары, отнесенные по устройству молниезащиты ко II категории, содержащие легковоспламеняющиеся жидкости, от прямых ударов молнии должны быть защищены следующим образом.

9.7.3.1 Резервуары с толщиной металла крыши менее 4 мм должны быть оборудованы молниеотводами, установленными на самом резервуаре или отдельно стоящими.

9.7.3.2 Резервуары с толщиной металла крыши 4 мм и более, а также отдельные резервуары вместимостью менее 200 м³ независимо от толщины металла крыши могут присоединяться к заземлителю.

9.7.3.3 Резервуары с корпусами из металла, железобетона, содержащие легковоспламеняющиеся жидкости, при общей вместимости группы резервуаров более 100 тыс. м³ должны быть защищены от прямых ударов молнии отдельно стоящими молниеотводами.

9.7.4 При защите металлических резервуаров отдельно стоящими молниеотводами корпуса резервуаров должны быть присоединены к заземлителям, к этим же заземлителям допускается присоединение токоотводов отдельно стоящих молниеотводов.

9.7.5 Если в резервуарах (наземных или подземных), содержащих легковоспламеняющиеся жидкости, имеются газоотводные или дыхательные трубы, независимо от наличия на них огнепреградителей, для свободного отвода в атмосферу газов и паров взрывоопасной концентрации в зону защиты молниеотводов должно входить пространство над обрезом труб, ограниченное полушарием радиусом 5 м.

9.7.6 При наличии газоотводных и дыхательных труб, оборудованных колпаками или «гусаками», в зону защиты молниеотводов должно входить пространство над обрезом труб, ограниченное цилиндром высотой H и радиусом R .

9.7.6.1 Для газов тяжелее воздуха при избыточном давлении, кПа, внутри резервуара:

— менее 5,05 — $H = 1$ м, $R = 2$ м;

— от 5,05 до 25,25 — $H = 2,5$ м, $R = 5$ м.

9.7.6.2 Для газов легче воздуха при избыточном давлении, кПа, внутри резервуара:

- до 25,25 включ. — $H = 2,5$ м, $R = 5$ м;
- св. 25,25 — $H = 5$ м, $R = 5$ м.

Защите от прямых ударов молнии подлежат также имеющиеся на резервуарах класса В-1г дыхательные клапаны и пространство над ними, ограниченное цилиндром высотой 2,5 м и радиусом 5 м.

9.7.7 Для резервуаров с плавающими крышами или понтонами в зону защиты молниевыводов должно входить пространство, ограниченное поверхностью, любая точка которой отстоит на 5 м от легковоспламеняющейся жидкости в кольцевом зазоре.

Для резервуаров, указанных в 9.7.1 и 9.7.2, заземлители от прямых ударов молнии должны иметь импульсное сопротивление не более 50 Ом на каждый токоотвод.

Присоединение резервуара к заземлителю должно осуществляться не более чем через 50 м по периметру основания резервуара, при этом число присоединений должно быть не менее двух.

9.7.8 Для защиты от вторичных проявлений молнии должны быть предусмотрены следующие мероприятия.

9.7.8.1 Металлические корпуса резервуаров должны быть присоединены к заземляющему устройству электроустановок или к железобетонному фундаменту здания.

9.7.8.2 Между трубопроводами и другими протяженными металлическими конструкциями в местах их сближения на расстояние менее 10 см через каждые 30 м должны быть металлические перемычки.

Установка перемычек в местах соединений (стыки, ответвления) металлических трубопроводов или других протяженных конструкций не требуется.

9.7.9 Для защиты от заноса высоких потенциалов через подземные конструкции при вводе их в резервуар необходимо присоединение их к любому из заземлителей.

9.7.10 Для защиты от заноса высоких потенциалов через внешние трубопроводы, проложенные на опорах, необходимо следующее:

- на вводе в резервуар трубопроводы должны присоединяться к заземлителю с импульсным сопротивлением растеканию тока не более 10 Ом для резервуаров II категории и не более 20 Ом — для резервуаров III категории;

- на ближайшей к резервуару опоре трубопроводы должны присоединяться к заземлителю с импульсным сопротивлением не более 10 Ом для резервуаров II категории и не более 20 Ом — для резервуаров III категории;

- вдоль трассы эстакады через каждые 250–300 м трубопроводы для нефтепродуктов с температурой вспышки паров 61 °С и ниже должны присоединяться к заземлителям с импульсным сопротивлением 50 Ом.

9.7.11 Плавающая крыша резервуара и понтоны для защиты от электростатической индукции должны быть соединены гибкими металлическими перемычками с корпусом резервуара не менее чем в двух местах.

9.7.12 Стержневые молниеприемники должны быть изготовлены из стали любой марки сечением не менее 100 мм², длиной не менее 200 мм и защищены от коррозии оцинкованием, лужением или окраской.

9.7.13 Соединения молниеприемников с токоотводами и токоотводов с заземлителями должны выполняться, как правило, сварными, а при недопустимости проведения огневых работ разрешается применение болтовых соединений с переходным сопротивлением не более 0,05 Ом при обязательном ежегодном контроле последнего перед началом грозового сезона.

9.7.14 Токоотводы, соединяющие молниеприемники всех видов с заземлителями, должны быть выполнены из стали размерами не менее указанных в таблице 9.3.

Таблица 9.3

Форма токоотводов и заземлителей	Размеры токоотводов и заземлителей, проложенных	
	снаружи резервуара на воздухе	в земле
Круглые токоотводы и перемычки диаметром, мм	6	—
Круглые вертикальные электроды диаметром, мм	—	10
Круглые горизонтальные* электроды диаметром, мм	—	10

Окончание таблицы 9.3

Форма токоотводов и заземлителей	Размеры токоотводов и заземлителей, проложенных	
	снаружи резервуара на воздухе	в земле
Прямоугольные электроды: сечением, мм ² толщиной, мм	48 4	160 4
* Только для выравнивания потенциалов внутри резервуаров и для прокладки наружных контуров на дне котлована по периметру резервуара.		

Соединения токоотводов должны быть сварными. Соединение на болтах допускается как исключение для резервуаров, относящихся по устройству молниезащиты к III категории. Для проверки величины сопротивления заземлителей разъемные соединения следует предусматривать только на токоотводах, присоединяемых к отдельным заземлителям и металлически связанным между собой (например, металлической кровле или молниеприемной стойке). Такие разъемные соединения должны выполняться снаружи резервуаров на высоте от 1,0 до 1,5 м от земли.

9.7.15 Наземная часть токоотводов, кроме контактных поверхностей, должна быть окрашена.

9.7.16 Для обеспечения электростатической безопасности нефть и нефтепродукты должны заливаться в резервуар без разбрызгивания, распыления или бурного перемешивания (за исключением случаев, когда технологией предусмотрено перемешивание), а также должны быть обеспечены специальные меры электростатической безопасности.

Продукт должен поступать в резервуар ниже находящегося в нем остатка. При заполнении порожнего резервуара нефть и нефтепродукты должны подаваться со скоростью не более 1 м/с до момента заполнения приемного патрубка или до всплытия понтона или плавающей крыши.

