

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ, ИЗГОТОВЛЕНИЮ И МОНТАЖУ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СТАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ ДЛЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

INSTRUCTION FOR CYLINDRICAL VERTICAL STEEL OIL AND OIL PRODUCTS TANKS DESIGN, PRODUCTION AND ERECTION.

Дата введения 2005.01.01

ПРЕДИСЛОВИЕ

- 1 РАЗРАБОТАНЫ: Институтом по проектированию объектов нефти и газа ЗАО «Инжиниринговая компания «КазГипроНефтеТранс», Самарским филиалом ООО «Коксохиммонтажпроект».
- 2 СОГЛАСОВАНЫ: Департаментом Государственной противопожарной службы Агентства Республики Казахстан по чрезвычайным ситуациям, № 19/2 от 04.06.2004г., Департаментом по государственному надзору за чрезвычайными ситуациями, техническому и горному надзору Агентства Республики Казахстан по чрезвычайным ситуациям № 7/565-878 от 12.04.2004г.
- 3 ПРЕДСТАВЛЕНЫ: Управлением технического нормирования и новых технологий в строительстве Комитета по делам строительства Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан (МИТ РК).
- 4 ПРИНЯТЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ: Приказом Комитета по делам строительства МИТ РК от 03.08.2004 г. № 339-ПИР с 01.01.2005 г.
- 5 ВВЕДЕНЫ: Впервые.
- 6 ПОДГОТОВЛЕНЫ: Проектной академией «KAZGOR» в соответствии с требованиями СНиП РК 1.01-01-2001 на русском языке.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.....	3
2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.....	3
3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	5
4 ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....	6
5 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	6
6 КЛАССИФИКАЦИЯ И ОСНОВНЫЕ ТИПЫ РЕЗЕРВУАРОВ	7
7 МАТЕРИАЛЫ	7
7.1 Общие требования к материалам.....	8
7.2 Химический состав и свариваемость.....	8
7.3 Расчетная температура металла.....	8
7.4 Требования к ударной вязкости.....	8
7.5 Рекомендуемые стали.....	10
8 КОНСТРУКЦИИ РЕЗЕРВУАРОВ	10
8.1 Сварные соединения и швы	10
8.1.1 Основные типы сварных соединений и швов.....	10
8.1.2 Изображения сварных соединений.....	10
8.1.3 Ограничения на сварные соединения и швы.....	10
8.1.4 Вертикальные соединения стенки.....	10
8.1.5 Горизонтальные соединения стенки.....	10
8.1.6 Нахлесточные соединения днища.....	11
8.1.7Стыковые соединения днища.....	11
8.1.8 Соединения днища со стенкой.....	11
8.1.9 Соединения листов крыши.....	11
8.2 Днища.....	11

8.3 Стенки.....	12
8.4 Кольца жесткости на стенке.....	12
8.5 Патрубки и люки в стенке резервуара (врезки в стенку).....	13
8.6 Стальные крыши.....	18
8.6.1 Общие требования.....	18
8.6.2 Самонесущая коническая крыша.....	18
8.6.3 Самонесущая сферическая крыша.....	18
8.6.4 Каркасная коническая крыша.....	19
8.6.5 Купольная крыша.....	19
8.6.6 Патрубки и люки в крыше.....	19
8.7 Понтоны.....	21
8.8 Плавающие крыши.....	22
8.9 Лестницы, площадки, переходы, ограждения.....	24
8.10 Анкерное крепление стенки.....	24
9 РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ РЕЗЕРВУАРОВ	25
9.1 Основные положения и принципы расчета	25
9.2 Расчет стенки резервуара.....	27
9.2.1 Нагрузки.....	27
9.2.2 Расчет на прочность стенки резервуара.....	28
9.2.2.1 Расчет стенки резервуаров 4-го класса ответственности ($V < 1000 \text{ м}^3$).....	29
9.2.2.2 Расчет стенки резервуаров 3-го класса ответственности ($1000 \text{ м}^3 \leq V \leq 20000 \text{ м}^3$)....	30
9.2.2.3 Расчет стенки резервуаров 2-го класса ответственности ($20000 \text{ м}^3 < V \leq 50000 \text{ м}^3$). ..	30
9.2.2.4 Расчет стенки резервуаров 1-го класса ответственности ($V > 50000 \text{ м}^3$).....	33
9.2.3 Расчет стенки резервуара на устойчивость.....	33
9.2.4 Кольца жесткости на стенке.....	34
9.2.5 Расчет стенки резервуара на сейсмическое воздействие.....	34
9.2.5.1 Определение сейсмических нагрузок.....	34
9.2.5.2 Реакции в основании резервуара в процессе землетрясения.....	35
9.2.5.3 Определение толщин стенки резервуара при действии сейсмических нагрузок....	36
9.2.5.4 Критические сжимающие напряжения в стенке в процессе землетрясения.....	36
9.2.5.5 Определение максимальной высоты заполнения резервуара.....	36
9.3 Расчет стационарных крыш.....	36
9.3.1 Нагрузки.....	37
9.3.2 Расчет каркасных крыш.....	38
9.3.3 Расчет самонесущих крыш.....	38
9.4 Расчет плавающих крыш и понтонов	39
9.4.1 Расчетные комбинации воздействий.....	40
9.4.2 Проверка прочности конструктивных элементов крыши.....	40
9.5 Нагрузки на патрубки	41
9.6 Определение нагрузок на фундамент резервуара	41
9.6.1 Учет конструктивных, технологических, климатических и сейсмических нагрузок.....	41
9.6.2 Учет влияния ветра.....	41
9.6.3 Нагрузки на фундаментное кольцо.....	43
9.6.4 Требования к установке анкеров.....	43
9.6.5 Нагрузки на фундаментную плиту.....	44
10 ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ	44
10.1 Основные положения.....	44
10.2 Основания и фундаменты в простых инженерно-геологических условиях.....	45
10.3 Основания и фундаменты в сложных инженерно-геологических условиях.....	45
10.4 Предельные деформации основания резервуаров.....	46
10.5 Нагрузки на основание резервуаров.....	46

10.6 Осадки основания.....	46
10.7 Крен основания.....	47
10.8 Требования, предъявляемые к осадкам оснований резервуаров объемом до 20000 м ³	47
10.9 Требования, предъявляемые к осадкам оснований резервуаров объемом свыше 20000 м.	48
10.10 Требования к технологическому заданию.....	48
11 ЗАЩИТА РЕЗЕРВУАРОВ ОТ КОРРОЗИИ	48
12 ОБОРУДОВАНИЕ РЕЗЕРВУАРОВ	50
13 УСТРОЙСТВА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	51
14 УСТРОЙСТВА МОЛНИЕЗАЩИТЫ РЕЗЕРВУАРОВ	52
15 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТРОЙСТВУ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ	52
16 ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ РЕЗЕРВУАРОВ	53
17 МОНТАЖ	55
18 СВАРКА.....	57
18.1 Общие требования.....	57
18.2 Рекомендуемые способы сварки.....	58
18.3 Требования к подготовке и сборке конструкций под сварку.....	59
18.4 Требования к технологии сварки.....	59
18.5 Термообработка врезок в стенку резервуаров.....	60
19 КОНТРОЛЬ	60
20 ИСПЫТАНИЯ И ПРИЕМКА РЕЗЕРВУАРОВ	63
21 ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РЕЗЕРВУАРОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ	64
Приложение 1 (обязательное) «Бланк Заказа» - техническое задание на разработку металлоконструкций резервуара.....	66
Приложение 2 (справочное) Основные типы и обозначения сварных соединений.....	67
Приложение 3 (обязательное) Форма акта на приемку основания и фундаментов.....	70
Приложение 4 (обязательное) Форма сертификата качества на конструкции резервуара...	71
Приложение 5 (обязательное) Форма заключения о качестве сварных соединений по результатам радиографического контроля.....	72
Приложение 6 (обязательное) Форма акта контроля качества смонтированных конструкций резервуара.....	73
Приложение 7 (обязательное) Форма акта гидравлического испытания резервуара.....	74
Приложение 8 (обязательное) Форма акта испытания резервуара на внутреннее избыточное давление и вакуум.....	75
Приложение 9 (обязательное) Форма акта завершения монтажа конструкций.....	76
Приложение 10 (обязательное) Паспорт стального вертикального цилиндрического резервуара.....	77
Приложение 11 (обязательное) Резервуары с защитной стенкой.....	78

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Предметом настоящих Норм являются единые комплексные требования, предъявляемые к вертикальным стальным цилиндрическим резервуарам (далее резервуарам) номинальным объемом от 100 до 100000 м³ для хранения нефти и нефтепродуктов под избыточным давлением близким к атмосферному.

1.2 Нормы распространяются на вновь проектируемые резервуары, предназначенные для следующих условий эксплуатации:

- назначение - прием, хранение, выдача, учет (количественный и качественный) нефти и нефтепродуктов, хранение и отстой пластовой воды и механических примесей, смешение нефти и нефтепродуктов, другие технологические процессы добычи, транспорта и хранения;
- расположение резервуаров - наземное;
- вид хранимых продуктов - нефть и нефтепродукты с давлением насыщенных паров не выше 93.3 кПа (700 мм рт. ст.) при температуре 20 °С, вода пластовая, техническая;

- плотность хранимых продуктов - до 1.015 т/м³;
- максимальная температура хранимых продуктов - до 260 °С (для резервуаров с температурой хранения более 90 °С следует учитывать изменения физико - механических характеристик применяемых сталей);
- внутреннее избыточное давление - до 5.6 кПа (560 мм вод. Ст.);
- вакуум - до 0.6 кПа (60 мм вод. Ст.);
- сейсмичность района строительства - до 9 баллов.

1.3 Нормы не распространяются на изотермические резервуары, баки - аккумуляторы для горячей воды и резервуары для хранения агрессивных химических продуктов.

1.4 Реконструкция, усиление и ремонт резервуаров должны производиться с учетом требований настоящих Норм.

1.5 Нормы обязательны для всех организаций, осуществляющих свою деятельность на территории Республики Казахстан, независимо от их ведомственной подчиненности, организационно - правовых форм и форм собственности.

1.6 Субъектами деятельности, в рамках настоящих норм, 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 резервуара в эксплуатацию: выдает исходные данные для проектирования резервуара; выполняет строительные работы по устройству основания и фундаментов под резервуар; осуществляет подготовку площадки строительства; 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 настоящими нормами; осуществляет привязку резервуара на генплане объекта, выполняет проект «оборудование резервуара» и присоединения резервуара к объектным сетям и технологическим трубопроводам;

- **Проектировщик** - предприятие, осуществляющее разработку: технического проекта на металлоконструкции резервуара (проект КМ); проекта основания и фундаментов под резервуар; проекта производства монтажных работ (ППР); различных разделов проекта «оборудование резервуара» по заданию Генерального проектировщика или Заказчика;

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

- **Монтажная организация** - предприятие, осуществляющее монтаж, испытания и приемку резервуара.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Настоящие нормы разработаны в соответствии со стандартами и нормативными документами Республики Казахстан, а также с использованием приемлемых для Республики Казахстан требований следующих нормативных документов в области резервуаростроения:

СНиП РК 1.01-01-2001 - Государственные нормативы в области архитектуры, градостроительства и строительства. Основные положения

СНиП РК 1.03-05-2001 - Охрана труда и техника безопасности в строительстве

СНиП РК 1.03-06-2002 - Строительное производство. Организация строительства предприятий, зданий и сооружений

СНиП РК 2.01-19-2004 - Защита строительных конструкций от коррозии

СНиП РК А 2.2-1-2001 - Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектно-сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений

СНиП РК 2.03-04-2001 - Строительство в сейсмических районах (СНиП II-7-81*, продолжают действовать разделы 4 и 5)

СНиП РК 2.04-01-2001* - Строительная климатология.

СНиП РК 5.01-01-2002 - Основания зданий и сооружений

СНиП РК 5.04-18-2002 - Металлические конструкции. Правила производства и приемки работ

СНиП РК 5.04-23-2002 - Стальные конструкции. Нормы проектирования

СНиП 3.03.01-87 - Несущие и ограждающие конструкции

СНиП 2.01.07-85* - Нагрузки и воздействия

СНиП 2.01.09-91 - Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах

СНиП 2.11.03-93 - Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы

СНиП II-89-80* - Генеральные планы промышленных предприятий

СН РК 2.02-11-2002 - Нормы оборудования зданий, помещений и сооружений системами автоматической пожарной сигнализации, автоматическими установками пожаротушения и оповещения людей о пожаре;

ГОСТ 8.417-81* - Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы физических величин

ГОСТ 9.402-80* - Единая система защиты от коррозии и старения. Подготовка металлических поверхностей перед окрашиванием.

ГОСТ 12.3.005-75* - ССБТ. Работы окрасочные. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.3.016-87 - ССБТ. Строительство. Работы антикоррозионные. Требование безопасности

ГОСТ 12.4.011-89 - ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

ГОСТ 166-89* - Штангенциркули. Технические условия

ГОСТ 427-75* - Линейки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 535-88* - Прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества. Общие технические условия

ГОСТ 3242-79 - Соединения сварные. Методы контроля качества

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 7502-98 - Рулетки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 7512-82* - Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод

ГОСТ 8713-79* - Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 9467-75* - Электроды покрытые, металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы

ГОСТ 1050-88* - Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия

ГОСТ 12815-80* - Фланцы арматуры, соединительных частей и трубопроводов на P_u 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_u 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_u от 0,1 до 2,5 МПа (от 1 до 25 кгс/см²). Конструкция и размеры

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 14782-86 - Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые

ГОСТ 19281-89* - Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия
ГОСТ 21779-82 - Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Технологические допуски

ГОСТ 23055-78* - Контроль неразрушающий. Сварка металлов плавлением. Классификация сварных соединений по результатам радиографического контроля

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

ТУ - 02 - 1033-86, ТУ3689-002-10524112-00 - Люк замерной

СТ РК 1.0-2000 - Государственная система стандартизации Республики Казахстан. Основные положения

СТ РК 1.1-2000 - Государственная система стандартизации Республики Казахстан. Стандартизация и смежные виды деятельности. Термины и определения

СТ РК 1.2-2002 - Государственная система стандартизации Республики Казахстан. Порядок разработки государственных стандартов

СТ РК 1.4-99 - Государственная система стандартизации Республики Казахстан. Стандарт фирмы. Общие положения

СТ РК 1.5-2000* - Государственная система стандартизации Республики Казахстан. Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию стандартов

СТ РК 1.9-99 - Порядок применения международных, региональных и национальных нормативных документов по стандартизации, метрологии и сертификации.

РД 34.21.122-90 - Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений

РДС РК 1.01-01-2001 - Порядок проведения работ по подготовке проектов государственных нормативов в области архитектуры, градостроительства и строительства в Уполномоченном органе по делам архитектуры, градостроительства и строительства

РДС РК 1.01-02-2001 - Порядок регистрации государственных нормативов в области архитектуры, градостроительства и строительства, их издания и распространения

ППБС -01-94 - Правила пожарной безопасности при производстве строительного-монтажных и огневых работ

ПБ 03-605-03 - Правила устройства вертикальных цилиндрических резервуаров для нефти и нефтепродуктов (взамен ПБ 03-381-00)

ВБН В 2.2-58.2-94 - Резервуары вертикальные стальные для хранения нефти и нефтепродуктов с давлением насыщенных паров не выше 93,3 кПа

ВСН 311-89 Минмонтажспецстрой СССР - Монтаж стальных вертикальных цилиндрических резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов объемом от 100 до 50000 м³

ИСО/МЭК Руководство 2:1991 - Общие термины и определения в области стандартизации и смежных видов деятельности

API 2000 - Venting atmospheric and low-pressure storage tanks

API 620 - Design and construction of large, welded, low-pressure storage tanks

API 650 - Welded steel tanks for oil storage

API 653 - Tank inspection, repair, alteration, and reconstruction

ASTM BS 2654 - British standard specification for manufacture of vertical steel welded non - refrigerated storage tanks with butt-welded shells for the petroleum industry

Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства, утвержденных Госгортехнадзором Республики Казахстан. 1994г. Алматы

Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. 1994г. Алматы, НПА «Кранэнерго»

3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящих Нормах использованы следующие термины и соответствующие им определения:

Резервуар стальной вертикальный, цилиндрический - сооружение объемное, наземное в форме стоящего цилиндра, со своими градуировочными характеристиками, предназначенное для приема, хранения, измерения объема и выдачи нефти (нефтепродуктов).

Понтон или плавающая крыша - плавающие покрытия, находящиеся внутри резервуара на поверхности жидкости, предназначенное для сокращения потерь нефти и нефтепродуктов при хранении.

Полезный объем резервуара - величина объема, определяемая произведением горизонтального сечения резервуара на высоту от днища до уровня максимального заполнения для резервуаров СК и до максимального подъема низа плавающей крыши (понтона) для резервуаров ПК или СКП.

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 (орошение стенок) резервуаров;
- компоновки резервуарных парков, определения вместимости групп резервуаров и складов нефти и нефтепродуктов.

Геометрический объем резервуара - величина объема, определяемая произведением горизонтального сечения резервуара на высоту его стенки.

Основание резервуара - грунтовая подушка, на которую устанавливается резервуар (искусственная часть основания) и грунтовый массив (естественная часть основания), деформации которых учитываются при вычислении осадок и вертикальных коэффициентов жесткости основания.

Осадки основания - вертикальные перемещения поверхности основания в результате деформаций грунтовой подушки и подстилающего ее грунтового массива.

Сжимаемая толща - высота грунтовой подушки и мощность грунта естественного сложения, деформации которого учитываются при определении осадки.

Температура вспышки нефти (нефтепродукта) - минимальная температура, при которой происходит кратковременное воспламенение паров нефти (нефтепродукта) от пламени в условиях испытания. Температура вспышки является основой для классификации нефти и нефтепродуктов, определяющих требования для безопасного хранения, в первую очередь от их пожарных характеристик. Нефть и нефтепродукты, в зависимости от температуры вспышки, подразделяются на легковоспламеняющиеся (61°C и ниже) и горючие (выше 61°C).

Конструкции металлические строительные (металлоконструкции) резервуаров - стальные конструкции, выполняющие несущие, ограждающие или совмещенные (несущие и ограждающие) функции.

Несущие металлоконструкции - конструкции, воспринимающие нагрузки и воздействия и обеспечивающие прочность, жесткость и устойчивость резервуара.

Ограждающие металлоконструкции - конструкции, предназначенные для изоляции внутренних объемов резервуаров от внешней среды, с учетом нормативных требований по прочности, герметичности и т.д.

Степень ответственности резервуара - размер возможного материального и социального ущерба при достижении металлоконструкциями резервуара предельных состояний.

Надежность резервуара - свойство его конструкции выполнять назначение приема, хранения и отбора из него нефти и нефтепродуктов при заданных технической документацией на резервуар параметрах. Критериями надежности резервуара считаются: работоспособность, безотказность работы, долговечность резервуаров и его элементов, ремонтпригодность элементов резервуаров.

Работоспособность резервуара - состояние, при котором резервуар способен выполнять свои назначения по заданному (поставленному) проектом технологическому режиму без

отклонений от параметров, установленных технической документацией, выполненной в соответствии с настоящими нормами.

Безотказность работы резервуара - свойство резервуара и его элементов сохранять работоспособность без вынужденных перерывов в работе.