Дальнейшее заполнение резервуара должно производиться со скоростью потока продукта в подающем трубопроводе не превышающей значения, определяемого по формуле

$$V = \sqrt{\frac{0,64}{d}}, \quad (9.5)$$

где V — скорость потока, м/с;

d — внутренний диаметр трубопровода, м.

10 Мероприятия по охране окружающей природной среды

10.1 При разработке проектов резервуаров должны предусматриваться мероприятия по сокращению потерь нефти и нефтепродуктов:

- а) от испарения;
- б) от утечек.

10.2 Для сокращения потерь нефти и нефтепродуктов выбор резервуара следует производить в соответствии с 5.5.

Резервуары рекомендуется подбирать оптимальной единичной вместимостью с плавающей крышей или понтоном, оптимальной оборачиваемости, скорости заполнения и опорожнения, окраской наружных поверхностей светоотражающими красками, теплоизоляцией (для высоковязких нефти и нефтепродуктов).

Уплотнители (затворы) плавающих крыш и понтонов должны обеспечивать герметизацию.

Мероприятия по охране окружающей среды должны быть разработаны в проектной документации и согласовываться с органами экологической инспекции.

В соответствии с ГОСТ 1510 резервуары для хранения бензина и нефти должны быть оснащены системами улавливания паров.

10.3 Предотвращение потерь от утечек достигается:

а) оснащением резервуара соответствующим оборудованием в соответствии с требованиями раздела 9 (хлопушками, пробоотборниками, уровнемерами, люками, уплотнителями (затворами), пеногенераторами, стационарными установками охлаждения и т. п.) и содержанием его в исправном эксплуатационном состоянии;

б) поддержанием полной технической исправности и герметичности резервуара;

в) предотвращением перелива нефти и нефтепродуктов в соответствии с требованиями СНБ 3.02.01.

11 Комплектность

11.1 Изготовитель резервуара должен передать заказчику следующую документацию на поставляемые конструкции:

- чертежи марки КМ;
- чертежи марки КМД;
- документ о качестве стальных строительных конструкций резервуара по форме в соответствии с приложением Л;
- исполнительные схемы и заключения по контролю качества сварных швов.

11.2 После монтажа резервуара производитель работ должен представить заказчику исполнительную документацию в соответствии со следующим перечнем:

- паспорт резервуара;
- чертежи марки КМ;
- чертежи марки КМД;
- документ завода-изготовителя о качестве стальных строительных конструкций резервуара;
- исполнительная схема фундамента (предоставляет строительная организация, выполнившая данный вид работ);
- акт готовности фундамента к производству монтажных работ;
- исполнительные геодезические схемы положения резервуаров до испытаний, во время и после испытаний;
- журнал производства работ по монтажу строительных металлических конструкций;
- журнал производства сварочных работ;
- исполнительная схема сварных швов резервуара, выполненных при монтаже;
- заключение по проверке качества сварных швов просвечиванием;
- копии удостоверений сварщиков;
- протокол механических испытаний сварных швов;
- сертификаты на сварочные материалы;
- акт проверки технологических свойств электродов;
- акт на осмотр днища и испытание швов вакуумированием;
- акт на испытание швов корпуса резервуара с использованием пробы «мел-керосин»;
- акт освидетельствования скрытых работ;
- акт на гидравлические испытания корпуса резервуара;
- акт испытания швов крыши на плотность;
- журнал антикоррозионной защиты сварных соединений (в случае выполнения АКЗ на заводе-изготовителе);
- журнал производства работ по нанесению антикоррозионного покрытия резервуара;
- акты освидетельствования скрытых работ на антикоррозионную защиту конструкций резервуара после монтажа;
- сертификаты на материалы для антикоррозионной защиты, применяемые при монтаже;
- акт приемки антикоррозионного покрытия резервуара;
- акт приемки резервуара в эксплуатацию.

12 Испытания и приемка резервуаров

12.1 Резервуары всех типов, независимо от конструктивного исполнения, должны быть подвергнуты гидравлическим испытаниям после их монтажа. Резервуары со стационарной крышей без понтона должны быть подвергнуты дополнительно пневматическим испытаниям на внутреннее избыточное давление и вакуум, значения которых устанавливаются чертежами марки КМ.

12.2 Испытания резервуаров проводят после окончания всех работ по монтажу и контролю, перед присоединением к резервуару трубопроводов (за исключением временных трубопроводов для подачи и слива воды для испытаний) и после завершения работ по устройству обвалования или другого аналогичного защитного сооружения.

12.3 До начала испытаний должна быть представлена вся техническая документация, предусмотренная разделами по изготовлению, монтажу и контролю качества резервуаров.

12.4 Испытания должны проводиться в соответствии с технологической картой испытаний, которая должна быть составной частью ППР.

12.5 Гидравлические испытания проводятся наливом воды до проектного уровня, определяемого чертежами марки КМ. Налив воды следует осуществлять ступенями по поясам с промежутками времени, необходимыми для выдержки и проведения контрольных осмотров.

12.6 На время испытаний должны быть установлены и обозначены предупредительными знаками границы опасной зоны с радиусом от центра резервуара, равным не менее двух диаметров резервуара, в которой не допускается нахождение людей, не связанных с испытаниями. Все контрольно-измерительные приборы, задвижки и вентили временных трубопроводов для проведения испытаний должны находиться за пределами обвалования (защитного сооружения) на расстоянии не менее двух диаметров резервуара. Лица, проводящие испытания, должны находиться за пределами опасной зоны. Допуск к осмотру резервуара разрешается не ранее, чем через 10 мин после достижения установленных испытательных нагрузок.

12.7 Испытания следует проводить при температуре окружающего воздуха не ниже 5 °С. При испытаниях резервуаров при температуре ниже 5 °С должна быть разработана программа испытаний, предусматривающая мероприятия по предотвращению замерзания воды в трубах, задвижках, а также обмерзания стенки резервуара.

12.8 В течение всего периода гидравлических испытаний все люки и патрубки в стационарной крыше резервуара должны быть открыты.

12.9 Гидравлические испытания резервуаров с понтоном или плавающей крышей необходимо производить без уплотняющих затворов. Скорость подъема (опускания) понтона или плавающей крыши при испытаниях не должна превышать эксплуатационную. По мере подъема и опускания понтона или плавающей крыши в процессе гидравлических испытаний проводят:

— осмотр внутренней поверхности стенки резервуара для выявления и последующей зачистки брызг наплавленного металла, заусенцев и других острых выступов, препятствующих работе уплотняющего затвора;

— измерение минимальных и максимальных зазоров между наружным бортом понтона или плавающей крыши и стенкой резервуара, которые должны находиться в пределах работы уплотняющего затвора, а также зазоров между направляющими трубами и патрубками в понтоне или плавающей крыше;

— наблюдение за работой катучей лестницы, водоспуска и других конструкций.

12.10 В процессе испытания следует убедиться в том, что понтон или плавающая крыша свободно перемещается от нижнего рабочего до верхнего проектного уровня без нарушения герметичности. Появление влажного пятна на поверхности понтона или плавающей крыши должно рассматриваться как признак негерметичности. Уплотняющий затвор следует устанавливать после окончания всех испытаний резервуара при положении понтона или плавающей крыши на опорных стойках. Допускается монтировать затвор во время гидравлических испытаний на стадии слива воды.

12.11 По мере заполнения резервуара водой необходимо наблюдать за состоянием конструкций и сварных швов. При обнаружении течи из-под края днища или появлении мокрых пятен на поверхности отмоксти необходимо прекратить испытания, слить воду, установить и устранить причину течи. Если в процессе испытаний будут обнаружены свищи, течи или трещины в стенке резервуара (независимо от величины дефекта), испытания должны быть прекращены и вода слита до уровня:

- | | |
|--|---|
| — при обнаружении дефекта в 1 поясе | — полностью; |
| — при обнаружении дефекта в 2–6 поясах | — на один пояс ниже расположения дефекта; |
| — при обнаружении дефекта в 7 поясе и выше | — до 5 пояса. |

12.12 Резервуар, залитый водой до верхнего проектного уровня, выдерживается под этой нагрузкой в течение времени, ч, (если в проектной документации нет других указаний):

- | | |
|---------------|--|
| — не менее 24 | — объемом до 20 000 м ³ включ.; |
| — не менее 72 | — объемом св. 20 000 м ³ . |

12.13 Резервуар считается выдержавшим гидравлические испытания, если в течение указанного времени на поверхности стенки или по краям днища не появляются течи и если уровень воды не снижается. После окончания гидравлических испытаний, при залитом до проектной отметки водой резервуаре, производят замеры отклонений образующих от вертикали и замеры отклонений наружного контура днища для определения осадки основания (фундамента). Результаты гидравлических испытаний оформляются актом.

12.14 Испытания на внутреннее избыточное давление и вакуум проводят во время гидравлических испытаний. Контроль давления и вакуума осуществляется U-образным манометром, выведенным по отдельному трубопроводу за обвалование. Избыточное давление принимается на 25 %, а вакуум — на 50 % больше проектного значения, если в проектной документации нет других указаний. Продолжительность нагрузки — 30 мин.

12.15 В процессе испытания резервуара на избыточное давление производят контроль герметичности сварных швов стационарной крыши резервуара.

12.16 Результаты испытаний резервуара на внутреннее избыточное давление и вакуум оформляются актом.

12.17 На резервуар, прошедший испытания, составляется акт завершения монтажа конструкций.

12.18 После завершения монтажа не допускается приварка к резервуару каких-либо деталей и конструкций. На резервуаре производятся предусмотренные проектной документацией работы по противокоррозионной защите, устройству теплоизоляции и установке оборудования с оформлением соответствующих документов. После окончания этих работ на резервуар составляется паспорт, резервуар вводится в эксплуатацию.

Приложение А
(справочное)

Основные параметры резервуаров объемом от 100 до 50 000 м³

Таблица А.1

Высота стенки, м	Геометрические объемы резервуаров рекомендуемого параметрического ряда, м ³																		
	Внутренний диаметр резервуара, м																		
	4,73	6,63	7,58	8,53	10,43	12,33	15,18	18,98	20,92	22,80	28,50	34,20	39,90	45,60	50,70	55,80	60,70	66,00	71,10
6,0	105	207	271	343	513	716	1086	1698	2062	2450	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7,5	132	259	338	429	641	896	1357	2122	2578	3062	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9,0	158	311	406	514	769	1075	1629	2546	3094	3675	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10,5	185	362	474	600	897	1254	1900	2971	3609	4287	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12,0	211	414	542	686	1025	1433	2172	3395	4125	4899	7655	11 024	15 004	19 598	24 226	29 345	34 726	41 054	47 644
13,5	237	466	609	771	1153	1612	2443	3820	4640	5512	8612	12 402	16 880	22 047	27 255	33 014	39 066	46 186	53 600
14,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8931	12 861	17 505	22 864	28 264	34 236	40 513	47 897	—
15,0	264	518	677	857	1282	1791	2715	4244	5156	6124	9569	13 779	18 755	24 497	30 283	36 682	43 407	51 318	—
16,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10 207	14 698	20 006	26 130	32 302	39 127	46 301	—	—
16,5	290	570	745	943	1410	1970	2986	4668	5671	6737	10 526	15 157	20 631	26 947	33 311	40 350	47 748	—	—
18,0	316	621	812	1029	1538	2149	3258	5093	6187	7349	11 483	16 535	22 507	29 396	36 339	44 018	52 088	—	—
19,5	343	673	880	1114	1666	2328	3529	5517	6703	7961	12 440	17 913	24 382	31 846	39 368	47 686	—	—	—
20,0	351	690	903	1143	1709	2388	3620	5659	6875	8166	12 759	18 373	25 007	32 663	40 377	48 909	—	—	—
21,0	369	725	948	1200	1794	2507	3801	5942	7218	8574	13 397	19 291	26 258	34 296	42 396	51 354	—	—	—
22,0	387	760	993	1257	1880	2627	3982	6225	7562	8982	14 035	20 210	27 508	35 929	44 415	—	—	—	—
23,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14 673	21 129	28 758	37 562	46 434	—	—	—	—
24,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15 311	22 047	30 009	39 195	48 453	—	—	—	—
25,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15 948	22 966	31 259	40 828	50 471	—	—	—	—
Примечания 1 Геометрический объем резервуара определяется как объем внутреннего пространства резервуара на полную высоту стенки. 2 Полезный объем резервуара определяется объемом продукта при его заливе на проектный уровень. 3 Резервуары с геометрическим объемом более 50 000 м ³ должны иметь полезный объем продукта не более 50 000 м ³ .																			

Приложение Б (обязательное)

Форма задания на проектирование резервуара

Техническое задание № _____ от _____		Лист 1 из 3	
На проектирование резервуара в соответствии с _____		нужное	отме- тить ☒
Заказчик проекта Генеральный проектировщик Заказчик резервуара Адрес площадки строительства			
1 Общие данные			
1.1 Номинальный объем резервуара _____ м ³		количество ☐ шт.	
1.2 Тип резервуара		☐ со стационарной крышей ☐ без понтона ☐ без защитной стенки	
		☐ с плавающей крышей ☐ с понтоном ☐ с защитной стенкой	
1.3 Размеры стенки: внутренний диаметр _____ мм		высота _____ мм	
1.4 Класс опасности резервуара		☐ I класс ☐ II класс ☐ III класс ☐ IV класс	
1.5 Срок службы резервуара _____ лет			
2 Условия эксплуатации			
2.1 Наименование хранимого продукта _____			
2.2 Плотность продукта _____		т/м ³	
2.3 Рабочий уровень налива продукта _____		мм	
2.4 Расчетный (максимальный) уровень налива продукта _____		мм	
2.5 Нормативное внутреннее давление _____		кПа ☐ нет	
2.6 Нормативный внутренний вакуум _____		кПа ☐ нет	
2.7 Максимальная температура хранения продукта _____		°C	
2.8 Температура наиболее холодных суток по СНБ 2.04.02-2000 _____		°C	
2.9 Расчетная снеговая нагрузка по СНБ 2.04.02-2000 _____		кПа	
2.10 Нормативная ветровая нагрузка по СНБ 2.04.02-2000 _____		кПа	
2.11 Теплоизоляция стенки: плотность _____ кг/м ³ толщина _____		мм ☐ нет	
2.12 Теплоизоляция крыши: плотность _____ кг/м ³ толщина _____		мм ☐ нет	
2.13 Производительность приема/раздачи продукта _____ / _____		м ³ /ч	
2.14 Оборачиваемость хранимого продукта _____		циклов в год	
3 Конструктивно-технологические параметры			
3.1 Стенка: метод изготовления		☐ рулонированием ☐ полистовой	
припуск на коррозию _____ мм		☐ нет	
3.2 Днище: метод изготовления		☐ рулонированием ☐ полистовой	
уклон _____		☐ наружу ☐ внутрь ☐ нет	
припуск на коррозию _____ мм		☐ нет	
3.3 Стационарная крыша: форма _____		☐ коническая ☐ сферическая	
конструкция _____		☐ оболочка ☐ каркасная ☐ щитовая	
припуск на коррозию _____ мм		☐ нет	
3.4 Лестница: конструкция _____		☐ кольцевая (винтовая) ☐ шахтная ☐ маршевая	
выход на крышу _____		☐ градусов от первой оси	
Лицо, ответственное за составление технического задания (указать организацию, должность, фамилия, инициалы, телефон, факс, e-mail) _____			