Долговечность резервуара и его элементов - свойство конструкции сохранять работоспособность до предельного состояния с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонтов.

Ремонтопригодность элементов резервуара - приспособленность элементов к предупреждению и обнаружению неисправности, а также их ремонта в период обслуживания до наступления отказа.

Установка пожаротушения (в интересах этих норм) - стационарные технические устройства для тушения пожара за счет выпуска огнетушащего вещества.

В качестве технических устройств могут применяться: пенообразующие (пеногенераторы или др. устройства) и порошковые (огнетушители).

Стационарная установка охлаждения резервуара - горизонтальное секционное кольцо орошения (оросительный трубопровод с устройствами для распыления воды - перфорация, дренажные головки), размещаемое в верхнем поясе резервуара. При необходимости оросительный трубопровод должен иметь устройства, обеспечивающие водяную завесу для защиты дыхательной арматуры резервуара.

Резервуар взрывозащищенный - резервуар, имеющий конструктивные устройства, способствующие уменьшению давления при возможном взрыве и обеспечивающие сохранность конструкций резервуаров.

Взрыв (в интересах этих норм) - аварийное состояние резервуара (разрушение) в результате повышения внутреннего давления до степени большей, чем способны выдержать конструкции.

В качестве конструктивных устройств взрыво-защиты применяются легкобрасываемые конструкции стационарных крыш резервуаров.

Толщина элемента расчетная - теоретическая толщина элемента, определяемая расчетом по соответствующим формулам.

Толщина элемента номинальная - проектная толщина элемента, принятая по расчетной толщине с округлением до значений, соответствующих сортаментам действующих нормативных документов.

Нагрузка (в интересах этих норм) - механическое воздействие, мерой которого является сила, характеризующая величину и направление этого воздействия и вызывающая изменение напряженно-деформированного состояния конструкций резервуара и его основания.

Нагрузки рассматриваются: временные, постоянные; равномерно-распределенные, распределенные и сосредоточенные; нормативные, расчетные.

Нагрузка временная - нагрузка, имеющая ограниченную продолжительность действия и в отдельные периоды срока службы резервуара.

Временные нагрузки подразделяются на:

а) длительные, расчетные значения которых в течение срока службы резервуара наблюдаются длительное время;

б) кратковременные, расчетные значения которых в течение срока службы резервуара наблюдаются в течение короткого отрезка времени;

в) особые, возникновение расчетных значений которых возможно либо в исключительно редких случаях (сейсмические и взрывные воздействия, аварийные нагрузки и т.п.), либо имеющие необычный характер (например, воздействие неравномерной деформации грунтов основания).

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

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

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

Нагрузка сосредоточенная - нагрузка, прилагаемая к весьма малой площадке.

Нагрузка нормативная - устанавливаемая нормативными документами нагрузка, исходя из условий заданной обеспеченности ее появления или принятие по ее номинальному значению.

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

Нагрузки, учитываемые при расчетах металлоконструкций и оснований резервуаров приведены в разделе 6.

Воздействие - явление, вызывающее внутренние силы в элементах конструкций резервуара (от неравномерных деформаций основания, от изменения температуры, от сейсмических, взрывных, влажностных и других подобных явлений).

Усилия - внутренние силы, возникающие в поперечном сечении элемента конструкции резервуара от внешних нагрузок и воздействий (продольная и поперечная силы, изгибающий и крутящий моменты).

Прочность - свойство материала конструкции резервуара или ее элемента воспринимать, не разрушаясь, различные виды нагрузок и воздействий.

Устойчивость резервуара - способность конструкции и ее элементов противостоять усилиям, стремящимся вывести его из исходного состояния статического равновесия.

Конструкция резервуара сейсмостойкая - конструкция резервуара, способная противостоять сейсмическим воздействиям без потери эксплуатационных качеств.

Отклонение предельное - алгебраическая разность между предельно допустимыми и номинальными размерами (величинами) конструкций резервуара и их элементами.

Пояс стенки резервуара - цилиндрический участок стенки, состоящий из листов одной толщины. При этом высота пояса равна ширине одного листа.

Окрайки днища резервуара - утолщенные, по сравнению с центральной частью, листы, располагаемые по его периметру в зоне опирания стенки.

Автоматизированный программный комплекс (АПК) - полностью автоматизированная система диагностики состояния и прогнозирования надежности резервуара в условиях эксплуатации и испытаний с определением остаточного ресурса.

Остаточный ресурс - время безотказной работы резервуара с наперед заданным уровнем вероятности.

4 ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

КМ - Технический проект на конструкции металлические

ГЖ - Горючие жидкости

ЛВЖ - Легковоспламеняющиеся жидкости

ПДК - Плавающая крыша двудечная

ПК - Плавающая крыша однодечная

ППР - Проект производства монтажных работ

СК - Плавающая стационарная крыша без понтона

СКП - Плавающая стационарная крыша с понтоном

УКЗ - Установка катодной защиты

УЛФ - Улавливание легких фракций

УПЗ - Установка протекторной защиты

5 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

5.1 Нормы разработаны для установления общих требований к проектированию, изготовлению, монтажу и испытаниям вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов, а также для учета требований промышленной безопасности.

5.2 При проектировании, изготовлении и монтаже резервуаров следует обеспечить:

- а) заданный режим эксплуатации;
- б) надежность, безопасность, прочность, устойчивость элементов строительных металлоконструкций и сооружения в целом во время монтажа и эксплуатации;
- в) охрану труда, технику безопасности и пожарную безопасность при монтаже и эксплуатации;
- г) соблюдение требований по охране окружающей природной среды, принимая меры по максимальному сокращению потерь хранимых нефти и нефтепродуктов, а также исключению утечек жидкости из резервуаров;
- д) надлежащий научно-технический уровень и качество строительства.

5.3 Техническое задание на разработку резервуара определяет необходимые требования на всех этапах создания резервуара (проектирование, изготовление, транспортировка, монтаж, контроль, испытания и приемка). Состав технического задания на проектирование следует принимать в форме «Бланка Заказа» в соответствии с обязательным Приложением 1.

5.4 Инженерно-геологические изыскания для строительства резервуаров должны содержать данные, необходимые для выбора типа основания и фундаментов с учетом прогноза возможного изменения (в процессе строительства и эксплуатации) инженерно-геологических и гидрологических условий площадки строительства, а также инженерных мероприятий по ее освоению.

В районах со сложными инженерно-геологическими условиями - по землетрясениям, при наличии просадочных и набухающих грунтов или возможности развития опасных геологических процессов (карст, оползни и т.д.), а также на подрабатываемых территориях, инженерные изыскания должны выполняться специализированными организациями.

5.5 При проектировании резервуаров для строительства в районах со сложными инженерно-геологическими условиями необходимо соблюдать требования СНиП РК 5.01-01-2002, предъявляемые к основаниям и фундаментам.

5.6 Настоящие нормы не ставят цель устанавливать фиксированные геометрические или конструктивные параметры резервуаров, а позволяют осуществить проектирование и строительство резервуаров таких параметров, которые бы способствовали созданию оптимальных конструктивных форм и в наибольшей степени соответствовали индивидуальным требованиям Заказчика.

Установка резервуаров в составе резервуарных парков, взаимное их расположение, обеспечение системами противопожарной защиты и общие требования по охране окружающей среды, должны соответствовать требованиям СНиП 2.11.03-93, СНиП II-89-80*.

6 КЛАССИФИКАЦИЯ И ОСНОВНЫЕ ТИПЫ РЕЗЕРВУАРОВ

6.1 По конструктивным особенностям резервуары подразделяются на следующие типы:

- с плавающей крышей: однодечной - (ПК); двухдечной - (ДПК);
- со стационарной крышей без понтона (СК);
- со стационарной крышей и понтоном (СКП).

6.2 Выбор типа резервуара зависит от классификации нефти и нефтепродуктов по температуре вспышки и давления насыщенного пара при температуре хранения:

а) для ЛВЖ и давления насыщенного пара свыше 26.6 кПа (200 мм рт.ст.) до 93.3 кПа (700 мм рт. ст.) применяются:

- резервуары с плавающей крышей или со стационарной крышей и понтоном;
- резервуары со стационарной крышей без понтона, оборудованные газовой обвязкой или установкой улавливания легких фракций (УЛФ);

б) для ЛВЖ и давления насыщенных паров менее 26.6 кПа (200 мм рт.ст.), а также для ГЖ и пластовой воды - резервуары со стационарной крышей без газовой обвязки.

Рекомендуемые условия применения резервуаров различных типов приведены в таблице 6.1.

6.3 В зависимости от объема хранимой нефти и нефтепродуктов, резервуары подразделяются на четыре класса по степени опасности (ответственности):

- класс I - сверх опасные резервуары объемом свыше 50000 м³;

Таблица 6.1

Наименование хранимых продуктов	Рекомендуемые типы резервуаров					
	ПК	ДПК	СКП	СК		
				с газовой обвязкой	с установкой УЛФ	без газовой обвязки и УЛФ
Нефть	+	+	+	■	+	■
Бензины автомобильные	+	+	+	■	+	■
Бензины авиационные	■	+	+	■	■	+
Топливо для реактивных двигателей	■	+	■	■	■	+
Топливо дизельное	■	■	■	■	■	+
Печное, моторное, нефтяное топливо (мазут)	■	■	■	■	■	+
Керосин технический, осветительный	■	■	■	■	■	+
Нефтяные растворители	■	■	■	■	■	+
Масла	■	■	■	■	■	+
Пластовая вода и пр.	■	■	■	■	■	+

- класс II - особо опасные резервуары объемом свыше 20000 м³ до 50000 м³;

- класс III - резервуары повышенной опасности объемом от 1000 м³ до 20000 м³;

- класс IV - опасные резервуары объемом менее 1000 м³.

Степень опасности учитывается:

- специальными требованиями в рабочей документации к материалам и объемам контроля;

- выбором коэффициента надежности по назначению;

- выбором методов расчета.

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

а) резервуары рулонной сборки, для которых листовые конструкции стенки, днища, понтона и крыш (стационарной, плавающей) изготавливаются и монтируются в виде рулонизируемых полотнищ;

б) резервуары полистовой сборки, изготовление и монтаж всех листовых конструкций которых ведется из отдельных листов;

в) резервуары комбинированной сборки, стенки которых изготавливаются и монтируются из отдельных листов, а листовые конструкции днища, стационарной крыши, плавающей крыши или понтона (все или некоторые из них) - в виде рулонизируемых полотнищ.

6.5 Резервуары I-го и II-го класса опасности не допускается изготавливать и монтировать методом рулонной сборки.

7 МАТЕРИАЛЫ

Стали, используемые в конструкциях резервуаров, должны удовлетворять требованиям стандартов и технических условий, рекомендованных настоящими нормами, а также дополнительным требованиям, указанным в настоящих нормах.

7.1 Общие требования к материалам

7.1.1 Все элементы конструкций по требованиям к материалам разделяются на три группы: А и Б - основные конструкции; С - вспомогательные конструкции.

А - стенка, привариваемые к стенке листы днища или кольцевые окрайки, обечайки люков и патрубков в стенке и фланцы к ним, привариваемые к стенке усиливающие накладки, кольца жесткости, опорные кольца стационарных крыш;

Б - центральная часть днища, анкерные крепления, каркас крыши (включая фасонки), настил крыш, самонесущие конические крыши, плавающие крыши и понтоны, промежуточные кольца жесткости, обечайки люков и патрубков на крыше, крышки люков;

С - лестницы, площадки, ограждения, переходы.

7.1.2 Для конструкций резервуаров должна применяться сталь, выплавленная электропечным, кислородно-конвертерным или мартеновским способами. 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.

7.1.3 Для основных конструкций группы А должна применяться только спокойная (полностью раскисленная) сталь.

Для основных конструкций группы Б должны применяться спокойная или полуспокойная сталь.

Для вспомогательных конструкций групп С, наряду с вышеперечисленными сталями, с учетом температурных условий эксплуатации, возможно применение кипящей стали.

7.2 Химический состав и свариваемость

7.2.1 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.

7.2.2 Углеродный эквивалент стали с пределом текучести 390 МПа и ниже для основных конструкций не должен превышать 0.43. Расчет углеродного эквивалента производится по формуле:

$$C_{\text{экр}} = C + \frac{\text{Mn}}{6} + \frac{\text{Si}}{24} + \frac{\text{Cr}}{5} + \frac{\text{Ni}}{40} + \frac{\text{Cu}}{13} + \frac{\text{V}}{14} + \frac{\text{P}}{2}, \quad (7.1)$$

где С, Мп, Si, Cr, Ni, Cu, V, P - массовые доли углерода, марганца, кремния, хрома, никеля, меди, ванадия и фосфора по результатам плавочного анализа (ковшовой пробы).

При отсутствии в сертификатах на углеродистую 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.

7.3 Расчетная температура металла

7.3.1 За расчетную температуру металла принимается наиболее низкое из двух следующих значений:

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

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

7.3.2 Температура наиболее холодных суток для данной местности определяется с обеспеченностью 0.98 по таблице (1) температур наружного воздуха СНиП РК 2.04-01-2001.

7.3.3 Для резервуаров рулонной сборки расчетная температура металла, принимаемая по п. 7.3.1., при толщинах свыше 10 мм понижается на 5°C.

7.4 Требования к ударной вязкости

7.4.1 Требования к ударной вязкости назначаются в зависимости от группы конструкций по п.7.1.1, расчетной температуры металла по п.7.3.1, механических характеристик сталей (предел текучести и временное сопротивление) и толщины проката.

7.4.2 Температура испытания на ударную вязкость на образцах типа Менаже (KCU) и Шарпи (KCV) определяется по табл. 7.1 и рис.7.2.

Таблица 7.1 - Требования к ударной вязкости

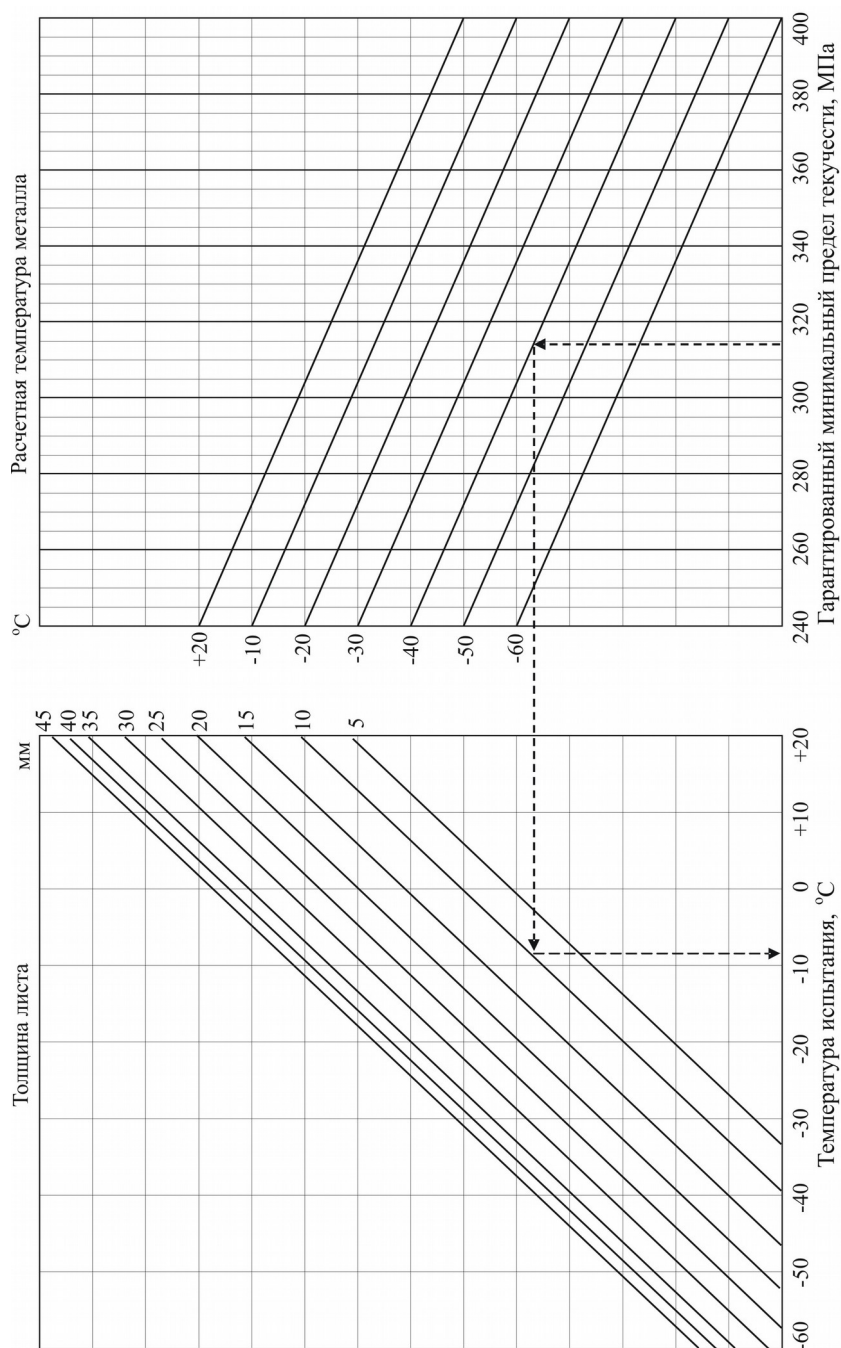
Расчетная температура металла, °С	Временное сопротивление, Н / мм ²	Толщина проката, мм	Температура испытания на ударную вязкость, °С					
			KCU			KCV		
			Группа конструкций			Группа конструкций		
			A	B	C	A	B	C
до - 40	≤ 430	до 10	- 20	- 20	-	-	-	-
ниже - 40	≤ 430	до 10	-	- 20	- 20	- 10	0	-
до - 40	≤ 430	св. 10	- 20	- 20	- 20	+10;**))	-	-
ниже - 40	≤ 430	св. 10	-	-	- 20	*)	*)	-
Примечания								
до - 40	> 430 ≤ 490	до 10	- 40	- 40	-	-	-	-
до - 40	> 430 ≤ 490	св. 10	- 40	- 40	-	*)	+20;**))	-
ниже - 40	> 430 ≤ 490	все толщины	-	-	- 20	-20; **))	-20; **))	-
до - 40	> 490	все толщины	-	-	-	- 20	- 20	-
ниже - 40	> 490	все толщины	-	-	- 20	*)	*)	-
*) температура испытаний принимается по рис. 7.2								
**) температура испытаний принимается по рис. 7.2 или по температуре, указанной рядом (что ниже)								

Рис. 7.2 График для определения температуры испытания с учетом предела текучести, расчетной температуры металла и толщины листов (пунктирной линией показан порядок действий)

7.4.3 Нормируемая величина ударной вязкости зависит от временного сопротивления стали и направления вырезки образцов (поперечного - для листового проката или продольного - для фасонного проката).

Для листового проката с временным сопротивлением до 430 Н/мм² нормируемая величина ударной вязкости составляет 30 Дж/см²; то же свыше 430 Н/мм² до 490 Н/мм² - 35 Дж/см²; то же свыше 490 Н/мм² - 40 Дж/см².

Для фасонного проката ударная вязкость по сравнению с указанными величинами для листового проката увеличивается на 20 Дж/см².