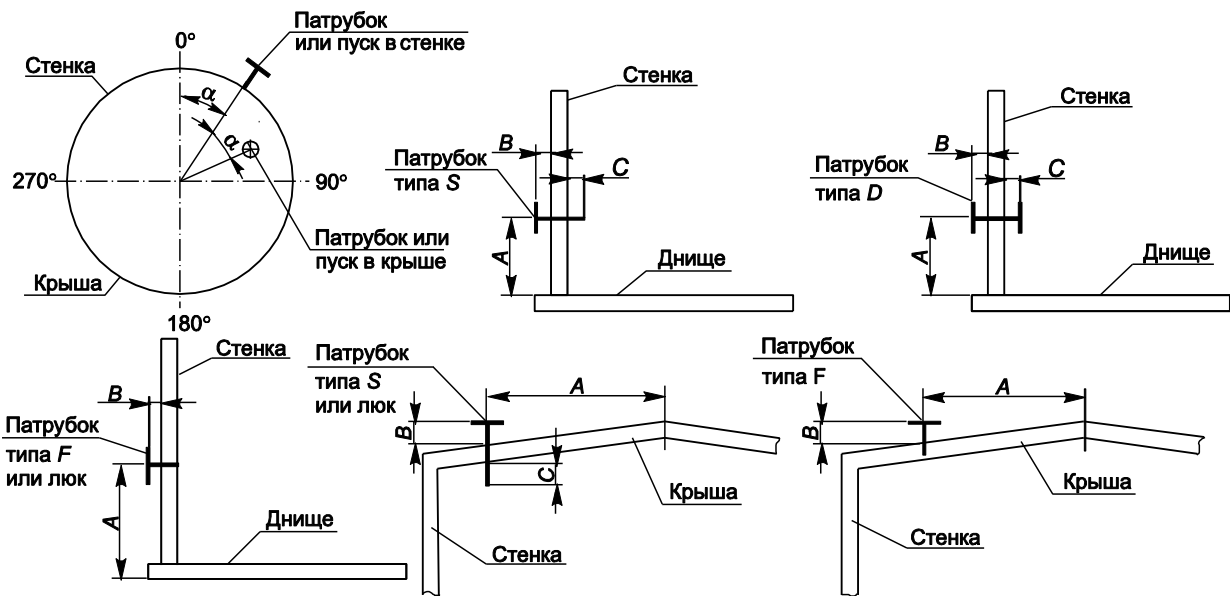
Дата _____			
Номер редакции _____			

Техническое задание № _____ от _____							Лист 2 из 3	
На проектирование резервуара в соответствии с _____								
3.5 Молниеприемники: на стенке _____ шт. высота _____ мм ☐ нет в центре _____ высота _____ мм ☐ нет								
3.6 Крепления заземления _____ шт. ☐ нет								
3.7 Конструкции для пеногенераторов типа _____ шт. ☐ нет								
3.8 Кронштейны трубопроводов орошения: _____ да ☐ нет								
3.9 Зумпф зачистки: конструкция ☐ круглый ☐ лотковый ☐ нет диаметр выпуска _____ мм								
3.10 Придонный очистной люк ☐ 600×600 ☐ 600×900 ☐ 900×1200 ☐ нет								
3.11 Конструкция для уровнемера типа: ☐ УДУ-10 ☐ ДУУ2М ☐ нет								
3.12 Труба радарного уровнемера: диаметр _____ мм ☐ нет								
3.13 Конструкции для пробоотборника типа: _____ ☐ нет								
3.14 Понтон: исполнение ☐ стальной ☐ алюминиевый зазор со стенкой резервуара _____ мм нижний рабочий уровень _____ мм припуск на коррозию _____ мм ☐ нет								
3.15 Плавающая крыша: конструкция ☐ однодечная ☐ двудечная зазор со стенкой резервуара _____ мм нижний рабочий уровень _____ мм припуск на коррозию _____ мм ☐ нет								
3.16 Направляющая 1: для установки _____ диаметр _____ мм Направляющая 2: для установки _____ диаметр _____ мм								
3.17 Защитная стенка: внутренний диаметр _____ мм высота _____ мм метод изготовления ☐ рулонированием ☐ полистовой припуск на коррозию _____ мм ☐ нет								
3.18 Защитное днище: метод изготовления ☐ рулонированием ☐ полистовой припуск на коррозию _____ мм ☐ нет								
4 Дополнительные данные и особые условия Защита от коррозии на период транспортирования, хранения и монтажа ☐ да, система защиты _____ ☐ нет								
5 Патрубки и люки 5.1 Патрубки и люки заданы в виде спецификации в соответствии со схемами расположения на листе 3. 5.2 Параметры патрубков и люков, не указанные в спецификации, назначаются следующим образом: — патрубки принимаются с фланцами по ГОСТ 12820, исполнение по ГОСТ 12815 на условное давление 1,6 МПа для патрубков в стене и 0,25 МПа для патрубков в крыше; — размеры А, В, С принимаются по оптимальным конструктивным требованиям. 5.3 При разработке проекта расположение патрубков и люков в плане (угол α) и размер А могут быть изменены на минимальную возможную величину, чтобы для патрубков и люков в стенке выполнялись требования по минимальным расстояниям между сварными швами и чтобы патрубки и люки в крыше не попадали на элементы каркаса крыши и на кольцевую площадку на крыше. Изменения согласовать с заказчиком.								
Номер редакции _____ 0 _____								

Техническое задание № от
На проектирование резервуара в соответствии с

Лист 3 из 3

Схемы расположения патрубков и люков



Спецификация патрубков и люков

№ п/п	Наименование (назначение)	Условный проход, мм	Условное давление, МПа	Тип патрубка	Расположение				Примечание
					α	A, мм	B, мм	C, мм	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Патрубки и люки в стенке									
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
Патрубки и люки в крыше									
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
Номер редакции		0							

Приложение В
(обязательное)

**Форма акта проверки готовности резервуара к проведению работ
по антикоррозионной защите**

УТВЕРЖДАЮ

Лицо, назначенное приказом
по предприятию заказчика

«___» _____ 20__ г.