7.5 Рекомендуемые стали

7.5.1 Выбор марки стали для основных элементов конструкций должен производиться с учетом механических характеристик (гарантированных минимальных предела текучести и временного сопротивления), ударной вязкости, толщины проката

7.5.2 Для конструкций резервуаров объемом до 20000 м^3 , а также конструкций групп Б и С резервуаров объемом более 20000 м^3 рекомендуется применение сталей марок 09Г2С, СтЗсп по ГОСТ 27772, ГОСТ 14637, ГОСТ 535.

7.5.3 Для основных конструкций групп А резервуаров объемом более 20000 м^3 рекомендуется применение сталей марок, указанных в стандартах API 650, ASTM, ISO 630: А 537М/А 537, Е 275; Е 355 и другие.

7.5.4 Материал труб, применяемый для изготовления обечаек люков и патрубков, должен иметь механические характеристики не ниже характеристик основного металла конструкций (стенки или крыши), на которых осуществляется врезка люков или патрубков.

7.5.5 При выборе материала болтов и гаек для фланцевых соединений люков и патрубков следует учитывать расчетную температуру металла. При расчетной температуре до - 40°C включительно для болтов и гаек рекомендуется сталь марки Ст3 сп5 по ГОСТ 535; при расчетной температуре ниже - 40°C до - 50°C включительно - сталь марки 09Г2С категории 12 по ГОСТ 19281; при расчетной температуре ниже - 50°C - сталь марки 09Г2С категории 13 по ГОСТ 19281.

Материал болтов и гаек может назначаться также по ГОСТ 12816.

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

7.5.7 Для 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 20 пс или 20 по ГОСТ 1050.

8 КОНСТРУКЦИИ РЕЗЕРВУАРОВ

8.1 Сварные соединения и швы

8.1.1 Основные типы сварных соединений и швов.

Для изготовления резервуарных конструкций применяются стыковые, угловые, тавровые и нахлесточные сварные соединения. Основные типы и обозначения сварных соединений приведены в справочном Приложении 2.

В зависимости от протяженности сварных швов по линии соединения деталей различают следующие типы сварных швов:

- сплошные швы, выполняемые на всю длину сварного соединения;
- прерывистые швы, выполняемые чередующимися участками длиной не менее 50 мм;
- прихваточные швы, поперечное сечение которых определяется технологией сборки, а протяженность сва-риваемых участков составляет не более 50 мм.

8.1.2 Изображения сварных соединений.

Изображения сварных соединений и условные обозначения сварных швов на чертежах должны однозначно определять размеры конструктивных элементов подготовленных кромок свариваемых деталей, необходимые для выполнения швов с применением конкретного вида сварки.

Конструктивные элементы сварных соединений и швов должны, как правило, соответствовать требованиям стандартов на применяемый вид сварки:

- для ручной электродуговой сварки - ГОСТ 5264;
- для автоматической сварки под флюсом - ГОСТ 8713;
- для полуавтоматической сварки в среде защитных газов - ГОСТ 14771.

8.1.3 Ограничения на сварные соединения и швы.

Наличие прихваточных швов в законченной конструкции не допускается.

Минимальные катеты угловых швов должны быть следующими:

- для деталей толщиной 4 мм - 3 мм;
- для деталей толщиной 5 мм и более - не менее, чем одна треть более тонкой детали в соединении, но не менее 4 мм. Данное требование не распространяется на размер шва приварки настила легкосбрасываемой крыши к верхнему кольцевому элементу стенки.

Максимальные катеты угловых швов не должны превышать 1,2 мм толщины более тонкой детали в соединении.

Нахлесточное соединение, сваренное сплошным швом с одной стороны, допустимо только для соединений днища и листов крыши (согласно 8.1.6 и 8.1.9), при этом, величина нахлеста должна быть не менее 60 мм для соединений полотнищ днища и крыши и не менее 30 мм для соединений листов днища и листов крыши при полистовой сборке, но не менее 5-ти толщин наиболее тонкого листа в соединении.

8.1.4 Вертикальные соединения стенки.

Вертикальные соединения листов стенки должны выполняться двусторонними стыковыми швами с полным проваром. Вертикальные швы соединений на смежных поясах стенки

должны быть смещены друг относительно друга на минимальную величину 10δ (где δ - толщина нижнего пояса стенки), но не менее 500 мм для стенок полистовой сборки. Допускается располагать на одной линии вертикальные монтажные швы стенок резервуаров IV классов ответственности, сооружаемых методом рулонирования.

8.1.5 Горизонтальные соединения стенки.

Горизонтальные соединения листов стенки должны выполняться двусторонними стыковыми швами с полным проваром.

Для резервуаров полистовой сборки оси поясов стенки в вертикальном сечении должны совмещаться в одну вертикальную линию, если иное не определено условиями эксплуатации (резервуары с понтоном или плавающими крышами).

Для стенок резервуаров, изготавливаемых методом рулонирования, общая вертикальная линия может совмещаться с внутренней или внешней поверхностью поясов.

8.1.6 Нахлесточные соединения днища.

Нахлесточные соединения днища применяются для соединения между собой рулонируемых полотнищ днищ, листов центральной части днищ при их монтаже полистовой сборкой, а также для соединения центральной части днищ (рулонируемой или полистовой) с кольцевыми окрайками.

Нахлесточные соединения днищ свариваются сплошным односторонним угловым швом только с верхней стороны. В зоне пересечения нахлесточных соединений днища с нижним поясом стенки должна быть образована ровная поверхность днища, как это показано (Рис. 8.1)

8.1.7 Стыковые соединения днища.

Двухсторонние стыковые соединения применяются для сварки рулонируемых полотнищ днищ.

Односторонние стыковые соединения на остающейся подкладке применяются для соединения между собой кольцевых окراек, а также при полистовой сборке центральной части днищ или днищ без окраек. Остающаяся подкладка должна иметь толщину не менее 4 мм и должна присоединяться прерывистым швом к одной из стыкуемых деталей. При выполнении стыкового соединения на остающейся подкладке без разделки кромок зазор между кромками стыкуемых листов толщиной до 6 мм должен быть не менее 4 мм; для стыкуемых листов толщиной более 6мм указанный зазор должен составлять не менее 6мм. При необходимости должны использоваться металлические распорки для того, чтобы обеспечить раскрытие корня шва на необходимую величину.

Для стыковых соединений кольцевых окраек проектом КМ должен быть предусмотрен переменный зазор клиновидной формы, изменяющийся от 4 - 6 мм по наружному контуру окраек и до 8 - 12 мм по внутреннему контуру, учитывающий усадку кольца окраек в процессе сварки.

Для сварки кольцевых окраек должны применяться подкладки из материала, соответствующего материалу кольцевых окраек.

8.1.8 Соединение днища со стенкой.

Для соединения днища со стенкой должно применяться двустороннее тавровое соединение, как правило, без разделки кромок. При этом, размер угловых швов (катет) должен быть не менее чем толщина более тонкого листа в соединении, но не более 12 мм. Каждый шов соединения должен выполняться не менее чем за два прохода.

Если толщина нижнего пояса стенки и толщина днища (окрайки) превышают 12 мм, то тавровое соединение днища со стенкой должно быть выполнено двусторонним угловым швом катетом 12 мм с двумя симметричными скосами нижней кромки стенки. При этом, сумма глубины скоса и размера углового шва должна быть равна толщине днища (окрайки).

Примечание - Узел соединения днища со стенкой должен быть доступен для осмотра в процессе эксплуатации резервуара. При наличии на стенке резервуара теплоизоляции, последняя должна не доходить до днища на расстояние около 100 мм, чтобы исключить коррозию данного узла и обеспечить наблюдение за его состоянием.

8.1.9 Соединения листов крыши.

Настил крыши может выполняться из отдельных листов, укрупненных карт или полотнищ заводского изготовления.

Монтажные соединения настила должны выполняться, как правило, внахлестку со сваркой сплошного углового шва только с верхней стороны.

По требованию Заказчика монтажные соединения настила самонесущих конических или сферических крыш могут выполняться двусторонними стыковыми или нахлесточными.

Заводские сварные швы настила должны быть двусторонними стыковыми.

Для соединения настила с каркасом крыши допускается применение прерывистых угловых швов при мало агрессивной степени воздействия внутренней среды резервуара. Для средне и сильноагрессивной среды указанное соединение должно выполняться сплошными угловыми швами.

При выполнении крыши во взрывозащищенном исполнении (легко сбрасываемой) настил крыши должен привариваться только к верхнему кольцевому элементу стенки угловым швом катетом не более 5 мм, приварка настила к каркасу крыши не допускается.

8.2 Днища

8.2.1 Днища резервуаров могут быть плоскими (для резервуаров объемом до 1000 м³) или коническими с уклоном от центра к периферии (рекомендуемая величина уклона 1:100), при этом наличие незначительного уклона будет компенсировать возможную неравномерность осадок основания, а также облегчит очистку резервуара и удаление подтоварной воды.

По требованию Заказчика уклон днища может быть выполнен к центру резервуара при условии специальной проработки в проекте вопросов осадок основания.

8.2.2 Днища резервуаров должны иметь центральную часть и кольцевые крайки.

Днища резервуаров объемом до 1000 м³ могут изготавливаться из листов одной толщины (без окраек), минимальный выступ листов днища за внешнюю поверхность стенки должен составлять 25 мм.

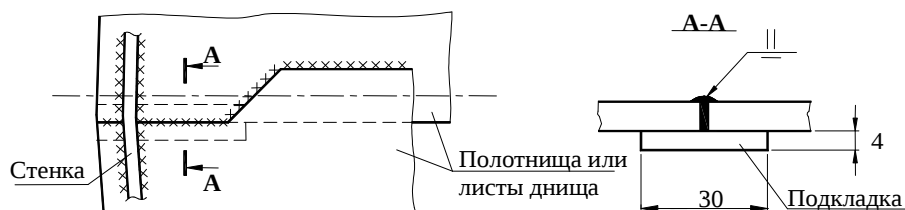


Рис.8.1 - Нахлесточные соединения днища

8.2.3 Толщина всех листов днища должна быть не менее 6 мм. Допускается для изготовления рулонированных полотнищ днищ резервуаров объемом до 5000 м³ применять листы толщиной 5 мм, при этом наличие в полотнище листов различной толщины не допускается.

8.2.4 Кольцевые крайки должны иметь достаточную радиальную ширину, обеспечивающую минимальное расстояние между внутренней поверхностью стенки и швом приварки центральной части днища к крайкам не менее 500 мм или не менее величины (мм), определяемой соотношением:

$$215t_{ок} / (H_d \cdot G)^{0.5}, \quad (8.1)$$

где $t_{ок}$ - толщина крайки, мм;

H_d - расчетный уровень налива продукта, м;

G - относительная плотность продукта.

За внешнюю поверхность стенки крайки должны выступать не менее чем на 50 мм, но не более чем на 100 мм.

8.2.5 Толщина кольцевых окраек должна быть не менее величин, приведенных в таблице 8.1.

8.2.6 Монтажные соединения днищ, расположенные под нижней кромкой стенки, должны отстоять от вертикальных монтажных швов нижнего пояса стенки не менее чем на 100 мм для резервуаров IV и III классов ответственности и на 200 мм для резервуаров II и I классов ответственности.

8.2.7 Стыковые или нахлесточные соединения трех элементов (листов или полотнищ) в днищах резервуаров должны отстоять одно от другого не менее чем на 300 мм и на такое же расстояние они должны отстоять от стенки резервуара.

Таблица 8.1

Толщина нижнего пояса стенки резервуара, мм	Минимальная толщина кольцевой окрайки, мм
до 7	6
свыше 7 до 11	7
свыше 11 до 16	9
свыше 16 до 20	12
свыше 20 до 26	14
свыше 26	16

8.2.8 Днища должны иметь форму с круговой внешней кромкой.

8.2.9 По внутреннему периметру кольцевых краек (внутри стенки) форма центральной части днища может быть круговой или многогранной, с учетом обеспечения нахлестки центральной части днища на окрайки минимум 60 мм.

8.3 Стенки

8.3.1 Толщины листов стенки резервуара должны превышать расчетные значения по условиям прочности и устойчивости и должны быть не менее номинальных величин, указанных в таблице 8.2. Максимальные толщины листов не должны превышать 38 мм.

Таблица 8.2

Диаметр резервуара, м	Минимальная толщина листов стенки, мм
до 15	5
свыше 15 до 30	6
свыше 30 до 60	8
свыше 60 до 75	10
свыше 75	12

8.3.2 Минимальная ширина листов стенки, кроме листов верхнего пояса, должна составлять:

- для резервуаров рулонной сборки - 1,5 м;
- для резервуаров полистовой сборки - 1,8 м.

8.3.3 Местные сосредоточенные нагрузки на стенку резервуара должны быть распределены при помощи листовых накладок или ребер жесткости, располагаемых предпочтительно в кольцевом направлении.

8.3.4 Конструктивные элементы, присоединяемые к стенке резервуара, подразделяются на временные (технологические приспособления) и постоянные.

8.3.5 Технологические приспособления должны быть удалены до гидравлических испытаний, а возникающие при этом повреждения или неровности поверхности должны быть устранены с зачисткой абразивным инструментом.

Зачистка поверхности допускается на глубину, не выводящую толщину проката за пределы минусовых отклонений.

8.3.6 Постоянные конструктивные элементы не должны препятствовать перемещению стенки, особенно в зоне нижних поясов стенки, при гидравлической нагрузке.

8.3.7 Присоединение конструктивных элементов к стенке должно удовлетворять следующим требованиям:

- катет угловых швов крепления конструктивных элементов не должен превышать 12 мм;
- постоянные конструктивные элементы должны располагаться не ближе 75 мм от оси горизонтальных швов стенки и днища резервуара, и не ближе 50 мм от оси вертикальных швов стенки, а также от края любого другого постоянного конструктивного элемента на стенке;
- приварка постоянных конструктивных элементов должна производиться через листовые накладки со скругленными углами и с обваркой по замкнутому контуру;
- технологические приспособления должны привариваться на расстоянии более 30 мм от сварных швов стенки.

8.4 Кольца жесткости на стенке

8.4.1 Для обеспечения прочности и устойчивости резервуаров, при эксплуатации, а также получения требуемой геометрической формы в процессе монтажа, на стенках резервуаров устанавливаются следующие типы колец жесткости:

- верхнее ветровое кольцо для резервуаров с открытым верхом (без стационарной крыши) или для резервуаров со стационарными крышами специальных типов, имеющих повышенную деформативность в плоскости их основания;
- верхнее опорное кольцо для резервуаров со стационарными крышами;
- промежуточные ветровые и сейсмические кольца для резервуаров всех типов;
- промежуточные формообразующие кольца для резервуаров, сооружаемых методом рулонирования.

8.4.2 Верхнее ветровое кольцо устанавливается на верхнем поясе стенки резервуаров с плавающими крышами или резервуаров со стационарными крышами, конструкция которых не может рассматриваться в качестве жесткого диска в плоскости верхней кромки стенки. Это относится, например, к конструкциям купольных алюминиевых крыш, крышам оболочечного типа переменной кривизны, с участками сжатых и растянутых поверхностей (двускатные, многоскатные, складчатые и т.п. крыши).

Для резервуаров указанного типа минимальное сечение верхнего ветрового кольца жесткости определяется в пункте 9.2.4 настоящих норм.

Рекомендуемая высота установки верхнего ветрового кольца составляет 1.10 - 1.25 м от верха стенки. При этом, по верху стенки резервуаров с плавающей крыши должен быть установлен кольцевой уголок сечением не менее 75 × 6 мм.

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 раздела 8.9.

8.4.3 Верхнее опорное кольцо стационарных крыш устанавливается на верхней кромке стенки резервуаров для восприятия опорных реакций сжатия, растяжения или изгиба при воздействии на крышу внешних и внутренних нагрузок. Минимальное сечение опорного кольца самонесущих крыш определяется в пункте 9.3.3.

В том случае, если монтаж стационарной крыши осуществляется после окончания монтажа стенки резервуара, то сечение опорного кольца должно быть проверено на соответствия п. 9.2.4., как для резервуара с открытым верхом.

8.4.4 Промежуточные ветровые и сейсмические кольца жесткости устанавливаются в тех случаях, когда толщины стенки, определенные по результатам прочностных статических расчетов, не обеспечивают прочности и устойчивости в условиях ветровых и сейсмических воздействий, а увеличение толщин поясов стенки является технически и экономически нецелесообразным.

Минимальное сечение промежуточных колец жесткости должно определяться по пункту 9.2.4.

8.4.5 Промежуточные формообразующие кольца жесткости устанавливаются на стенках рулонизируемых резервуаров, с целью обеспечения правильной геометрической формы, особенно в зоне монтажных стыков.

Для резервуаров объемом до 5000 м³ необходимость установки формообразующих колец определяется монтажной организацией по согласованию с Заказчиком и автором проекта КМ.

Для резервуаров объемом свыше 5000 м³ необходимо установить минимум три формообразующих кольца.

Рекомендуемые сечения формообразующих колец указаны в таблице 8.3.

Таблица 8.3

Диаметр резервуара, м	Толщина пояса стенки, мм	Минимальное сечение кольца
до 30	до 10	L 100 × 8
	св. 10	L 100 × 10
до 35	до 10	L 125 × 80 × 8
	св. 10	L 125 × 80 × 10
св. 35	до 10	L 140 × 90 × 8
	св. 10	L 140 × 90 × 10

В зоне монтажных стыков сечение формообразующих колец может быть увеличено установкой накладок или иным образом, в соответствии с указаниями ППР.

8.4.6 Кольца жесткости должны иметь неразрезное сечение по всему периметру стенки. Установка элементов колец на отдельных участках, в том числе в зоне монтажных стыков стенки рулонизируемых резервуаров, не допускается.

8.4.7 Соединения колец жесткости должны быть стыковыми с полным проплавлением. Допускается соединение колец на накладках. Монтажные стыки колец жесткости должны отстоять от вертикальных швов стенки минимум на 150 мм.

8.4.8 Кольца жесткости должны располагаться на расстоянии не менее 150 мм от горизонтальных швов стенки.

8.4.9 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.

8.4.10 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.

Кольца такой конструкции, которая способна собирать воду, должны быть снабжены сточными отверстиями.

8.5 Патрубки и люки в стенке резервуара (врезки в стенку)

Установка патрубков и люков, с учетом конструктивных решений, мест расположения, применяемых материалов и прочих требований настоящих норм, не должна снижать показатели прочности, герметичности, надежности и долговечности резервуара.

8.5.1 Усиления стенки в местах врезок

Все отверстия в стенке для установки патрубков и люков, должны быть усилены листовыми накладками (усиливающими листами), располагаемыми по периметру отверстий. Допускается установка патрубков условным проходом до 50 мм без усиливающих листов.

Наружный диаметр (D_R) усиливающего листа должен находиться в пределах

$$1.8D_0 \leq D_R \leq 2.2D_0, \quad (8.2)$$

где D_0 - диаметр отверстия в стенке.

Толщина усиливающего листа должна быть не менее толщины стенки. Если толщина усиливающего листа превышает толщину стенки, то края усиливающего листа должны быть скруглены или обработаны в соответствии с рис.8.2.

Площадь поперечного сечения усиливающего листа должна быть не менее, чем произведение вертикального размера отверстия в стенке на толщину листа стенки. Площадь поперечного сечения усиливающего листа должна измеряться по вертикальной оси отверстия.

Усиливающий лист должен быть снабжен контрольным отверстием с резьбой М6 - М10, открытым в атмосферу и располагаемым примерно на горизонтальной оси патрубка или люка.

Катет (K_1) углового шва крепления усиливающего листа к обечайке (трубе) патрубка или люка должен назначаться в соответствии с табл. 8.4.

Катет (K_2) углового шва крепления усиливающего листа к стенке резервуара должен быть равен толщине стенки, но не более 38 мм.

Катет (K_3) углового шва крепления усиливающего листа к днищу резервуара должен быть равен наименьшей толщине свариваемых элементов, но не более 12 мм.

8.5.2 Ограничения на расположение врезок в стенке.

В одном листе стенки могут располагаться не более четырех врезок с условным проходом более 300 мм.

Расстояние от внешнего края усиливающих листов до оси горизонтальных стыковых швов стенки или до днища резервуара (кроме варианта конструктивного исполнения усиливающих листов, перекрывающих соединение стенки с днищем) должно быть не менее 100 мм, а до оси вертикальных стыковых соединений стенки должно быть не менее 250 мм.

Допускается перекрытие горизонтального шва стенки усиливающим листом люка-лаза условным проходом 800 мм на величину не менее 100 мм от наружного или внутреннего контура накладки. При этом перекрываемый шов должен быть подвергнут радиографическому контролю на длине не менее 1600 мм симметрично относительно вертикальной оси люка-лаза.

Расстояние между внешними краями усиливающих листов двух близко расположенных врезок должно быть не менее 250 мм.

8.5.3 Патрубки в стенке резервуара предназначены для фланцевого присоединения наружных трубопроводов, приборов, элементов оборудования и иных устройств, требующих выполнения отверстия в стенке.

Количество и размеры патрубков зависят от назначения и объема резервуара и назначается Заказчиком резервуара.

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.

Вопросы проектирования патрубков, с учетом внутреннего гидростатического давления продукта и нагрузок от присоединяемых трубопроводов, изложены в п. 9.5 настоящих норм.

Рекомендуются патрубки условным проходом 50; 80; 100; 150; 200; 250; 300; 400; 500; 600; 700 мм.

Конструктивное исполнение патрубков должно соответствовать Рис. 8.3; 8.4; 8.5; 8.6. Тип патрубка ("S", "F" или "D"), согласно Рис. 8.4, должен назначаться Заказчиком резервуара.

Минимально необходимые параметры патрубков по условиям гидростатического давления приведены в табл. 8.5.

Таблица 8.4

Параметры	Обозначение	Размеры, мм							
		5	6	7	8..10	11..15	16..22	23..32	37..38
Толщина стенки	t	5	6	7	8..10	11..15	16..22	23..32	37..38
Катет углового шва	K_1	5	6	7	8	10	12	14	16

Таблица 8.5

Условный проход патрубка, мм	Диаметр обечайки (трубы), D_p , мм	Минимальная толщина обечайки (трубы), T_p , мм	Минимальное расстояние от стенки до фасадной поверхности фланца, B , мм	Диаметр усиливающего листа, D_R , мм	Минимальное расстояние от дна до оси патрубка, A , мм	
					с круглым усиливающим листом	с усиливающим листом до дна
50	57	5	150	—	—	—
80	89	5	200	220	220	150
100	108; 114	5	200	260	250	160
150	159; 168	6	200	360	300	200
200	219	6	250	460	340	240
250	273	8	250	570	390	290
300	325	8	250	670	450	340
400	426	10	300	870	550	440
500	530	12	350	1070	650	540
600	630	12	350	1270	750	640
700	720	12	350	1450	840	730

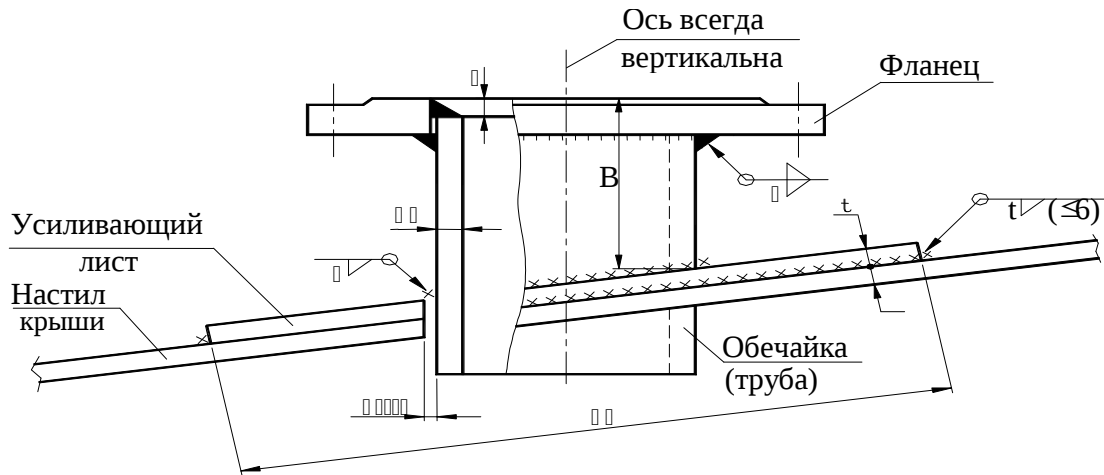


Рис.8.2 - Патрубок в крыше резервуара

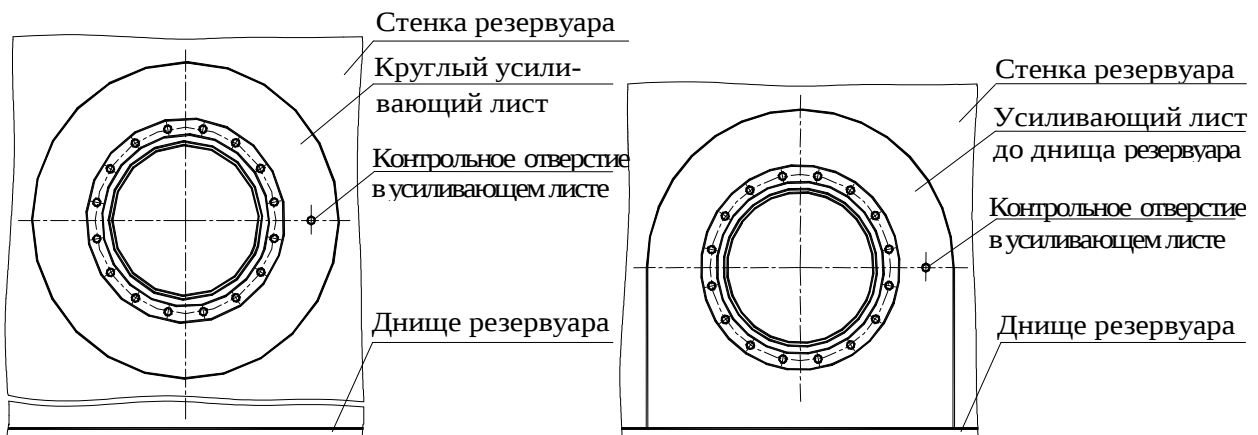
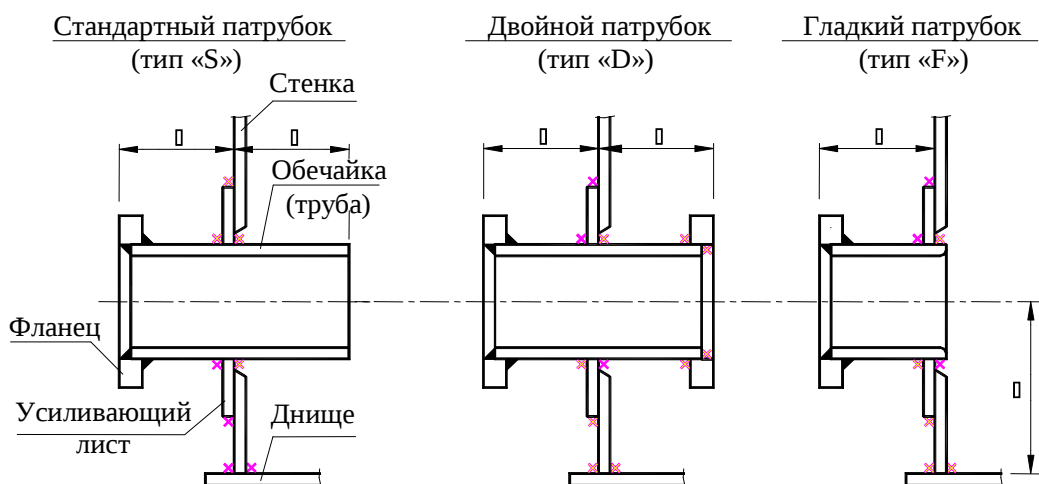


Рис.8.3 - Патрубки в стене резервуара (фасады)

Патрубки с круглым усиливающим листом



Патрубки с усиливающим листом до дна резервуара

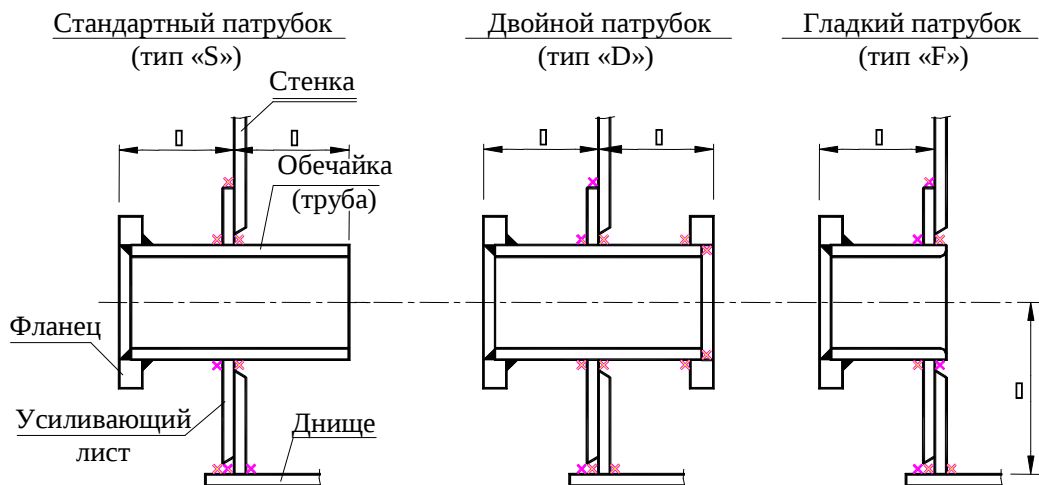


Рис.8.4 - Патрубки в стене резервуара (разрезы)

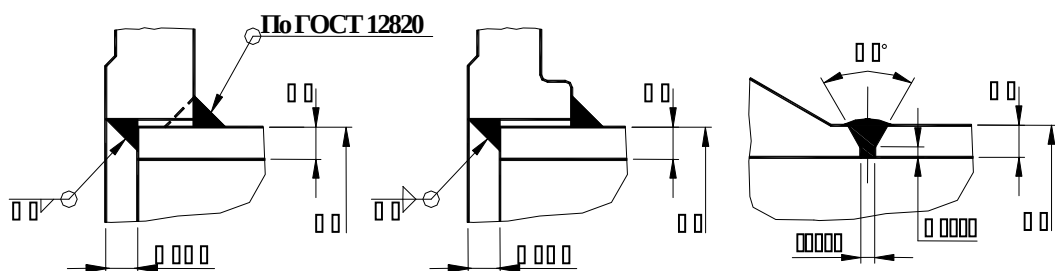
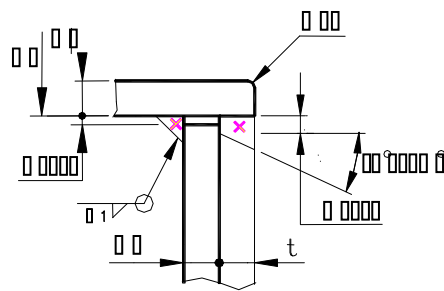
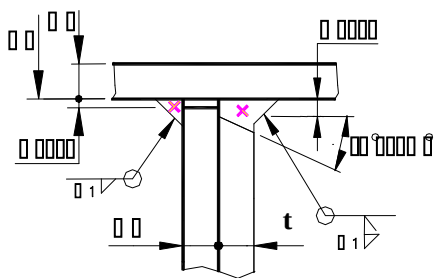


Рис.8.5 - Соединение фланца патрубка в стенке резервуара с обечайкой(трубой)

**Соединение обечайки (трубы) со стенкой
резервуара и усиливающим листом**



**Соединение усиливающего листа
со стенкой резервуара**

**Соединение усиливающего листа
с дном резервуара**

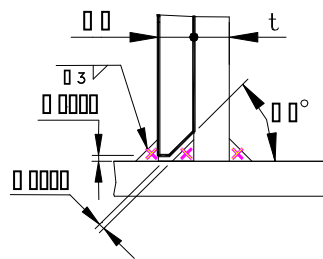
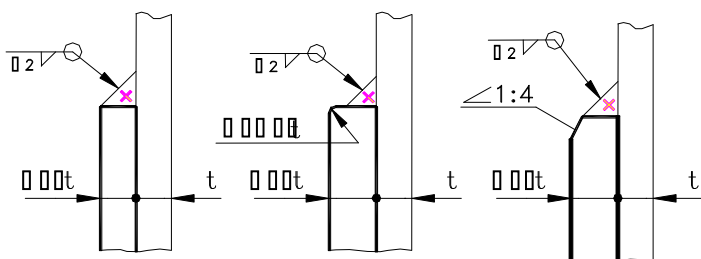


Рис.8.6 - Детали патрубков и люков-лазов в стенке резервуара

Фланцы патрубков должны выполняться по ГОСТ 12820 (исполнение 1 по ГОСТ 12815) на условное давление $P_y=16 \text{ кгс/см}^2$, если иное не оговорено при заказе резервуара.

По требованию Заказчика патрубки в стенке должны комплектоваться временными заглушками, на условное давление $P_y=2.5 \text{ кгс/см}^2$, предназначенными для герметизации резервуара при проведении испытаний после окончания монтажа.

8.5.4 Люки-лазы в стенке предназначены для проникновения внутрь резервуара при его монтаже, осмотре и проведении ремонтных работ.

Резервуар должен быть снабжен не менее чем двумя люками, обеспечивающими выход на днище резервуара.

Резервуары с понтоном должны иметь, кроме того, не менее одного люка, расположенного на высоте, обеспечивающей выход на понтон в его ремонтном положении. По требованию Заказчика указанный люк может устанавливаться на резервуарах с плавающей крышей.

Рекомендуются круглые люки условным проходом 600 и 800.

Конструктивное исполнение люков-лазов должно соответствовать Рис. 8.7; 8.8; 8.9; 8.10 и таблице 8.6.

По согласованию с Заказчиком конструктивное исполнение люков-лазов может выполняться в соответствии со стандартом API 650.

По требованию Заказчика резервуар может быть снабжен овальным люком 600x900 мм, конструктивное исполнение которого должно соответствовать Рис. 8.8; 8.9; 8.10 и таблицей 8.6 (для толщин крышки T_c и обечайки T_p , принимаемым по люку условным проходом 800 мм).

Люки должны быть снабжены приспособлением (поворотным устройством) для облегчения открывания и закрывания крышки.

Минимально необходимые параметры люков по условиям гидростатического давления приведены в табл. 8.6.

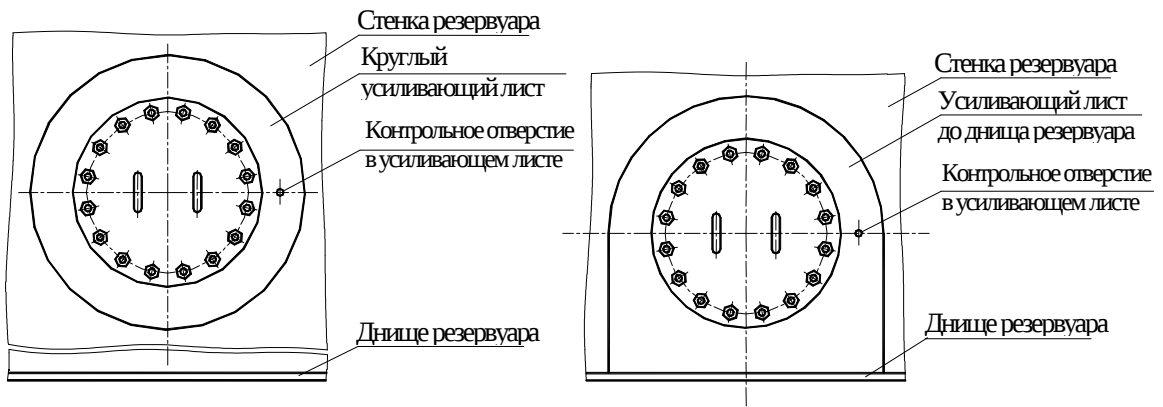


Рис.8.7 - Круглые люки-лазы в стенке резервуара (фасады)

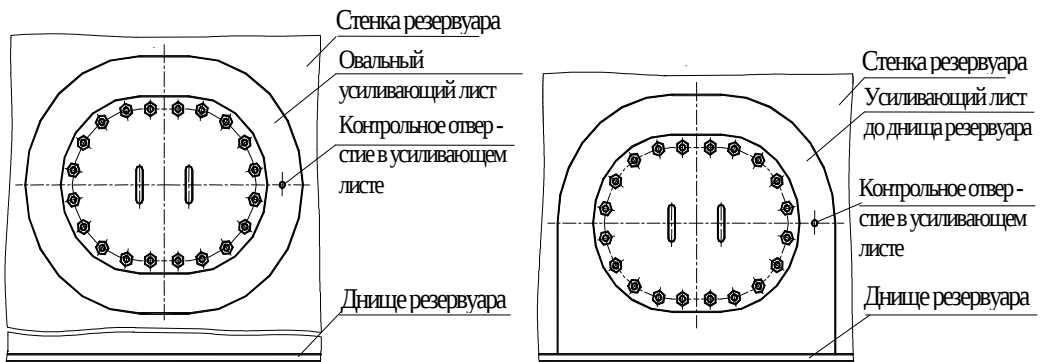
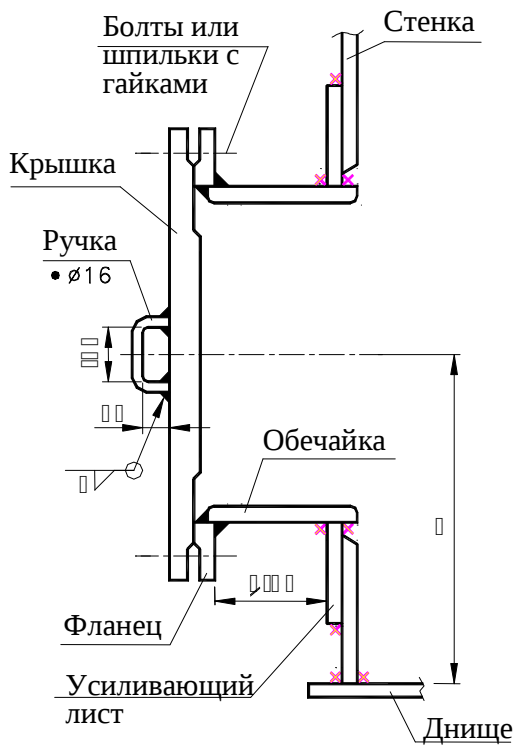