АКТ

проверки готовности резервуара к проведению работ по антикоррозионной защите

Комиссия в составе _____

произвела осмотр и проверку качества подготовки резервуара _____

тип, номер

к проведению работ по антикоррозионной защите.

Дата начала и окончания производства работ (число, месяц, год, время)	Выявленные дефекты	Способ устранения дефектов	Качество сварных швов	Соответствие конструкции резервуара требованиям ТКП 45-5.04-172	Результат гидравлических испытаний резервуара	Степень за жиренности поверхности по ГОСТ 9.402	Степень окисленности поверхности по ГОСТ 9.402	Ф. И. О., должность лица, проводившего приемку, подпись, дата
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Комиссия на основании проверки качества подготовки резервуара приняла следующее решение: резервуар _____ к проведению антикоррозионных работ готов.

тип, номер

Представитель заказчика

подпись

Представитель генподрядчика

подпись

Представитель субподрядчика

подпись

Представитель технического надзора

подпись

Представитель проектной организации*

подпись

* Представитель проектной организации участвует в составлении акта в случае проведения авторского надзора.

Приложение Г
(обязательное)

**Форма акта на скрытые работы
по подготовке поверхности резервуара к окраске**

УТВЕРЖДАЮ

Лицо, назначенное приказом
по предприятию заказчика

«___» _____ 20__ г.

**АКТ
на скрытые работы по подготовке поверхности резервуара к окраске**

Комиссия в составе _____

произвела осмотр и проверку качества подготовки поверхности объекта для нанесения антикоррозионного покрытия на резервуар _____

тип, номер

Состояние металлической поверхности:

Дата начала и окончания производства работ (число, месяц, год, время)	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Очистка				Приемка после очистки	
			Способ очистки	Степень очистки от окислов по ГОСТ 9.402 или [8]	Степень обеспыливания по [10]	Шероховатость по [9]	Соответствие поверхности требованиям ТНПА	Ф. И. О., должность лица, проводившего приемку, подпись, дата
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Комиссия на основании проверки качества подготовки поверхности резервуара приняла следующее решение: _____

Представитель заказчика

подпись

Представитель генподрядчика

подпись

Представитель субподрядчика

подпись

Представитель технического надзора

подпись

Представитель проектной организации*

подпись

* Представитель проектной организации участвует в составлении акта в случае проведения авторского надзора.

Приложение Д
(обязательное)

**Форма журнала производства работ
по нанесению антикоррозионного покрытия на резервуар**

ЖУРНАЛ
производства работ по нанесению антикоррозионного покрытия на резервуар

Производитель работ _____
организация, должность, фамилия, инициалы

Начало работ _____ Окончание работ _____

Объект: резервуар _____
тип, номер

Конструкция резервуара _____
без понтона, с понтоном, с плавающей крышей и др.

Объем резервуара _____ м³

Изготовитель металлоконструкций _____
организация

Конструкции резервуара изготовлены по рабочим чертежам _____
номер проекта, организация-разработчик

Таблица Д.1

№ п/п	Дата начала и оконча- ния про- изводства работ (число, месяц, год, время)	Наимено- вание эле- ментов ре- зервуа- ров (стенка, днище, крыша, понтон и др.)	Координаты окрашивае- мой поверх- ности отно- сительно оси и пояса согласно схеме, м	Площадь окрашива- емой по- верхности, м ²	Очистка				Приемка после очистки		
			наружной/ внутренней	наруж- ной/внутре- нной	Способ очистки	Степень очистки от окислов по ГОСТ 9.402 или [8]	Степень обеспы- ливания по [10]	Шерохова- тость по [9] $\bar{R}_z$ мкм	Соответствие поверхности требованиям ТНПА	Ф. И. О., должность ответственно- го производи- теля работ, подпись, дата	Ф. И. О. пред- ставителя технадзора, проводившего приемку, под- пись, дата
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Окончание таблицы Д.1

Окраска грунтом/основным материалом										Приемка по качеству		
Темпе- ратура возду- ха, °С	Темпера- тура окраши- ваемой по- верхности T_n , °С	Относи- тельная влажность воздуха, %	Наименование покрытия (грунт, 1 слой, 2 слой и т. д. согласно системе покры- тия)	Наимено- вание материала покрытия	Толщи- на «мокро- го» слоя, мкм	Толщи- на «су- хого» слоя, мкм	Адге- зия, балл	Сплошность		Внешний вид покры- тия по ГОСТ 9.032	Ф. И. О., должность ответ- ственного производи- теля работ, подпись, дата	Ф. И. О. предста- вителя тех- надзора, подпись, дата
								Пове- рочное напря- жение, В	Ре- зультат испы- таний			
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

Подпись лица, ответственного за ведение журнала _____

фамилия, инициалы, должность, организация

Приложение Е
(обязательное)

Форма акта приемки антикоррозионного покрытия резервуара

УТВЕРЖДАЮ
Лицо, назначенное приказом
по предприятию заказчика

« ____ » _____ 20__ г.

АКТ № _____
приемки антикоррозионного покрытия резервуара _____

« ____ » _____ 20__ г.

Комиссия, назначенная приказом по _____ № _____ от « ____ » _____ 20__ г.
предприятие-заказчик

в составе _____

составила настоящий акт о том, что в резервуаре № _____

_____ нанесено антикоррозионное покрытие

характеристика покрытия по элементам конструкции резервуара,

количество слоев ЛКМ, марка

Поверхность была подготовлена _____

способ подготовки поверхности

Оценка качества антикоррозионного покрытия резервуара показала, что _____

внешний вид, цвет и толщина покрытия, адгезия, сплошность

Обнаружены дефекты _____

наименование дефектов покрытия

Дефекты исправлены _____

указать, каким образом

Комиссия считает, что окрашенная поверхность резервуара к эксплуатации _____

готова (с указанием времени ввода при положительном решении)/не готова

Представитель заказчика

подпись

Представитель генподрядчика

подпись

Представитель субподрядчика

подпись

Представитель технадзора

подпись

Представитель проектной организации*

подпись

* Представитель проектной организации участвует в составлении акта в случае проведения авторского надзора.

Приложение Ж
(справочное)

Определение технических характеристик колец орошения (перфорированного трубопровода)

Таблица Ж.1 — Определение технических характеристик колец орошения (перфорированного трубопровода) без учета водяной завесы при шаге отверстий 200 мм

Нормативная интенсивность орошения 0,5 л/с на 1 м длины.

Номинальный объем резервуара, м³	Диаметр резервуара, м	Технические характеристики колец орошения							Требуемый напор у входа в секцию кольца орошения, м
		Количество секций, шт.	Длина секции, м	Расчетный расход по секции, л/сек	Условный диаметр кольца, мм	Расчетный диаметр отверстия (перфорации), мм	Количество отверстий, шт.		
							в секции	в кольце орошения	
1000	10,43	4	8,2	4,10	40	4	40	160	12,13
		4	8,2	4,10	50	4	40	160	10,86
		2	16,4	8,20	50	4	81	162	13,93
		2	16,4	8,20	70	4	81	162	10,91
2000	15,18	4	12,0	6,00	40	4	60	240	16,24
		4	12,0	6,00	50	4	60	240	11,71
		2	24,0	12,00	70	4	120	240	13,65
		2	24,0	12,00	80	4	120	240	11,15
3000	18,98	4	14,9	7,45	50	4	74	296	12,82
		4	14,9	7,45	70	4	74	296	10,81
		2	29,8	14,90	70	4	148	296	14,42
		2	29,8	14,90	80	4	148	296	11,81
5000	20,90	4	16,4	8,20	50	4	81	324	13,94
		4	16,4	8,20	70	4	81	324	10,91
		2	32,8	16,40	80	4	163	326	13,93
		2	32,8	16,40	100	4	163	326	11,22

Окончание таблицы Ж.1

Номинальный объем резервуара, м³	Диаметр резервуара, м	Технические характеристики колец орошения							Требуемый напор у входа в секцию кольца орошения, м
		Количество секций, шт.	Длина секции, м	Расчетный расход по секции, л/сек	Условный диаметр кольца, мм	Расчетный диаметр отверстия (перфорации), мм	Количество отверстий, шт.		
							в секции	в кольце орошения	
5000	22,30	4	17,7	8,94	50	4	88	352	14,97
		4	17,7	8,94	70	4	88	352	12,13
		2	35,4	17,89	80	4	176	352	14,96
		2	35,4	17,89	100	4	176	352	12,91
10 000	34,20	4	26,6	13,30	70	4	88	352	11,97
		4	26,6	13,30	80	4	88	352	10,87
		2	53,2	26,60	80	4	176	352	18,05
		2	53,2	26,60	100	4	176	352	11,90

Приложение К (справочное)

Примеры расчета допускаемых нагрузок на патрубок

Приведены примеры расчета допускаемых нагрузок на патрубок D_y 300 резервуара объемом 5000 м³. Исходные данные представлены в таблице К.1.

Таблица К.1

Параметр		Обозначение	Размерность	Значения
Номинальный объем		V	м ³	5000
Диаметр резервуара		D	м	22,80
Расчетный уровень налива		H	м	12,00
Марка стали		—	—	09Г2С
Расчетные сопротивления стали	по пределу текучести	R_y	МПа	335
	по временному сопротивлению	R_u	МПа	490
Коэффициент надежности по ответственности		γ_t	—	1,0
Коэффициент контроля сварки по 5.23.9		γ_{p1}	—	0,95
Количество циклов налива (слива) продукта		n_c	—	5000
Расчетная температура металла		T	°С	20
Комбинация нагрузок на патрубок (рисунок 5.4)		а) $F_R^* = 25$ кН, $M_L^* = 4$ кН·м, $M_C^* = 4,8$ кН·м б) $F_R^* = -30$ кН, $M_L^* = 8$ кН·м, $M_C^* = -6,1$ кН·м в) $F_R^* = 45$ кН, $M_L^* = -8$ кН·м, $M_C^* = 19,5$ кН·м		

В соответствии с формулой (5.33): $B_1 = 4,5 \cdot 10^4$ МПа, $B_2 = 147,7 \cdot 10^4$ МПа, $\gamma_{p2} = 0,816$.

Пример 1

Требуется выполнить расчет по проверке несущей способности врезки на действие указанных в таблице К.1 комбинаций нагрузок. Вычисляем и изображаем графически область допускаемых нагрузок для каждой комбинации. Результаты расчета по 5.23.6 – 5.23.8 приведены в таблице К.2.

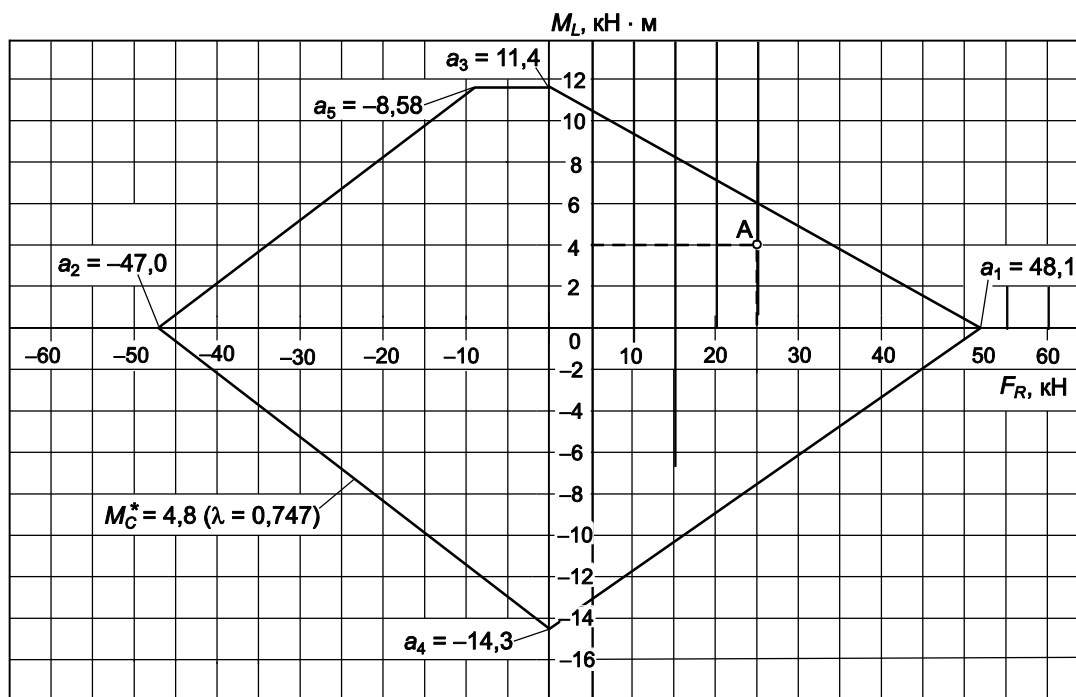
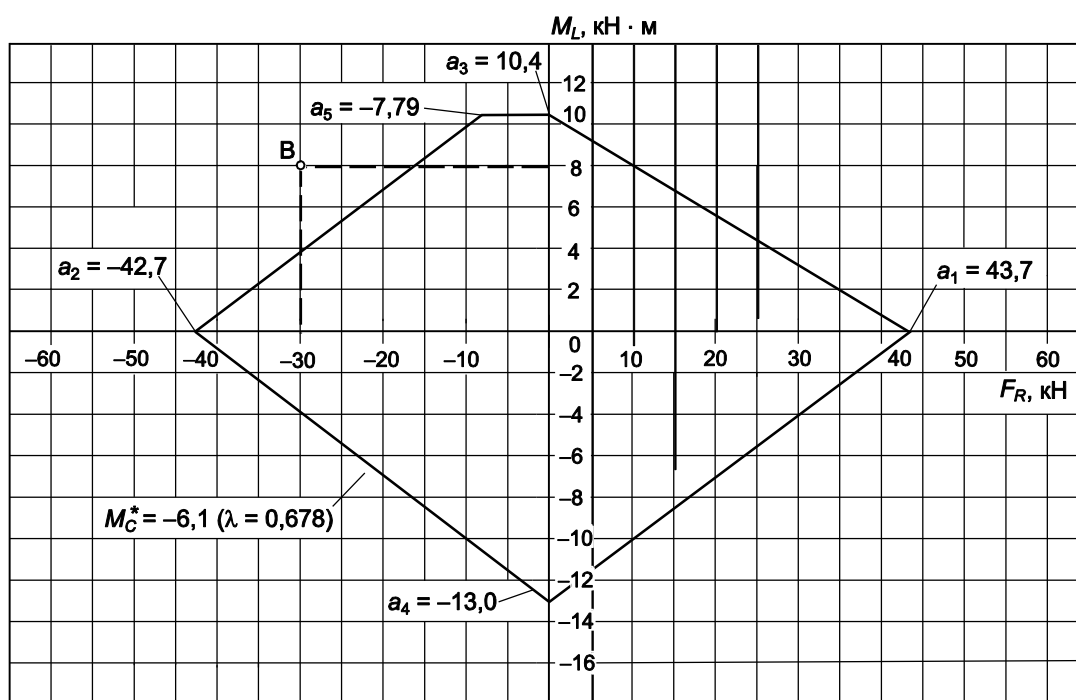
Таблица К.2