Рис.8.8 - Овальные люки-лазы в стенке резервуара (фасады)

Люк-лаз для выхода на днище резервуара



Люк-лаз для выхода на понтон или плавающую крышу

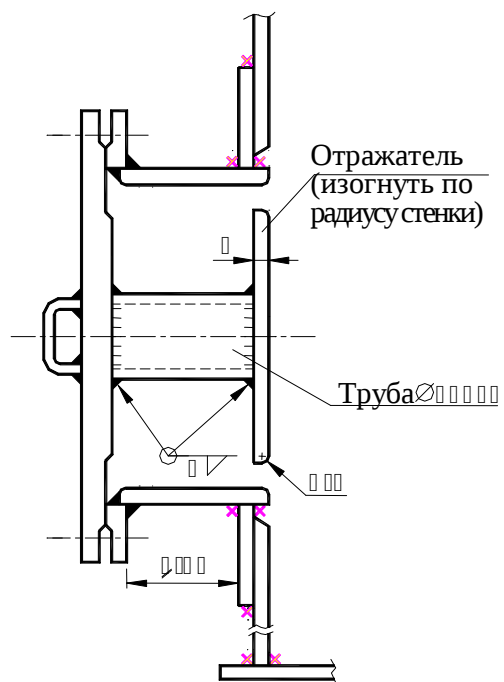


Рис 8.9 - Люки-лазы в стенке резервуара (разрезы)

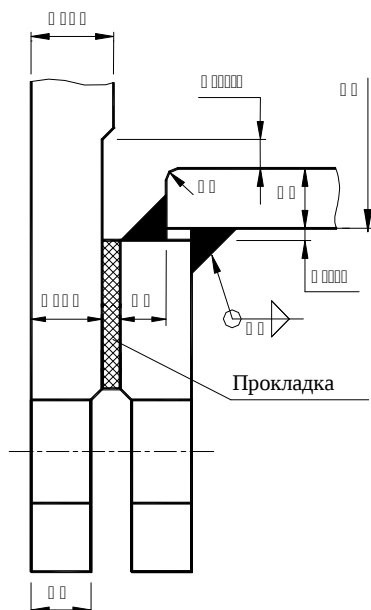


Рис.8.10 - Соединение фланца люка-лаза в стенке резервуара с обечайкой

Таблица 8.6

Параметры	Обозначение	Размер люка, мм	
		600	800
Наружный диаметр обечайки, мм	D_p	630	820
Толщина крышки, мм	T_c	18	22
Толщина обечайки, мм:	T_p		
- при толщине стенки резервуара 5; 6		6	8
- то же 7...10		8	10
- то же 11...15		10	12
- то же 16...22		12	14
- то же 24...26		14	16
- то же 27...32		16	18
- то же 33...38		20	20
Наружный диаметр усиливающего листа, мм	D_R	1270	1650
<p>Примечание - Параметры фланцев люков (наружный и внутренний диаметры, толщины, количество и диаметр болтов, диаметр отверстий под болты) принимать по ГОСТ 12820 на условное давление $P_y = 2.5 \text{ кгс/см}^2$, исполнения 1 по ГОСТ 12815.</p>			

8.6 Стационарные крыши

8.6.1 Общие требования

В настоящем разделе устанавливаются общие требования к конструкциям стационарных крыш и не ограничивается применение других конструкций крыш, известных в практике резервуаростроения и изготавливаемых по различным стандартам и нормам, при условии выполнения общих требований настоящих Норм.

Конструкции стационарных крыш подразделяются на следующие основные типы:

- самонесущая коническая крыша, несущая способность которой обеспечивается конической оболочкой настила;
- самонесущая сферическая крыша, несущая способность которой обеспечивается вальцованными элементами настила, образующими поверхность сферической оболочки;

- каркасная коническая крыша, близкая к поверхности пологого конуса, состоящая из элементов каркаса и настила;
- купольная крыша, поверхность которой близка к сферической и образуется изогнутыми по радиусу сферической поверхности элементами каркаса и радиальными или иным образом раскроенными листами настила.

Все крыши должны удерживаться лишь по периметру опиранием на стенку резервуара или опорное кольцо в соответствии с п. 8.4.3.

Минимальная толщина настила, а также любого компонента внутренних и внешних элементов каркаса крыш должна составлять 4 мм, исключая припуск на коррозию.

8.6.2 Самонесущая коническая крыша

Самонесущая коническая крыша представляет собой гладкую коническую оболочку, не подкрепленную радиальными ребрами жесткости.

Геометрические параметры самонесущей конической крыши должны удовлетворять следующим требованиям:

- максимальный угол наклона образующей крыши к горизонтальной поверхности должен составлять 30 градусов, минимальный угол наклона - 15 градусов;
- максимальный диаметр крыши в плане - 12.5 м.

Толщина оболочки крыши должна определяться расчетом на устойчивость, но должна быть не менее 4мм и не более 7 мм. При недостаточной несущей способности (при расчетной толщине более 7 мм) гладкая коническая оболочка должна подкрепляться кольцевыми ребрами жесткости (шпангоутами), устанавливаемыми с наружной стороны крыши.

Оболочка крыши должна изготавливаться в виде рулонизируемого полотнища (из одной или нескольких частей). Допускается изготовление полотнища крыши на монтаже, при этом толщина оболочки крыши может быть увеличена до 10 мм.

Узел крепления крыши к верху стенки может выполняться по одному из вариантов, показанных на Рис. 8.11.

При опирании крыши на кольцевой уголок, его минимальный размер должен быть 63×5 мм.

8.6.3 Самонесущая сферическая крыша

Самонесущая сферическая крыша представляет собой пологую сферическую оболочку.

Радиус кривизны крыши должен находиться в пределах от 0.8 D до 1.2 D, где D - диаметр резервуара. Рекомендуемым диапазоном применения самонесущих сферических крыш являются резервуары объемом до 5000 м³ с диаметром не более 20 м, эксплуатируемые с внутренним давлением до 5.6 кПа.

Толщина оболочки крыши определяется расчетами на прочность и устойчивость, но должна быть не менее 5 мм.

Поверхность сферической крыши может быть выполнена из формованных лепестков двоякой кривизны (вальцованных в меридиональном и кольцевом направлении) или цилиндрических лепестков, вальцованных только в меридиональном направлении, при этом отклонение поверхности цилиндрического лепестка от гладкой сферической поверхности (в кольцевом направлении) не должно превышать трех толщин оболочки.

Соединение лепестков между собой должно выполняться двусторонним стыковыми или нахлесточными соединениями.

Узел соединения крыши со стенкой резервуара должен соответствовать Рис.8.11.

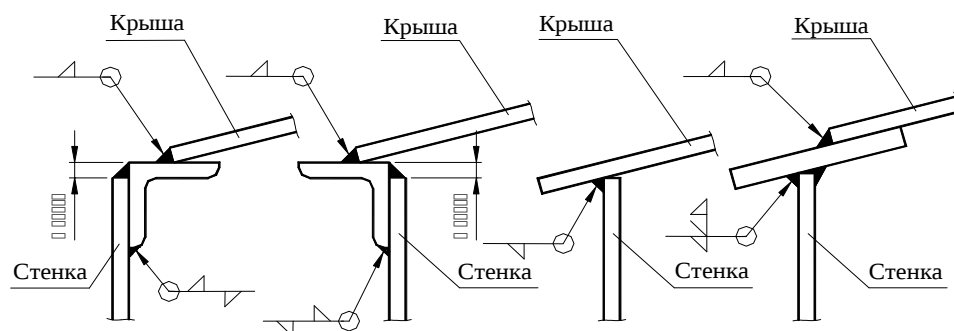


Рис.8.11 - Узел крепления крыши к верху стенки резервуара

8.6.4 Каркасная коническая крыша.

Применение каркасных конических крыш рекомендуется для резервуаров диаметром свыше 10 м до 25 м.

Угол наклона образующей крыши к горизонтальной поверхности должен составлять от 4,76 градусов (уклон 1: 12) до 9,46 градусов (уклон 1:6).

Крепление настила крыши к верху стенки должно осуществляться, как правило, в соответствии с Рис. 8.12, через кольцевой уголок жесткости с минимальным размером 63 x 5 мм.

Площадь поперечного сечения узла сопряжения крыша-стенка (с учетом участвующих в работе площадей поперечных сечений стенки и настила) должна обеспечивать восприятие растягивающих или сжимающих усилий от внутреннего давления или внешней нагрузки на крышу.

По требованию Заказчика, крыша может быть выполнена во взрывозащищенном исполнении. В этом случае должны соблюдаться следующие требования:

- приварка настила должна выполняться в соответствии с п.8.1.9;
- площадь поперечного сечения узла сопряжения крыша-стенка не должна превышать величины, определяемой по формуле 9.5.7.

Каркасные конические крыши могут изготавливаться в виде крупногабаритных щитов, состоящих из соединенных между собой элементов настила и каркаса или отдельно: из элементов каркаса и настила не приваренного к каркасу. В последнем случае настил крыш может выполняться из отдельных листов, крупногабаритных карт или рулонизируемых полотнищ, а два диаметрально-противоположных элемента каркаса должны быть раскреплены в плане диагональными связями.

8.6.5. Купольная крыша

Купольная крыша представляет собой радиально-кольцевую каркасную систему, образующую поверхность сферической оболочки.

Купольные крыши рекомендуются для резервуаров объемом свыше 5000 м³ диаметром от 25 м до 50 м.

Купольные крыши должны отвечать следующим требованиям:

- радиус кривизны сферической поверхности крыши должен быть в пределах от 0.8D до 1.5D, где D - диаметр резервуара;
- минимальная толщина настила должна составлять 5 мм.

Купольные крыши могут изготавливаться в виде щитов, состоящих из соединенных между собой элементов настила и каркаса или отдельно: из элементов каркаса и листов настила не приваренных к каркасу. В последнем случае каркас крыши, для обеспечения пространственной жесткости, должен иметь минимум четыре связевых блока, расположенных на плане крыши ортогонально.

Опираение крыши на стенку резервуара рекомендуется выполнять с устройством опорного кольца по Рис. 8.12.

8.6.6 Патрубki и люки в крыше

Количество и размеры патрубков, служащих для установки различных устройств или оборудования на крыше резервуара зависят от назначения и объема резервуара и назначается Заказчиком резервуара.

Рекомендуются патрубки условным проходом 50; 80; 100; 150; 200; 250; 350; 500 мм. Конструктивное исполнение патрубков в крыше должны соответствовать Рис. 8.13 и таблице 8.7.

Таблица 8.7

Условный проход патрубка, мм	Толщина обечайки патрубка,	Диаметр усиливающего листа, D_R , мм	Минимальный вылет патрубка B , мм
------------------------------	----------------------------	--	-------------------------------------

	T_p , мм		
50	5	–	150
80	5	200	150
100	5	220	150
150	5	320	150
200	5	440	200
250	6	550	200
350	6	760	200
500	6	1060	200

Если патрубок используется для вентиляции, обечайка (труба) должна быть обрезана снизу заподлицо с настилом крыши.

Фланцы патрубков в крыше должны выполняться по ГОСТ 12820 (исполнение 1 по ГОСТ 12815) на условное давление $P_y=2.5 \text{ кгс/см}^2$, если иное не оговорено при заказе резервуара.

По требованию Заказчика патрубки в крыше резервуаров без понтонов, эксплуатируемых при избыточном давлении в газовом пространстве, должны комплектоваться временными заглушками на условное давление $P_y=2.5 \text{ кгс/см}^2$, предназначенными для герметизации резервуара при проведении испытаний после окончания монтажа.

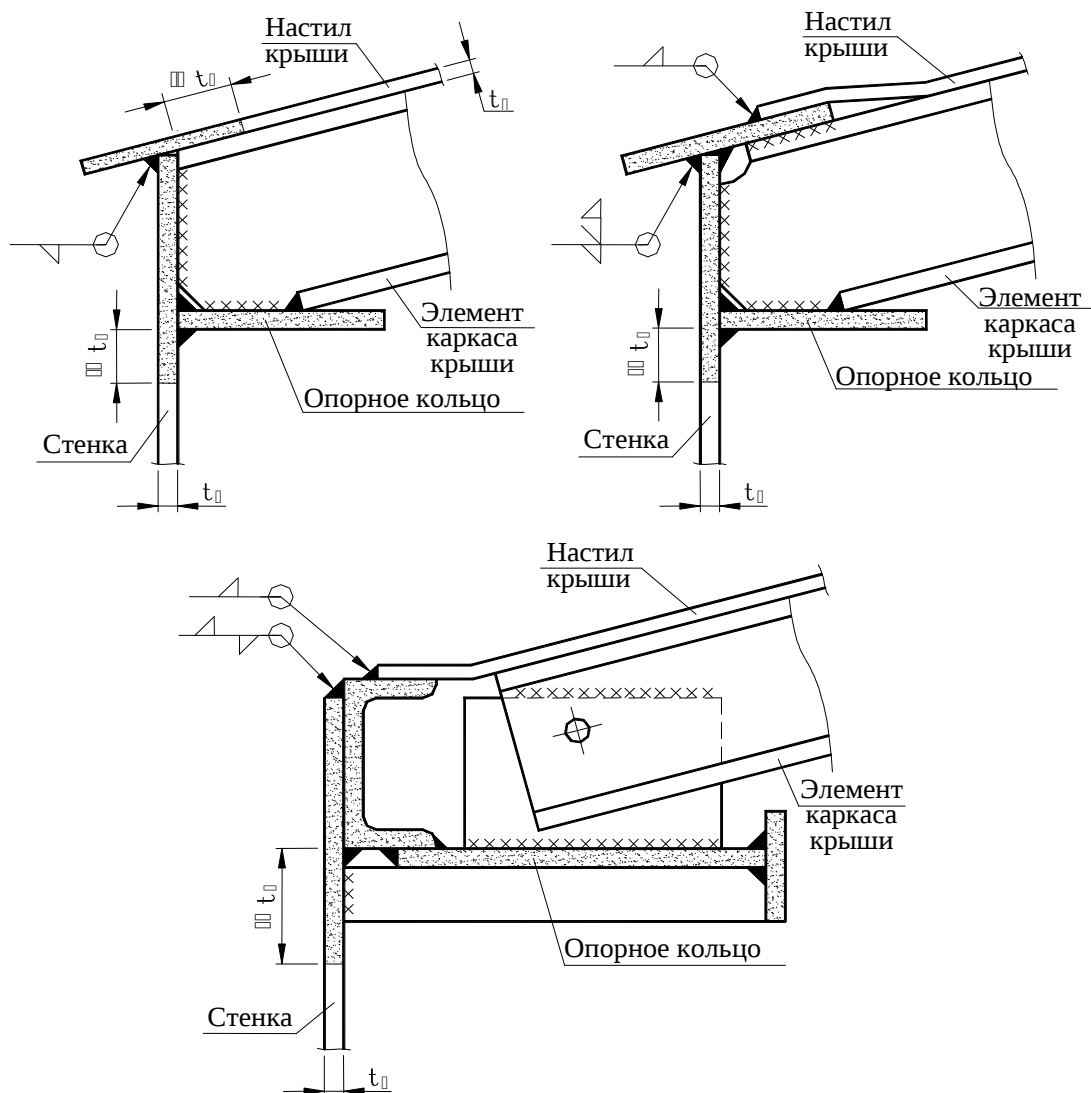


Рис.8.12 - Соединение сферической крыши со стенкой
 t_c - толщина стенки резервуара; 15Lc - ширина стенки резервуара.

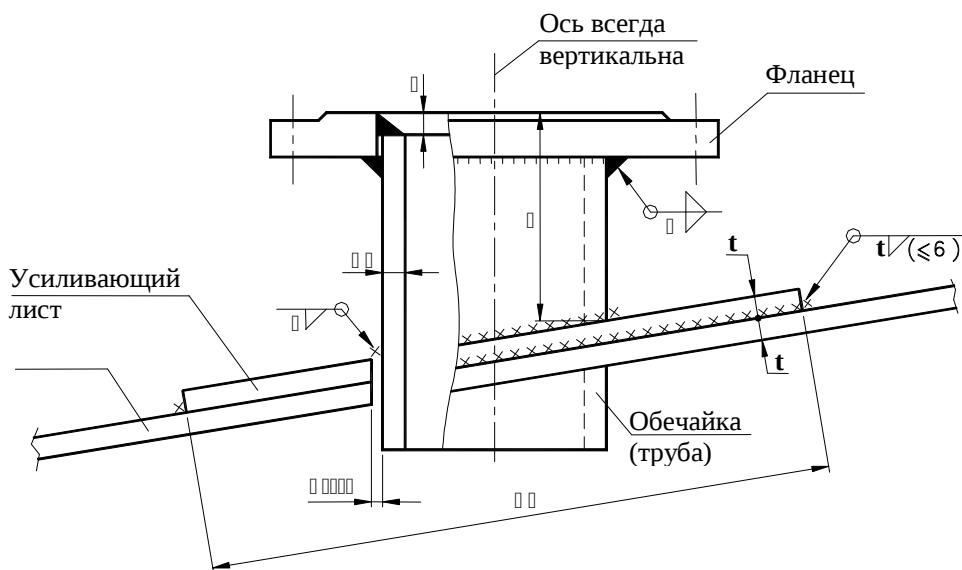


Рис.8.13 - Патрубок в крыше резервуара

Для осмотра внутреннего пространства резервуара, его вентиляции при проведении внутренних работ, а также для различных монтажных целей каждый резервуар должен быть снабжен не менее, чем двумя люками, установленными в крыше резервуара. Рекомендуются люки условным проходом 500, 600, 800 и 1000 мм.

Конструктивное исполнение люков должно соответствовать Рис. 8.14 и таблице 8.8.

Таблица 8.8

Условный проход люка, мм	Диаметр обечайки D_p , мм	Диаметр усиливающего листа D_R , мм	Количество болтов, шт.
500	530	1060	16
600	630	1160	20
800	820	1400	24
1000	1020	1500	28

8.7 Понтоны

8.7.1 Понтоны должны применяться в резервуарах для хранения легко испаряющихся продуктов и предназначены для сокращения потерь от испарения, при этом:

- понтон должен максимально перекрывать поверхность хранимого продукта;
- резервуары с понтоном должны эксплуатироваться без внутреннего давления и вакуума в газовом пространстве резервуара;
- все соединения понтона, подверженные непосредственному воздействию продукта или его паров, должны быть плотными и проконтролированы на герметичность. Любой материал, уплотняющий соединения понтона, должен быть совместим с хранимым продуктом.

8.7.2 Применяются следующие основные типы понтонов:

- понтон однодечной конструкции, имеющий центральную однослойную мембрану, разделенную, при необходимости, на отсеки, и расположенные по периметру кольцевые короба (открытые сверху или герметичные);
- понтон двудечной конструкции, состоящий из герметичных коробов, расположенных по всей площади понтона;
- понтон на поплавках с герметичным настилом.

8.7.3 Конструкция понтона должна обеспечивать его нормальную работу по всей высоте рабочего хода без перекосов и вращения во время движения и остановок.

8.7.4 Борт понтона или периферийная стенка коробов с учетом расчетного погружения и крена понтона должны превышать уровень продукта не менее чем на 150 мм. Такое же превышение должны иметь и патрубки в понтоне.

8.7.5 Пространство между стенкой резервуара и бортом понтона, а также между патрубками в понтоне и проходящими сквозь них элементами, должно быть уплотнено при помощи специальных устройств (затворов).

8.7.6 Материал затворов должен выбираться после рассмотрения таких параметров, как температура района строительства резервуара, температура хранимого продукта, проницаемость парами хранимого продукта, прочность на истирание, старение, хрупкость, воспламеняемость и других факторов совместимости с хранимым продуктом.

8.7.7 Понтон должен быть сконструирован таким образом, чтобы номинальный зазор между понтоном и стенкой резервуара составлял около 200 мм с допуском отклонениями ± 100 мм. Величина зазора должна устанавливаться в зависимости от конструкции применяемого затвора.

8.7.8 Конструкция понтона должна обеспечивать достаточную плавучесть, чтобы удерживать на плаву, по меньшей мере, два собственных веса. При этом, расчеты должны основываться на относительной плотности продукта равной 0,7.

Плавучесть понтона должна быть также обеспечена при следующих условиях:

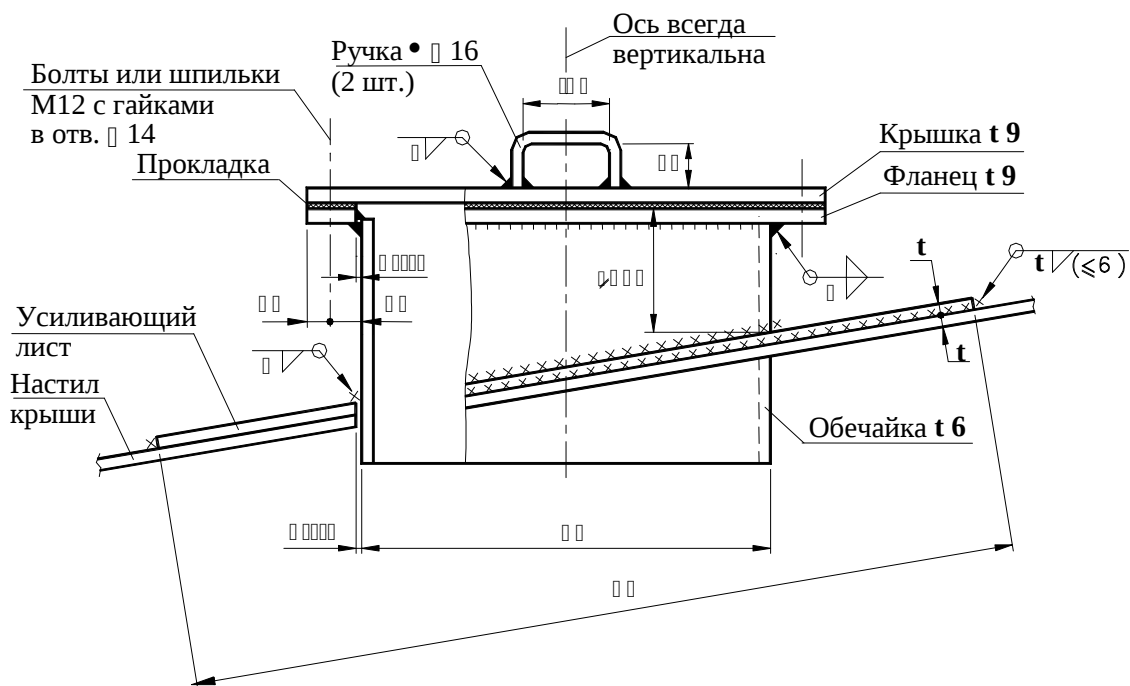


Рис.8.14 - Люк в крыше резервуара

- для понтона однодечной конструкции пробиты два короба или один короб и центральная мембрана (один из отсеков мембраны);
- для понтона двудечной конструкции пробиты три любых короба;
- для понтона на поплавках потеряна герметичность 10% поплавков.

8.7.9 Толщина стальных элементов понтона должна быть не менее 5 мм. При использовании в понтонах стальных элементов, с металлизационными покрытиями или алюминиевых сплавов, их толщина должна определяться на основании прочностных и деформационных расчетов, а также с учетом коррозионной стойкости.

8.7.10 Понтон должен иметь опорные стойки (опоры), позволяющие фиксировать его в двух нижних положениях - рабочем и ремонтном. Рабочее положение определяется минимальной высотой, при которой конструкции понтона отстоят не менее чем на 100 мм от верхних частей устройств, находящихся на днище или на стенке резервуара и

препятствующих дальнейшему опусканию понтона. Ремонтное положение определяется минимальной высотой, при которой возможен свободный проход человека по днищу резервуара под понтоном - около 2.0 м.

Опоры, изготовленные из трубы или другого замкнутого профиля, должны быть надрезаны или иметь отверстия в нижней части для обеспечения дренажа.

По требованию Заказчика допускается применять опорные стойки или иные опорные конструкции одного фиксированного положения (не ниже ремонтного).

8.7.11 Для распределения динамических нагрузок, передаваемых понтоном на днище резервуара, под опорными стойками понтона должны быть установлены стальные подкладки, приваренные к днищу резервуара сплошным швом.

8.7.12 Понтон должен быть рассчитан таким образом, чтобы он мог безопасно удерживать, по крайней мере, двух человек (2.4 кН), которые ходят по понтону в любом направлении, в то время как понтон плавает или стоит на опорных стойках; при этом понтон не должен разрушаться, а продукт не должен поступать на поверхность понтона.

8.7.13 Для исключения вращения понтона необходимо использовать направляющие, в виде труб, которые одновременно могут выполнять и технологические функции - в них могут располагаться измерительное устройство и устройство для отбора проб продукта. По условиям надежности работы понтона рекомендуется иметь одну направляющую.

В качестве направляющих понтона могут также использоваться тросовые либо другие конструктивные системы.

8.7.14 Понтоны должны иметь вентиляционные патрубки для удаления воздуха и газов из-под понтона, в то время, когда понтон находится на опорах в нижнем рабочем положении, в процессе заполнения резервуара. Они также должны быть достаточными для предотвращения разрежения, появляющегося под понтоном после того, как понтон встанет на опоры в нижнем рабочем положении в процессе удаления продукта из резервуара. Скорость заполнения и опорожнения резервуара в режиме нахождения понтона на опорах должна быть минимально возможной для конкретного резервуара.

8.7.15 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 всех патрубков (отверстий) должна быть больше или равна 0,06 м² на 1 м диаметра резервуара. При эксплуатации резервуара отверстия вентиляционных патрубков должны быть закрыты сеткой из нержавеющей стали, с ячейками 10x10 мм и предохранительными кожухами для защиты от атмосферных воздействий.

8.7.16 Для доступа на понтон в резервуаре должен быть предусмотрен, по меньшей мере, один люк-лаз в стенке, расположенный таким образом, чтобы через него можно было попасть на понтон, находящийся на опорах.

На самом понтоне также должен быть установлен минимум один люк-лаз, обеспечивающий обслуживание и вентиляцию подпontonного пространства в процессе ремонтных и регламентных работ.

8.7.17 В стационарной крыше резервуара с понтоном должны быть установлены смотровые люки, в количестве не менее двух, для осуществления визуального контроля области уплотнения по периметру понтона. Расстояние между люками должно быть не более 20 м.

8.7.18 Все токопроводящие части понтона должны быть электрически взаимосвязаны и соединены с внешней конструкцией резервуара.

Это может быть достигнуто при помощи гибких кабелей идущих от стационарной крыши резервуара к понтону (минимум два), равномерно распределенные. При выборе кабелей следует учитывать их прочность, коррозионную стойкость, электрическое сопротивление, надежность соединений, гибкость и срок службы.

8.7.19 Закрытие короба понтона должны быть снабжены смотровыми люками с быстросъемными крышками или иными устройствами для контроля возможной потери герметичности.

8.8 Плавающие крыши

8.8.1 Резервуары с плавающими крышами являются альтернативой резервуара со стационарной крышей и понтоном.

Техническая целесообразность и экономическая эффективность применения резервуаров с плавающими крышами определяется следующими граничными условиями:

- рекомендуемые объемы резервуаров - 5000 м³ и выше;
- допускаемое соотношение диаметра (D) и высоты (H) резервуара - $D/H \geq 1.5$;
- максимальная нормативная снеговая нагрузка:
 - 1.0 кПа для резервуаров диаметром до 30 м;
 - 1.5 кПа для резервуаров диаметром св. 30 м до 60 м;
 - св. 1.5 кПа для резервуаров диаметром св. 60 м.

8.8.2 Плавающие крыши могут быть двух основных типов:

- однодечная плавающая крыша;
- двудечная плавающая крыша.

8.8.3 Плавающие крыши должны быть запроектированы таким образом, чтобы при наполнении или опорожнении резервуара не происходило потопление крыши или повреждение ее конструктивных узлов и приспособлений, а также конструктивных элементов, находящихся на стенке и днище резервуара.

8.8.4 В рабочем положении плавающая крыша должна полностью контактировать с поверхностью хранимого продукта. Применение плавающих крыш на поплавках, не контактного типа, не допускается.

В опорожненном резервуаре крыша должна находиться на стойках, опирающихся на днище резервуара.

8.8.5 Расчеты прочности и плавучести плавающих крыш на различные сочетания внешних нагрузок и при нарушении герметичности отдельных элементов плавающих крыш приведены в разделе 9.4.

Плавучесть плавающей крыши считается обеспеченной, если ее борт с учетом погружения и перекоса крыши превышает уровень продукта минимум на 150 мм.

8.8.6 Плавающие крыши должны иметь достаточную прочность, чтобы, находясь на стойках в опорожненном резервуаре, выдерживать нагрузки приведенные в табл. 9.4.2.

8.8.7 Конструкции плавающих крыш основных типов (однодечных и двудечных) включают следующие конструктивные элементы.

Однодечная плавающая крыша состоит из кольцевых коробов расположенных по периметру крыши, и центральной однослойной мембраны (деки), имеющей организованный уклон к центру резервуара. Уклон мембраны достигается установкой пригрузов или радиальных ребер жесткости.

Двудечная плавающая крыша может выполняться по двум вариантам:

- вариант радиального расположения коробов;
- вариант кольцевого расположения отсеков.

По первому варианту крыша состоит из прямоугольных коробов, располагаемых на плане крыши в радиальном направлении. Пространство между коробами заполняется на монтаже листовыми вставками по нижней и верхней декам, образуя монтажные отсеки.

По второму варианту крыша состоит из верхней и нижней дек, соединяемых серией концентрических колец, образующих кольцевые отсеки. Наружный отсек разделяется радиальными переборками на кольцевые короба.

Выбор конструктивного решения и типа плавающей крыши (однодечной или двудечной) осуществляется Заказчиком на основании анализа вопросов металлоемкости, сроков изготовления и монтажа, надежности эксплуатации.

Плавучесть плавающих крыш должна обеспечиваться ее герметичностью со стороны продукта, а также герметичностью входящих в конструкцию крыш коробов и отсеков, количество и параметры которых устанавливаются проектом КМ.

8.8.8 Каждый короб или отсек плавающей крыши в своей верхней части должен иметь смотровой люк с легко съемной крышкой, для контроля за возможной потерей герметичности.

Конструкция крышки и высота обечайки люка должны исключать попадание дождевой воды или снега внутрь короба или отсека.

8.8.9 Доступ на плавающую крышу должен обеспечиваться лестницей, которая автоматически следует любому положению крыши по высоте. Одним из рекомендуемых типов применяемых лестниц является катучая лестница, которая имеет верхнее шарнирное крепление к стенке резервуара и нижние ролики, перемещающиеся по направляющим, установленным на плавающей крыше (путь катучей лестницы). Катучая лестница должна иметь ограждения с двух сторон и самовыравнивающиеся ступени и должна быть рассчитана на вертикальную нагрузку 5 кН, приложенную в любой точке лестницы.

8.8.10 Плавающие крыши должны иметь основной и, по согласованию с Заказчиком, аварийный водоспуск.

Основной водоспуск должен быть установлен в нижней точке аккумуляции дождевых осадков и должен обеспечивать отвод воды за пределы резервуара без ее попадания в хранимый продукт. Для однодечных плавающих крыш основной водоспуск должен иметь обратный клапан или задвижку, исключающие попадание продукта на плавающую крышу при нарушении герметичности трубопроводов водоспуска.

Номинальный диаметр основного водоспуска должен быть следующим:

- для резервуаров диаметром до 30 м - 75 мм;
- для резервуаров диаметром свыше 30 м до 60 м - 100 мм;
- для резервуаров диаметром свыше 60 м - 150 мм.

Возможно устройство систем основного водоспуска, обеспечивающих сбор осадков в нескольких точках, распределенных по поверхности крыши и объединенных в один или несколько отводящих каналов.

Аварийные водоспуски предназначены для сброса дождевой воды непосредственно в хранимый продукт.

Двудечные плавающие крыши могут иметь открытый аварийный водоспуск, заборное отверстие которого находится на верхней деке крыши выше уровня хранимого в резервуаре продукта. Однодечные плавающие крыши могут иметь только клапанный аварийный водоспуск, открываемый при опускании плавающей крыши на опорные стойки.

8.8.11 Плавающие крыши должны иметь вентиляционные клапаны, минимум два, открываемые при нахождении плавающей крыши на опорных стойках и предохраняющие плавающую крышу и уплотняющий затвор от перенапряжения и повреждения при заполнении или опорожнении резервуара. Размеры и количество вентиляционных клапанов определяются производительностью приемо-раздаточных операций.

8.8.12 Плавающие крыши должны иметь опорные стойки, позволяющие фиксировать крышу в двух нижних положениях - рабочем и ремонтном. Рабочее положение определяется минимальной высотой, при которой конструкции плавающей крыши отстоят не менее чем на 100 мм от верхних частей устройств, находящихся на днище или на стенке резервуара и препятствующих дальнейшему опусканию плавающей крыши. Ремонтное положение определяется минимальной высотой, при которой возможен свободный проход человека по днищу резервуара под плавающей крышей - около 2.0 м.

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

Опорные стойки должны быть рассчитаны на нагрузку, указанную в п. 8.8.6.

Для распределения динамических нагрузок, передаваемых плавающей крышей на днище резервуара, под опорными стойками плавающей крыши должны быть установлены стальные подкладки, приваренные к днищу резервуара сплошным швом.

8.8.13 Плавающие крыши должны иметь минимум один люк-лаз номинальным диаметром не менее 600мм, позволяющий осуществлять вентиляцию и проход обслуживающего персонала под плавающую крышу, когда из резервуара удален продукт.

8.8.14 Для исключения вращения плавающей крыши должны использоваться направляющие в виде труб, выполняющие также технологические функции. Рекомендуется установка одной направляющей.

8.8.15 Пространство между стенкой резервуара и наружным бортом плавающей крыши должно быть уплотнено при помощи специального гибкого устройства - затвора, имеющего также погодозащитной козырек от непосредственного воздействия атмосферных осадков на затвор.

Номинальный зазор для установки затвора должен составлять 200 - 250 мм с допускаемыми отклонениями 100 мм.

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.

8.8.16 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. В нижней части барьера следует предусматривать дренажные отверстия для стока пенообразующих средств и атмосферных вод.

8.8.17 Все токопроводящие части плавающей крыши, включая катучную лестницу, должны быть электрически взаимосвязаны и соединены со стенкой резервуара.

8.9 Лестницы, площадки, переходы, ограждения

8.9.1 Лестницы для подъема на резервуар могут выполняться отдельно стоящими, с опиранием на собственный фундамент, или кольцевыми - полностью опирающимися на стенку резервуара. 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 оснований.

Группы соседних резервуаров могут быть соединены между собой переходами. На каждую группу резервуаров должно быть, по крайней мере, 2 лестницы (по одной с противоположных сторон группы).

8.9.2 Лестницы должны соответствовать следующим требованиям:

- ступени должны выполняться из перфорированного или рифленого металла, препятствующего скольжению;
- ступени должны крепиться по торцам к бортовым полосам лестницы (косоурам) препятствующим проскальзыванию ноги и имеющим высоту не менее 150мм;
- минимальная ширина лестницы - 700 мм;
- максимальный угол по отношению к горизонтальной поверхности - 50 градусов;
- минимальная ширина ступеней - 200 мм;
- высота ступеней по всей высоте лестницы должна быть одинаковой и не превышать 250 мм (для катучей лестницы - 300 мм);
- ступени должны иметь уклон во внутрь 2 - 5 градусов (разница отметок 5 - 10 мм);
- поручень лестницы должен соединяться с поручнем переходов и площадок без смещения, высота поручня - 1 м от уровня ступеней;
- конструкция поручня должна выдерживать нагрузку 0.9 кН, приложенную в верхней точке ограждения, конструкция лестницы должна выдерживать сосредоточенный груз 4.5 кН, распределенный на площади 200×200 мм;
- максимальное расстояние между стойками ограждения, измеренное вдоль поручня - 2,5 м;

- поручни должны располагаться с обеих сторон кольцевой лестницы, если зазор между стенкой резервуара и лестницей превышает 200 мм, при этом зазор между настилом промежуточной площадки лестницы и стенкой резервуара не должен превышать 150 мм;

- кольцевые лестницы должны полностью закрепляться на стенке резервуара, а нижний марш не должен доходить до земли около 100 - 250 мм;

- при полной высоте лестницы более 9 м конструкция лестницы должна включать промежуточные площадки, разница вертикальных отметок которых не должна превышать 6 м.

Вертикальные стремянки обычно не рекомендуются, но если они используются, то должны иметь безопасную клетку (ограждение) при высоте стремянки более 3 м.

8.9.3 Площадки, переходы и ограждения должны выполняться с учетом следующих требований:

- переходы должны быть снабжены перилами с открытых сторон;

- на резервуарах со стационарной крышей должны быть установлены площадки обслуживания, для обеспечения доступа к местам, где расположено оборудование, требующее регулярной проверки или обслуживания;

- ограждение должно устанавливаться по всему периметру крыши, а также по наружной (от центра резервуара) стороне площадок, располагаемых внутри крыши;

- площадки обслуживания рекомендуется располагать по периметру крыши;

- переходы, соединяющие любую часть резервуара с любой частью соседнего резервуара либо другой отдельно стоящей конструкцией, должны иметь опорные устройства, допускающие свободное перемещение соединяемых конструкций.

- настил площадок и переходов должен изготавливаться из решетчатого, перфорированного или рифленого металла, препятствующего скольжению, максимальная величина зазора между элементами настила не должна превышать 30 мм;

- конструкция площадок и переходов должна обеспечивать свободный сток воды с поверхности настила;

- минимальная ширина площадок и переходов по уровню настила - 700 мм;

- высота верхнего поручня ограждения над уровнем пола должна быть не менее 1,25 м;

- минимальная высота бортовой (нижней) полосы ограждения - 150 мм;

- максимальный зазор между бортовой полосой и уровнем пола - 20 мм;

- высота от уровня настила до средней полосы ограждения - около 0,5 м;

- максимальное расстояние между стойками ограждения - 2,5 м;

- конструкция площадок и переходов должна выдерживать сосредоточенный груз массой 4.5 кН, распределенный на площади 200×200 мм;

- ограждение должно выдерживать нагрузку 0.90 кН, приложенную в любом направлении к любой точке поручня.

8.10 Анкерное крепление стенки

8.10.1 Анкерное крепление стенки резервуаров должно производиться в случаях, указанных в п.9.5.4.