Комбинация нагрузок	Рисунок	$M_{\text{стак}}, \text{кН} \cdot \text{м}$	γ	$a_1, \text{кН}$	$a_2, \text{кН}$	$a_3, \text{кН} \cdot \text{м}$	$a_4, \text{кН} \cdot \text{м}$	$a_5, \text{кН}$
а)	К.1	19,0	0,747	48,1	-47,0	11,4	-14,3	-8,58
б)	К.2	19,0	0,678	43,7	-42,7	10,4	-13,0	-7,79
в)	—	19,0	0	0	0	0	0	0

На рисунке К.1 показана граница области допускаемых нагрузок и точка А, соответствующая комбинации нагрузок а). Поскольку точка А расположена внутри многоугольника, то комбинация нагрузок а) является допускаемой.

На рисунке К.2 показана граница области допускаемых нагрузок и точка В, соответствующая комбинации нагрузок б). Поскольку точка В расположена за пределами области, ограниченной многоугольником, то комбинация нагрузок б) приводит к потере несущей способности врезки, т. е. является недопустимой.

Для комбинации нагрузок в) область допускаемых нагрузок вырождается в точку $a_i = 0$. Следовательно, комбинация нагрузок в) является недопустимой.

Рисунок К.1 — Область допускаемых нагрузок на патрубок при $\dot{\lambda}_{\dot{N}}^* = 4,8$ кН·мРисунок К.2 — Область допускаемых нагрузок на патрубок при $\dot{\lambda}_{\dot{N}}^* = -6,1$ кН·м**Пример 2**

Требуется определить область допускаемых нагрузок на патрубок при любой комбинации фактических нагрузок. С этой целью принимаем набор значений M_{Cj}^* в интервале от 0 до $M_{C\max}$ с произвольным шагом (например, $0,2M_{C\max}$). При этом, в соответствии с таблицей К.2, $M_{C\max} = 19,0$ кН·м, что соответствует точке с координатами $F_R^* = 0$, $M_L^* = 0$ на графике рисунка К.3. Для каждого значения M_{Cj}^* вычисляем параметры $a_1 - a_5$ и строим многоугольники, ограничивающие область допускаемых нагрузок (см. рисунок К.3).

В дальнейшем заданные нагрузки на патрубок (F_R^* , M_L^* , i_N^*) проверяются по полученной номограмме по следующим правилам:

- проводим линии, перпендикулярные осям M_L и F_R , соответствующие нагрузкам M_L^* и F_R^* , и получаем точку их пересечения;
- интерполяцией ближайших изолиний получаем величину M_C на поверхности допускаемых нагрузок;
- расчетное сочетание нагрузок допустимо, если $i_N^* \leq M_C$; расчетное сочетание нагрузок недопустимо, если $i_N^* > M_C$.

В качестве примера на рисунке К.3 показаны точки А, В, С, соответствующие комбинациям нагрузок а), б), в). Расчеты показали, что:

- а) $M_C = 6,7 \text{ кН}\cdot\text{м}$, $|i_N^*| = 4,8 < M_C = 6,7$. Комбинация нагрузок допустима;
- б) $M_C = 1,9 \text{ кН}\cdot\text{м}$, $|i_N^*| = 6,1 > M_C = 1,9$. Комбинация нагрузок недопустима;

в) расчетная точка выходит за внешнюю границу на плоскости $F_R - M_L$. Комбинация нагрузок недопустима.

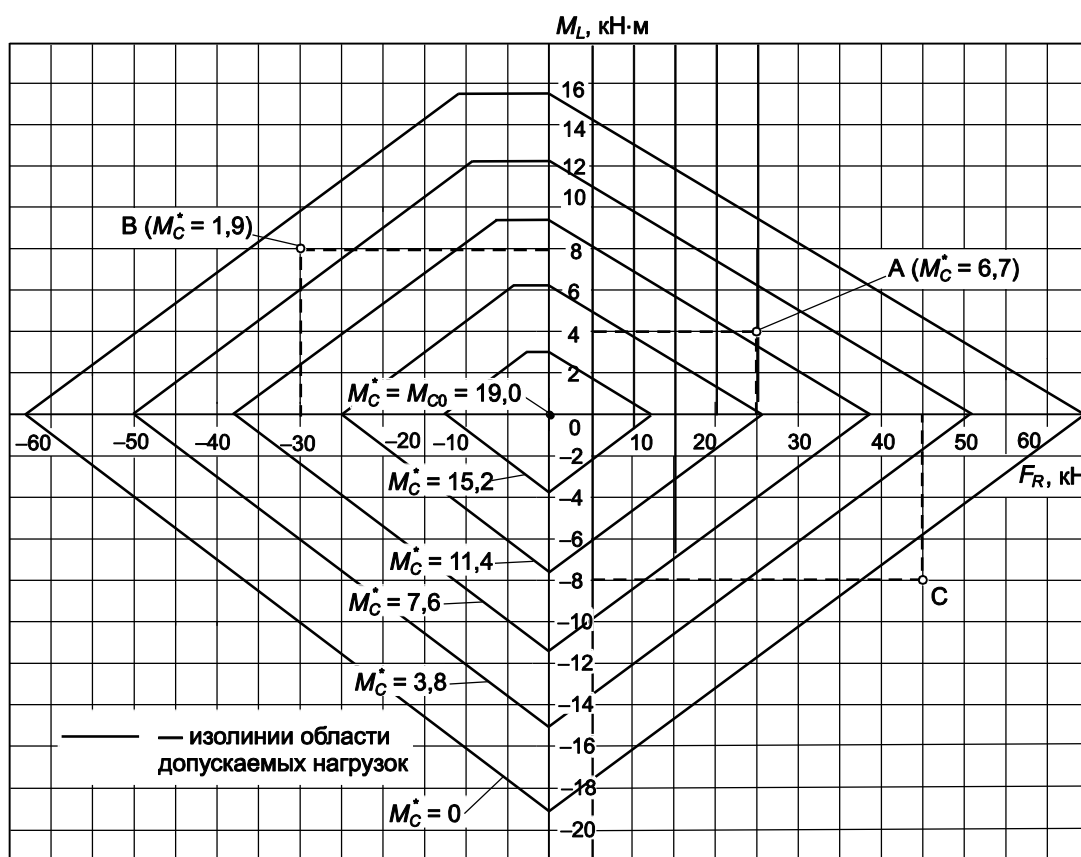


Рисунок К.3 — Область допускаемых нагрузок на патрубок при любой комбинации фактических нагрузок

Приложение Л
(обязательное)

Форма документа о качестве

Серия _____ № _____

предприятие (организация)-изготовитель

почтовый адрес

ДОКУМЕНТ О КАЧЕСТВЕ
стальных строительных конструкций резервуара

Договор на поставку № _____ от « ____ » _____ 20 ____ г.