8.10.2 Конструкция анкерного крепления включает собственно анкерный болт и опорный столик на стенке резервуара.

8.10.3 Расчет прочности анкерного крепления должен выполняться таким образом, чтобы при чрезмерных нагрузках на резервуар, превышающих расчетные, происходило разрушения анкерного болта, но не опорного столика и швов его соединения со стенкой резервуара.

Коэффициент условий работы анкерного крепления принимается равным:

- $\gamma_c = 1.0$ для анкерного болта;

- $\gamma_c = 0.7$ для опорного столика и узла его соединения со стенкой резервуара.

8.10.4 Анкерные болты должны быть равномерно затянуты при полном заливе резервуара водой по окончании гидравлических испытаний, но перед созданием внутреннего избыточного давления.

Должны быть предусмотрены средства для предотвращения отвинчивания гаек с помощью таких способов, как проковка резьбы или установка контргаек.

Минимальный диаметр анкерных болтов должен составлять 24 мм.

8.10.5 Анкерные крепления должны располагаться равномерно по периметру стенки. Расстояние между анкерными болтами не должно превышать 3 м, за исключением резервуаров диаметром до 15 м при их расчете на сейсмику, когда указанное расстояние не должно превышать 2 м.

9 РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ РЕЗЕРВУАРОВ

9.1 Основные положения и принципы расчета

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

Предельные состояния конструкций резервуаров определяются:

а) первое предельное состояние - по несущей способности (прочности, устойчивости или выносливости материала), при достижении которого конструкция теряет способность сопротивляться внешним воздействиям или получает недопустимые остаточные изменения своей формы;

б) второе предельное состояние - по развитию чрезмерных деформаций от статических или циклических нагрузок, при достижении которого в конструкции, сохраняющей прочность и устойчивость, появляются недопустимые деформации.

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 для растяжения, сжатия и изгиба следует определять по формулам:

$$R_y = R_{yn} / \gamma_m, \quad R_u = R_{un} / \gamma_m, \quad (9.1)$$

где R_y , R_u - расчетные сопротивления по пределу текучести и временному сопротивлению при растяжении, сжатии и изгибе, МПа;

R_{yn} , R_{un} - нормативные сопротивления по пределу текучести и временному сопротивлению при растяжении, сжатии и изгибе, МПа;

γ_m - коэффициент надежности по материалу, принимаемый в соответствии с таблицей 2 СНиП РК 5.04-23-2002.

Нормативные сопротивления при растяжении, сжатии и изгибе 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 и поставщиком стали, допускается применение ГОСТ 27772, ГОСТ 535, ГОСТ 4543 и других.

Расчетное сопротивление проката, гнутых профилей и труб в случае смятия следует определять по формуле:

$$R_s = 0.58 R_{yn} / \gamma_m, \quad (9.2)$$

где R_s - расчетное сопротивление стали сдвига, МПа.

Изменение значений предела текучести стали разрыву при эксплуатации резервуара в условиях повышенных температур (выше 90°C) следует учитывать в соответствии с требованиями пункта 9.2.2.

Расчетное сопротивление растяжению фундаментных болтов $R_{ба}$ следует определять по формуле:

$$R_{ba} = 0.5R, \quad (9.3)$$

где R_{ba} - расчетное сопротивление растяжению фундаментных болтов, МПа.

Расчетные сопротивления растяжению фундаментных болтов приведены в таблице 60 СНиП РК 5.04-23-2002.

Расчетные сопротивления сварных соединений для различных типов этих соединений и напряженных состояний следует определять по формулам, приведенным в таблице 9.1.

Значение нормативного сопротивления металла шва по временному сопротивлению R_{wun} следует принимать:

а) для швов, выполняемых ручной сваркой – равным значениям временного сопротивления металла шва, указанным в ГОСТ 9467;

б) для швов, выполняемых автоматической сваркой - по таблице 4 СНиП РК 5.04-23-2002.

Значения коэффициента надежности по материалу углового шва γ_{wm} следует принимать равным:

а) при значениях R_{wun} не более 490 МПа - 1.25;

б) при значениях R_{wun} равных 590 МПа и более - 1.35.

Расчетные сопротивления стыковых соединений элементов из сталей с разными нормативными сопротивлениями следует принимать как для стыковых соединений из стали с меньшим значением нормативного сопротивления.

При расчете элементов конструкций резервуаров следует учитывать коэффициенты условий работы γ_c принимаемые по таблице 9.2.

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

К постоянным нагрузкам следует относить собственный вес элементов строительных металлоконструкций резервуаров.

Сохраняющиеся в конструкции усилия от предварительного напряжения следует учитывать в расчетах, как усилия от постоянных нагрузок.

К длительным нагрузкам следует относить:

- гидростатическое давление хранимого продукта или воды, заполняющей резервуар при испытаниях;

Таблица 9.1

Сварные соединения	Напряженное состояние		Условное обозначение	Расчетные сопротивления сварных соединений
Стыковые	Сжатие. Растяжение и изгиб при автоматической, полуавтоматической или ручной сварке с физическим контролем качества швов	По пределу текучести	R_{wy}	$R_{wy} = R_y$
		По временному сопротивлению	R_{wu}	$R_{wu} = R_u$
	Растяжение и изгиб при автоматической, полуавтоматической или ручной сварке	По пределу текучести	R_{wy}	$R_{wy} = 0.85 R_y$
		Сдвиг	R_{ws}	$R_{ws} = R_s$
С угловыми швами	Срез (условный)	По металлу шва	R_{wf}	$R_{wf} = 0.55 R_{wun} / \gamma_{wm}$
		По металлу границы сплавления	R_{wz}	$R_{wz} = 0.45 R_{un}$

Принятые обозначения:

R_{wy} – расчетное сопротивление стыковых сварочных соединений сжатию, растяжению и изгибу по пределу текучести;

R_{wu} – расчетное сопротивление стыковых сварочных соединений сжатию, растяжению и изгибу по временному сопротивлению;

R_{ws} – расчетное сопротивление стыковых сварочных соединений сдвигу;

R_{wf} – расчетное сопротивление угловых швов срезу (условному) по металлу шва;

R_{wum} – нормативное сопротивление металла шва по временному сопротивлению;

γ_{wm} – коэффициент надежности по материалу углового шва;

R_{wz} – расчетное сопротивление стыковых сварочных соединений сдвигу;

R_{un} – временное сопротивление стали разрыву.

Таблица 9.2

Элементы конструкций резервуаров	Коэффициент условий работы γ_c
Стенка резервуаров при расчете на прочность	по табл. 9.2.9
Сопряжение стенки с крышей	1.0
То же, при расчете на устойчивость	1.0
Сферические и конические крыши распорной конструкции при расчете:	
- по безмоментной теории	0.9
- по моментной теории	1.0
Верхние кольца жесткости крыш резервуаров, воспринимающие распор от расчетной нагрузки при расчете на прочность	0.9
То же, при расчете на устойчивость	0.9
Остальные элементы конструкций	1.0

- 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.

К кратковременным нагрузкам следует относить:

- снеговые нагрузки с полным нормативным значением;

- ветровые нагрузки;

- вес людей, ремонтных материалов и инструментов в зонах обслуживания и ремонта оборудования (лестницы, переходные площадки и площадки обслуживания оборудования);

- нагрузки, возникающие при изготовлении, хранении и транспортировке элементов конструкций, а также при возведении резервуаров.

К особым нагрузкам следует относить:

- сейсмические воздействия;

- 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) или оседанием его в районах горных выработок и в карстовых грунтах.

При расчете конструкций резервуаров по первому и второму предельным состояниям 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 появления различных схем приложения временных нагрузок или при отсутствии некоторых из нагрузок.

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 из особых нагрузок.

Расчетные значения временных нагрузок следует умножать на коэффициенты сочетаний (ψ_1 и ψ_2), равные при постоянных и не менее двух временных нагрузок:

$\psi_1 = 0.95$ - в основных и особых сочетаниях для длительных нагрузок;

$\psi_2 = 0.9$ - в основных сочетаниях для кратковременных нагрузок;

$\psi_2 = 0.8$ - в особых сочетаниях для кратковременных нагрузок, при этом особую нагрузку следует принимать без снижения.

При постоянных и одной временной нагрузке (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.

Нормативные значения нагрузок следует определять следующим образом:

- собственный вес элементов строительных металлоконструкций - по проектным размерам и удельному весу материалов с учетом их влажности в условиях возведения и эксплуатации резервуаров;

- нормативные значения гидростатического давления, внутреннего избыточного давления, разрежения воздуха (вакуум), веса стационарного оборудования, веса отложений производственной пыли и аварийных нагрузок - устанавливаются на основании технологических решений;

- нормативное значение равномерно распределенной нагрузки на лестницы, переходные площадки и площадки обслуживания оборудования от веса людей, ремонтных материалов и инструментов принимается не менее 1.5 кПа;

- несущие элементы лестниц и площадок должны быть проверены на сосредоточенную вертикальную нагрузку не менее 1.5 кН, приложенную к элементу в неблагоприятном положении на квадратной площадке со сторонами не более 10 см (при отсутствии других временных нагрузок);

- нормативное значение горизонтальной сосредоточенной нагрузки на поручни лестниц и площадок следует принимать не менее 0.3 кН, в любом месте по длине поручня;

- нормативное значение веса снегового покрова на 1 м² горизонтальной поверхности земли, а также нормативного значения ветрового давления принимается в соответствии с требованиями СНиП 2.01.07-85*.

Определение нагрузок от сейсмических воздействий следует производить в соответствии с требованиями СНиП РК 2.03-04-2001 и п.9.25 настоящих норм.

В необходимых случаях, устанавливаемых в зависимости от условий возведения и эксплуатации резервуаров, следует учитывать прочие нагрузки не включенные в настоящие требования, но оговоренные в техническом задании. Например: специальные технологические нагрузки.

9.2 Расчет стенки резервуара

Номинальные толщины стенок резервуара определяются в три этапа:

- предварительный выбор толщин поясов;

- корректировка толщин при поверочном расчете на прочность, включая расчет на сейсмическое воздействие для сейсмоопасных районов;
- корректировка толщин при проведении расчета на устойчивость.

Предварительный выбор номинальных толщин поясов производится с помощью расчета на эксплуатационные нагрузки, на нагрузку гидравлических испытаний и по конструктивным требованиям.

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

Номинальные толщины листов стенки и днища резервуара назначаются с учетом минусового допуска на прокат и припуска на коррозию.

Расчеты стенки и крыши резервуара производятся отдельно.

9.2.1 Нагрузки

Расчеты стенки и днища резервуара выполняются с учетом нагрузок и их сочетаний. Определение толщин стенки и днища резервуара производится с учетом четырех сочетаний нагрузок, приведенных в табл. 9.2.1.

Снеговая и ветровая нагрузки определяются в соответствии со СНиП 2.01.07-85* в зависимости от климатического района строительства, размеров резервуара и типа крыши. Конструктивные и технологические нагрузки, а также расчетные параметры сейсмического воздействия выдаются Заказчиком.

Нормативные и расчетные значения нагрузок следует принимать для каждого расчетного сочетания нагрузок в соответствии с данными табл. 9.2.2 - 9.2.5.

Коэффициент k в таблице 9.2.5 учитывает изменение ветрового давления по высоте стенки в соответствии со СНиП 2.01.07-85*.

Коэффициент f_s в таблице 9.2.5 учитывает форму крыши и принимается в соответствии с указаниями п.9.2.3.

Расчетная снеговая нагрузка включает полный вес снегового покрова, равномерно расположенного по всей поверхности крыши.

Для резервуаров с плавающей крышей, гидростатическое давление, передаваемое на стенку резервуара должно включать составляющую, учитывающую вес крыши и снегового покрова.

Таблица 9.2.1

Вид нагрузки	Расчетные сочетания нагрузок			
	Сочетание 1	Сочетание 2	Сочетание 3	Сочетание 4
	Условия эксплуатации	Гидравлические испытания	Условия землетрясения	Устойчивость пустого резервуара
Вес продукта (или воды при гидравлических испытаниях)	+	+	+	-
Вес конструкций и теплоизоляции	-	+	+	+
Избыточное давление	+	-	+	-
Вакуум при опорожнении	-	-	-	+
Ветровая нагрузка	-	-	-	+
Вес снегового покрова	-	-	+	+
Сейсмическая нагрузка	-	-	+	-

Таблица 9.2.2

Вид нагрузки	Единица измерения	Обозначение нормативного значения нагрузки	Расчетное сочетание нагрузок 1 (условия эксплуатации)		
			Коэффициент сочетаний	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетное значение нагрузки
Относительный вес продукта	–	ρ	1.0	1.0	ρ
Избыточное давление	кПа	$p_{изб}$	1.0	1.2	$1.2 p_{изб}$

Таблица 9.2.3

Вид нагрузки	Единица измерения	Обозначение нормативного значения нагрузки	Расчетное сочетание нагрузок 2 (условия гидравлических испытаний)		
			Коэффициент сочетаний	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетное значение нагрузки
Относительный вес воды	–	$\rho_c = 1$	1.0	1.0	$\rho_c = 1$
Избыточное давление	кПа	$p_{изб}$	1.0	1.2	$1.2 p_{изб}$

Таблица 9.2.4

Вид нагрузки	Единица измерения	Обозначение нормативного значения нагрузки	Расчетное сочетание нагрузок 3 (условия землетрясения)		
			Коэффициент сочетаний	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетное значение нагрузки
Относительный вес продукта	–	ρ	1.0	1.0	ρ
Вес стенки и крыши	кН	G_1	1.0	1.05	$1.05G_1$
Вес стационарного оборудования	кН	G_2	0.95	1.05	G_2
Вес теплоизоляции стенки и крыши	кН	G_3	0.95	1.3	$1.235G_3$
Избыточное давление	кПа	$p_{изб}$	0.95	1.2	$1.14 p_{изб}$
Снеговая нагрузка	кПа	s	0.9	1.4	$1.26 s$
Сейсмическая нагрузка	кПа	–	1.0	1.0	–

Таблица 9.2.5

Вид нагрузки	Единица измерения	Обозначение нормативного значения нагрузки	Расчетное сочетание нагрузок 4 (устойчивость пустого резервуара)		
			Коэффициент сочетаний	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетное значение нагрузки
Вес стенки и крыши	кН	G_1	1.0	1.05	$1.05G_1$
Вес стационарного оборудования	кН	G_2	0.95	1.05	G_2
Вес теплоизоляции	кН	G_3	0.95	1.3	$1.235G_3$

стенки и крыши					
Вакуум при опорожнении резервуара	кПа	$p_{\text{вак}}$	0.95	1.2	$1.14 p_{\text{вак}}$
Ветровая нагрузка	кПа	w_0	0.9	0.5	$0.45 k w_0$
Снеговая нагрузка	кПа	s	0.9	1.4	$1.26 f_s s$

Перечень предоставляемой Заказчиком дополнительной информации о нагрузках на резервуар приведен в таблице 9.2.6.

9.2.2 Расчет на прочность стенки резервуара

Настоящий раздел содержит расчетные соотношения по определению толщин стенки резервуаров для расчетных сочетаний 1, 2 (табл. 9.2.1) при действии нагрузок, приведенных в табл. 9.2.2, 9.2.3.

Исходные данные для расчета приведены в табл. 9.2.7 и на Рис. 9.1.

Метод расчета стенки и днища на прочность следует выбирать в зависимости от класса ответственности резервуара, принимаемого согласно п.6.3.

Таблица 9.2.6

Наименование	Единица измерения
Параметры сейсмического воздействия: - коэффициент горизонтального сейсмического ускорения в долях от $g = 9.8 \text{ м/с}^2$ - коэффициент вертикального сейсмического ускорения в долях от g - расчетный период повторяемости - категория грунта по сейсмическим свойствам	– – годы –
Температура продукта в процессе эксплуатации	град. (°C)

Таблица 9.2.7

Наименование	Единица измерения	Обозначение
Диаметр резервуара	м	D
Высота резервуара	м	H
Количество поясов стенки	–	N
Высота i -го пояса, $i = 1 \dots N$	м	h_i
Расстояние от верха налива до низа i -го пояса (Рис.9.1)	м	H_i
Проектный уровень налива продукта	м	H_s
Плотность продукта в долях от плотности воды	–	ρ
Нормативное избыточное давление	кПа	$p_{\text{изб}}$
Припуск на коррозию	мм	Δt_k
Минусовой допуск на прокат	мм	Δt_n
Нормативное значение расчетного сопротивления по пределу текучести	МПа	R_{yn}
Коэффициент надежности по материалу	–	ρ_m
Температура эксплуатации резервуара	°C	t

Предельное значение напряжений в i -ом поясе резервуара R_i (МПа), следует определять по формуле:

$$R_i = R_{yn} \gamma_c \gamma_w \gamma_t / \gamma_m \gamma_n, \quad (9.4)$$

где γ_n - коэффициент надежности по назначению, принимаемый равным 1,2; 1,1; 1,05; 1,0 для резервуаров 1, 2, 3, 4 классов ответственности соответственно;

γ_c - коэффициент условий работы, определяемый по таблице 9.2.8;

γ_m - коэффициент надежности по материалу, принимаемый в соответствии с таблицей 2 СНиП РК 5.04-23-2002;

γ_w - коэффициент контроля сварных швов стенки, принимаемый равным 1,0 при наличии физических методов контроля сварных швов и равным 0,85 при отсутствии такого контроля;

γ_t - температурный коэффициент, определяемый в соответствии с таблицей 9.2.9.

В случае эксплуатации конструкций в условиях повышенных температур, модуль упругости стали следует принимать по таблице 9.2.9.

Расчетные соотношения для каждого класса ответственности резервуаров приведены в п. 9.2.2.1 – 9.2.2.4. Результатом расчета являются толщины поясов t_i ($i = 1 \dots N$) с учетом минусового допуска на прокат и припуска на коррозию. Толщины всех поясов не должны быть меньше минимальной конструктивно необходимой толщины по табл. 5.2.