Заказчик _____
наименование, адрес

1 Наименование объекта _____

2 Резервуар _____
наименование, тип, объем

3 Масса по чертежам изготовителя _____ Т

4 Дата начала изготовления _____

5 Дата окончания изготовления/отгрузки _____

6 Организация, выполнившая проектную документацию _____

наименование, адрес, индекс и номер проекта

7 Организация, выполнившая полный комплект рабочих чертежей изготовителя _____

наименование, адрес, индекс и номер проекта

8 Стальные конструкции изготовлены в соответствии с _____

ТНПА

9 Конструкции изготовлены из сталей марок _____

и соответствуют требованиям проектной документации.

Документы о качестве, сертификаты на металлопрокат хранятся на предприятии.

10 Сварные соединения выполнены аттестованными сварщиками и соответствуют _____

ТНПА

Удостоверения сварщиков и протоколы испытаний контрольных образцов хранятся на предприятии.

11 Сварочные материалы:

электроды _____

марка, тип, стандарт

сварочная проволока _____

марка, стандарт

флюс _____

марка, стандарт

защитные газы _____

наименование, сорт, стандарт

соответствуют требованиям действующих ТНПА и проектной документации.

Документы о качестве, сертификаты на сварочные материалы хранятся на предприятии.

12 Согласно условиям договора на поставку конструкции защищены от коррозии _____

система антикоррозионной защиты и толщина покрытия, мкм

Документы о качестве, сертификаты на материалы для защитных покрытий хранятся на предприятии.

13 Документ о качестве составлен на основании актов приемки _____

номера и даты оформления актов приемки

14 Согласно условиям договора на поставку и требованиям технического кодекса к документу о качестве прилагаются:

перечень документов с указанием количества экземпляров

Настоящий документ о качестве гарантирует соответствие изготовленных стальных строительных конструкций проектной документации и ТКП 45-5.04-172 _____

Руководитель службы технического контроля
предприятия (организации)

должность

фамилия, инициалы

подпись, дата

М. П.

Документ о качестве и приложения согласно описи направлены заказчику сопроводительным письмом за № _____ от _____
дата

Библиография

- [1] API standard 650 Welded steel tanks for oil storage
(Сварные стальные резервуары для хранения нефтепродуктов).
- [2] EN 14015 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
(Технические условия для проектирования и производства встроенных, вертикальных, цилиндрических с плоским дном, сварных, устанавливаемых над поверхностью, стальных емкостей для хранения жидкостей при температуре окружающей среды и выше).
- [3] Курс лекций для подготовки инспекторов по визуальному и измерительному контролю качества окрасочных работ Федерального государственного унитарного предприятия ЦНИИ конструкционных материалов «Прометей» Бюро Веритас, г. Санкт-Петербург. Санкт-Петербург. 2007, с. 193 – 197.
- [4] ISO 12944 Paints and varnishes. Corrosion protection of steel structures by protective paint systems. Part 1 – 8
(Лаки и краски. Защита от коррозии стальных конструкций с помощью защитных лакокрасочных систем. Части 1 – 8).
- [5] ISO 4628 Paints and varnishes. Evaluation of degradation of coatings. Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance. Part 1 – 6
(Лаки и краски. Оценка степени разрушения покрытий. Обозначение количества и размера дефектов и интенсивности однородных изменений внешнего вида. Части 1 – 6).
- [6] ГОСТ Р 52910-2008 Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия.
- [7] ГОСТ В 28569 Средства хранения и транспортирования светлых нефтепродуктов. Общие требования защиты от коррозии.
- [8] ISO 8501-1:2007 Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Visual assessment of surface cleanliness. Part 1. Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings
(Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Визуальная оценка чистоты поверхности. Часть 1. Степень ржавости и степень подготовки стальных поверхностей без покрытия и стальных поверхностей после полного удаления прежних покрытий).
- [9] ISO 8503 Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Surface roughness characteristics of blast-cleaned steel substrates Part 1 – 4
(Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Характеристики шероховатости стальной поверхности, прошедшей пескоструйную очистку. Части 1 – 4).
- [10] ISO 8502-3:1992 Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Tests for the assessment of surface cleanliness. Part 3. Assessment of dust on steel surfaces prepared for painting (pressure-sensitive tape method)
(Подготовка стальной поверхности перед нанесением красок и относящихся к ним продуктов. Испытания для оценки чистоты поверхности. Часть 3. Оценка наличия пыли на стальных поверхностях, подготовленных под окраску (метод с применением самоклеющейся ленты)).
- [11] ISO 8502-2:2005 Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Tests for the assessment of surface cleanliness. Part 2. Laboratory determination of chloride on cleaned surfaces
(Подготовка стальной поверхности перед нанесением красок и относящихся к ним продуктов. Испытания для оценки чистоты поверхности. Часть 2. Определение наличия хлорида на очищенных поверхностях в лабораторных условиях).

- [12] NACE RP0188 Discontinuity (Holiday) Testing of Protective Coatings
(Определение сплошности лакокрасочного покрытия).
- [13] ISO 2808:2007 Paints and varnishes. Determination of film thickness
(Краски и лаки. Определение толщины пленки).
- [14] ISO 19840:2004 Paints and varnishes. Corrosion protection of steel structures by protective paint systems. Measurement of, and acceptance criteria for, the thickness of dry films on rough surfaces
(Краски и лаки. Антикоррозионная защита стальных конструкций с помощью защитных лакокрасочных систем. Измерение толщины сухих пленок на необработанной поверхности и критерии приемки).
- [15] ASTM D 3359 Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test
(Определение адгезии липкой лентой).
- [16] ISO 2409:2007 Paints and varnishes. Cross-cut test
(Краски и лаки. Испытание методом решетчатого надреза).
- [17] ISO 4624:2002 Paints and varnishes. Pull-off test for adhesion
(Краски и лаки. Определение адгезии методом отрыва).
- [18] ПБ 09-563-03 Правила промышленной безопасности для нефтеперерабатывающих производств
Утверждены постановлением Ростехнадзора России от 29 мая 2003 г. № 44.
- [19] Правила устройства электроустановок
ПЭУ (6-е издание)
Утверждены Минэнерго СССР.
- [20] РД 34.21.122-87 Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений.
- [21] ППБ 2.08-2000 Правила пожарной безопасности Республики Беларусь для химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств
Утверждены постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 28 декабря 2000 г. № 35.
- [22] ППБ 2.11-2001 Правила пожарной безопасности Республики Беларусь для объектов хранения, транспортирования и отпуска нефтепродуктов
Утверждены постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 16 января 2002 г. № 4.
- [23] ППБ 2.20-2004 Правила пожарной безопасности Республики Беларусь при эксплуатации магистральных нефтепродуктов
Утверждена приказом Главного государственного инспектора Республики Беларусь по пожарному надзору от 16 апреля 2004 г. № 73.