9.2.2.1 Расчет стенки резервуаров 4-го класса ответственности ($V < 1000 \text{ м}^3$)

Стенка резервуара изготавливается из поясов одинаковой толщины ($N = 1$). Номинальная толщина стенки должна быть не меньше величин, определяемых по формулам:

а) для условий эксплуатации

$$t_s = 4.9 \rho D \cdot (H + 0.1224 \rho_{\text{изб}} / \rho) / (150 + \Delta t_k + \Delta t_n), \quad (9.5)$$

Таблица 9.2.8

№ пояса	Коэффициент условий работы, γ_c	
	в условиях эксплуатации	в условиях гидравлических испытаний
1-й	0.7	0.9
Все, кроме 1-го	0.8	0.9
Уторный узел	1.2	0.9

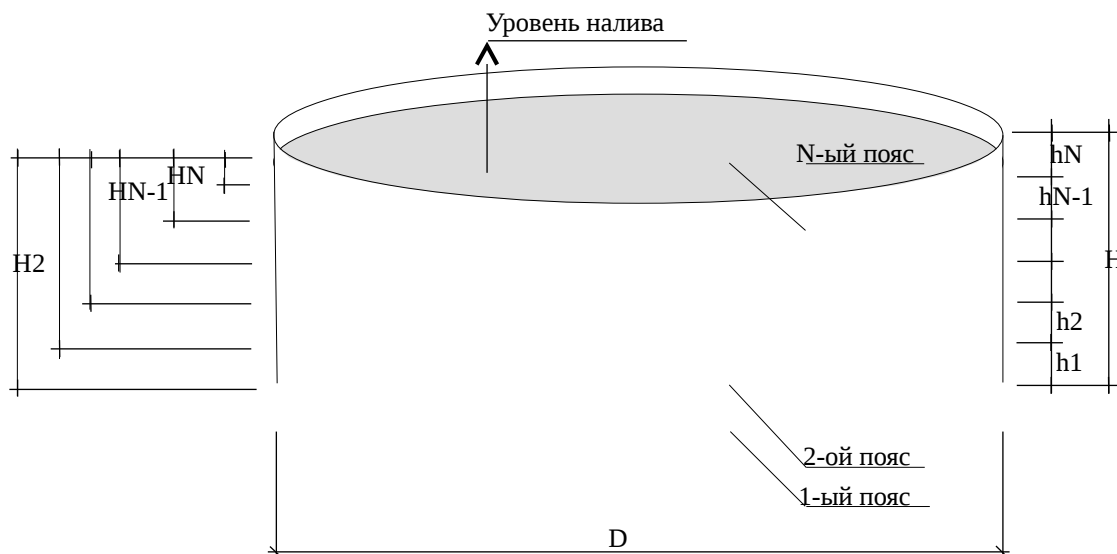


Рис.9.1 Общий вид резервуара

Таблица 9.2.9

Температура, °С	Температурный коэффициент β_t			Модуль упругости, МПа
	$R_{yn} < 310$ МПа	$310 \text{ МПа} \leq R_{yn}$ $R_{yn} < 380$ МПа	$R_{yn} \geq 380$ МПа	
91	0.91	0.88	0.92	199 000
150	0.88	0.81	0.87	195 000
200	0.85	0.75	0.83	191 000
260	0.80	0.70	0.79	188 000

б) для условий гидравлических испытаний

$$t_2 = 4.9DH / (150\gamma_t) + \Delta t_n, \quad (9.6)$$

где t_1 , t_2 - номинальные толщины стенки (мм), определяемые соответственно для условий эксплуатации и гидравлических испытаний.

Номинальная толщина стенки t (мм) принимается равной большему из значений номинальных толщин, получаемых из условий эксплуатации и гидравлических испытаний:

$$t = \max(t_1; t_2), \quad (9.7)$$

9.2.2.2 Расчет стенки резервуаров 3-го класса ответственности ($1000 \text{ м}^3 \leq V \leq 20000 \text{ м}^3$)

Номинальная толщина стенки i -го пояса ($i = 1 \dots N$) резервуаров 3-го класса ответственности должна быть не меньше величин, определяемых по формулам:

а) для условий эксплуатации

$$t_{3i} = 4.9\rho D (H_i - 0.3 + 0.1224 p_{изб} / \rho) / R_i + \Delta t_k + \Delta t_n, \quad (9.8)$$

б) для условий гидравлических испытаний

$$t_{r1} = 4.9D (H_i - 0.3) / R_i + \Delta t_n, \quad (9.10)$$

Номинальная толщина i -го пояса t_i (мм) принимается равной большему из значений номинальных толщин, получаемых из условий эксплуатации и гидравлических испытаний:

$$t_i = \max(t_{3i}; t_{r1}), \quad (i = 1 \dots N), \quad (9.11)$$

9.2.2.3 Расчет стенки резервуаров 2-го класса ответственности ($20000 \text{ м}^3 < V \leq 50000 \text{ м}^3$)

Расчет толщин поясов резервуаров 2-го класса ответственности следует производить по приведенному ниже методу переменной расчетной точки.

Предварительные значения толщин стенки 1-го пояса ($i = 1$) резервуара должны вычисляться по формулам:

а) для условий эксплуатации:

$$t_{31} = \left(1.06 - \frac{0.0696D}{H_3} \sqrt{\frac{H_3 \rho + 0.1224 p_{изб}}{R_1}} \right) \times \dot{\zeta} + \frac{4.9D (H_3 \rho + 0.1224 p_{изб})}{R_1} + \Delta t_k + \Delta t_n, \quad (9.11a)$$

$$t_{31}^{\max} = 4.9\rho D \cdot (H_3 - 0.3 + 0.1224 p_{изб} / \rho) / R_1 + \Delta t_k + \Delta t_n, \quad (9.12)$$

б) для условий гидравлических испытаний

$$t_{r1} = \left(1.06 - \frac{0.0696D}{H_3} \sqrt{\frac{H_3}{R_1}} \right) \frac{4.9D \cdot H_3}{R_1} + \Delta t_n, \quad (9.13)$$

$$t_{r1}^{\max} = 4.9D (H_3 - 0.3) / R_1 + \Delta t_n. \quad (9.14)$$

Если значение $t_{э1}$ вычисленное по формуле (9.11а) больше значения $t_{г1}$, вычисленного по формуле (9.12), то следует принять $t_{э1} = t_{г1}$.

Если значение $t_{г1}$ вычисленное по формуле (9.13) больше значения $t_{э1}$, вычисленного по формуле (9.14), то следует принять $t_{г1} = t_{э1}$.

Номинальная толщина 1-го пояса t_1 (мм) принимается равной большому из значений номинальных толщин, получаемых из условий эксплуатации и гидравлических испытаний:

$$t_1 = \max(t_{э1}; t_{г1}), \quad (9.15)$$

Порядок вычисления толщин 2-го и последующих поясов $t_{эi}$ ($i = 2 \dots N$) в режиме эксплуатации приведен на Рис.9.2. Исходными данными для расчета i -го пояса являются параметры, приведенные в табл.9.2.7-9.2.9, а также величина t_{i-1} , полученная на предыдущем этапе расчета для пояса, примыкающего снизу к рассматриваемому поясу. На Рис.9.2 представлен итерационный процесс (k - номер итерации), первым этапом которого является вычисление значения толщины стенки $t_{эi}^k$ при $k=1$ (блоки 1,2, Рис.9.2). В блоке 3 определяется координата x , соответствующая максимальному значению кольцевых напряжений. В блоке 4 приведена формула для вычисления толщины i -го пояса на очередном шаге расчета. Блок 5 обеспечивает проверку сходимости итерационного процесса путем сравнения результатов вычислений блоков 2 и 4. При обеспечении заданной точности на завершающей стадии расчета производится переход в блок 8 (если номер пояса $i \neq 2$), либо в один из блоков 10,11,12, в зависимости от значения коэффициента β_{0i}

Порядок вычисления толщин 2-го и последующих поясов $t_{гi}$ ($i = 2 \dots N$) в режиме гидравлических испытаний аналогичен приведенному выше алгоритму и представлен на Рис.9.3.

Номинальная толщина i -го пояса t_i (мм) принимается равной большому из значений номинальных толщин, получаемых из условий эксплуатации и гидравлических испытаний:

$$t_i = \max(t_{эi}; t_{гi}), \quad (i = 2 \dots N), \quad (9.16)$$

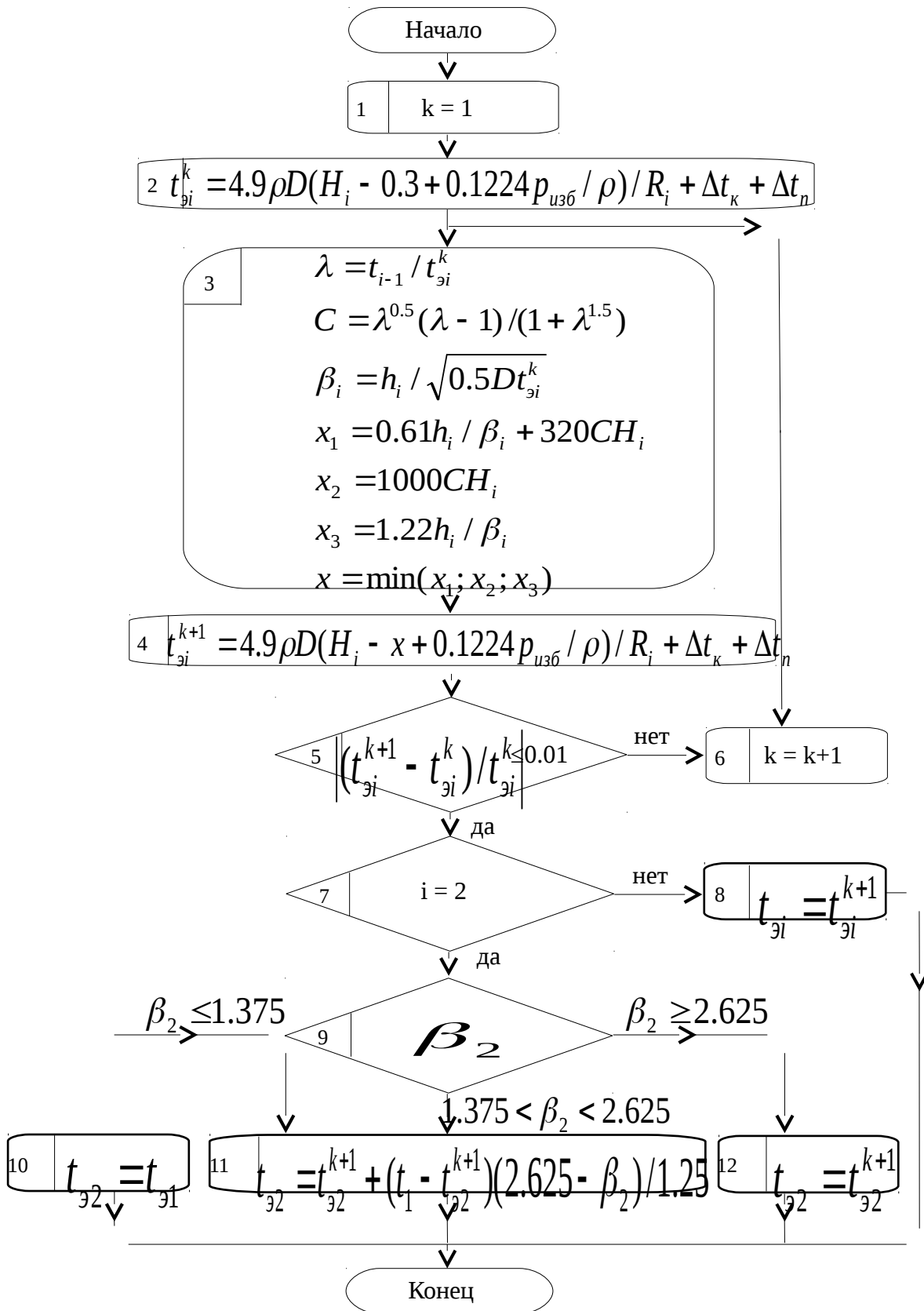


Рис. 9.2 Блок-схема вычисления толщины i -го пояса в режиме эксплуатации

9.2.2.4 Расчет стенки резервуаров 1-го класса ответственности ($V > 50000 \text{ м}^3$)

Напряженно-деформированное состояние стенки и днища резервуара следует определять на основе моментной теории составных оболочек. При этом в расчетную модель должно быть включено днище резервуара, связанное с основанием односторонними связями, препятствующими перемещению днища вниз и не сопротивляющимися его отрыву от фундамента.

Поверочный расчет на прочность стенки и днища резервуаров 1-го класса ответственности следует проводить по формулам:

$$\sqrt{\sigma_1^2 - \sigma_1 \sigma_2 + \sigma_2^2} \leq R_{\text{yn}} \gamma_c \gamma_w / \gamma_m \gamma_n, \quad (9.17)$$

$$\max(\sigma_1, \sigma_2) \leq R_{\text{yn}} \gamma_c \gamma_w / \gamma_m \gamma_n, \quad (9.18)$$

где σ_1, σ_2 - расчетные главные фибровые напряжения в стенке и днище резервуара.

9.2.3 Расчет стенки резервуара на устойчивость

Расчет стенки резервуара на устойчивость производится для расчетного сочетания 4 (табл.9.2.1) при действии нагрузок, приведенных в табл.9.2.5. Расчет на устойчивость заключается в проверке соотношения:

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_{\text{cr1}}} + \frac{\sigma_2}{\sigma_{\text{cr2}}} \leq 1, \quad (9.19)$$

где σ_1 и σ_2 - расчетные меридиональные и кольцевые напряжения срединной поверхности стенки резервуара (МПа);

σ_{cr1} и σ_{cr2} - соответственно первое (меридиональное) и второе (кольцевое) критические напряжения (МПа), вычисляемые по формулам:

$$\sigma_{\text{cr1}} = 1000 C E t_{\text{min}} / r, \quad \sigma_{\text{cr2}} = 550 E (r/H_r) \sqrt{(t_{\text{min}}/r)^3}, \quad (9.20)$$

где $r = D/2$ - радиус резервуара (мм);

E - модуль упругости стали (МПа);

H_r - редуцированная высота резервуара (мм);

t_{min} - расчетная толщина (мм) самого тонкого пояса стенки, или пояса, в пределах которого расположено ребро жесткости (при его наличии);

C - коэффициент, принимаемый по табл. 9.2.10 или по формулам:

$$C = 0.04 + 40 t_{\text{min}} / r \quad \text{при} \quad 400 \leq r/t_{\text{min}} < 1220, \quad (9.21)$$

$$C = 0.085 - r / (10^5 t_{\text{min}}) \quad \text{при} \quad 1220 \leq r/t_{\text{min}} \leq 2500, \quad (9.22)$$

Редуцированная высота резервуара (мм) вычисляется по формуле:

$$H_r = \sum_{i=1}^N h_i (t_{\text{min}}/t_i)^{2.5}, \quad (9.22)$$

где t_i - расчетная толщина листа i -го пояса (мм).

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

Напряжения в срединной поверхности стенки σ_1 , σ_2 , возникающие от нагрузок, приведенных в табл. 9.2.5, вычисляются по формулам:

а) для резервуаров со стационарными крышами

$$\sigma_1 = (1.05 G_1^i + G_2^i + 1.235 G_3^i) / (2\pi r t_{\text{min}}) + (1.26 f_s s + 1.14 p_{\text{вак}}) r / (2 t_{\text{min}}), \quad (9.23)$$

$$\sigma_2 = (0.45kw_0 + 1.14p_{\text{вак}})r/t_{\text{min}}, \quad (9.24)$$

б) для резервуаров с плавающими крышами

$$\sigma_1 = 0.525(G_1^i + G_2^i) / (\pi r t_{\text{min}}), \quad (9.25)$$

$$\sigma_2 = (1.26c + 0.45)w_0kr/t_{\text{min}}, \quad (9.26)$$

где G_1^i, G_2^i, G_3^i - соответственно нормативный вес металлоконструкций, стационарного оборудования и теплоизоляции выше расчетной точки (кН);

f_s - коэффициент, учитывающий форму крыши и принимаемый равным:

- 0.7 для купольных крыш с $\rho < D$ (ρ - радиус кривизны крыши),

- 0.9 для купольных крыш с $D \geq \rho > 1.1D$,

- 1.0 для прочих конических и сферических крыш;

w_0 - нормативная ветровая нагрузка (кПа);

k - коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте и определяемый по табл. 6 СНиП 2.01.07-85*;

c - аэродинамический коэффициент, учитывающий передаваемое на стенку разрежение от ветра и определяемый по таблице 9.2.11;

При невыполнении условия (9.2.16) для обеспечения устойчивости стенки можно увеличить толщину верхних поясов, или установить промежуточное кольцо, или то и другое вместе. Промежуточное ветровое кольцо устанавливается таким образом, чтобы участки стенки над кольцом и под ним были устойчивы, то есть удовлетворяли условию (9.2.16). При этом место установки промежуточного кольца не должно быть ближе 150 мм от горизонтального сварного шва.

Таблица 9.2.10

r/t_{min}	400	600	800	1000	500	500	500	4000	4500	5000
C	0.14	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.057	0.056	0.055	0.054

Таблица 9.2.11

H/D	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0
c	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.98
	2	4	3	7	0	3	5	6	8	0	2	4	6	7	

9.2.4 Кольца жесткости на стенке

Резервуары с плавающей крышей должны иметь верхнее кольцо жесткости, устанавливаемое на верхнем поясе стенки. Требуемый минимальный момент сопротивления сечения кольца должен определяться по следующей формуле:

$$W_{\text{zt}} = \frac{D^2 H_0 w_0}{20.4}, \quad (9.27)$$

где W_{zt} - момент сопротивления сечения верхнего ветрового кольца относительно главной вертикальной оси (см³),

H_0 - редуцированная высота стенки (м), определяемая по формуле (9.22),

w_0 - нормативная ветровая нагрузка (кПа).

Если верхнее кольцо жесткости выполнено из листа и приварено к стенке сплошным угловым швом, в момент сопротивления кольца включаются участки стенки шириной 16 расчетных толщин листа пояса вниз и, если возможно, вверх от места сварки.

В случае необходимости установки промежуточного ветрового кольца, оно должно иметь такую конструкцию, чтобы его поперечное сечение удовлетворяло требованию:

$$W_{zi} \geq \frac{D^2 H_1 w_0}{20.4}, \quad (9.28)$$

где W_{zi} - момент сопротивления сечения промежуточного ветрового кольца относительно главной вертикальной оси (см³),

H_1 - редуцированная высота участка стенки (м), выше, или ниже промежуточного кольца (что больше) и определяемая по формуле (9.22).

В момент сопротивления промежуточного кольца жесткости можно включать части стенки шириной $12(r t_i)^{0.5}$ выше и ниже места приварки кольца, или вычислять его относительно наружной поверхности стенки.

9.2.5 Расчет стенки резервуара на сейсмическое воздействие

Для резервуаров, возводимых в районах с сейсмичностью выше 6 баллов, расчетные сочетания нагрузок следует принимать в соответствии с таблицей 9.2.4.

Расчет резервуара производится на основании исходных данных, приведенных в таблицах 9.2.7 и 9.2.12.

Таблица 9.2.12

Наименование	Единица измерения	Обозначение
Коэффициент горизонтального сейсмического ускорения	доли от $g=9.8 \text{ м/с}^2$	A_h
Коэффициент вертикального сейсмического ускорения	доли от $g=9.8 \text{ м/с}^2$	A_v
Расчетный период повторяемости землетрясения заданной интенсивности	годы	—
Категория грунта по сейсмическим свойствам в соответствии с классификацией СНиП РК 2.03-04-2001	—	I, II или III

Данные, представленные в таблице 9.2.12 выдаются Заказчиком по результатам сейсмического микрорайонирования площадки строительства, или на основе карт общего сейсмического районирования территории Республики Казахстан. Расчетный период повторяемости землетрясения заданной интенсивности назначается равным 5000 лет для резервуаров 1-го класса ответственности, 1000 лет для резервуаров 2-го и 3-го классов ответственности, 500 лет для резервуаров 4-го класса ответственности. В случае расположения резервуара вблизи водоемов, или в зоне, прилегающей к жилой застройке, расчетный период повторяемости землетрясения должен составлять 5000 лет.

В случае отсутствия экспериментальных данных, следует принять $A_v = 0.5 A_h$

9.2.5.1 Определение сейсмических нагрузок

Сейсмические нагрузки на стенку резервуара следует определять в зависимости от периода основного тона свободных колебаний системы T в соответствии со спектром сейсмического ускорения $\beta(T)$, представленного на Рис.9.4 и в табл. 9.2.13.

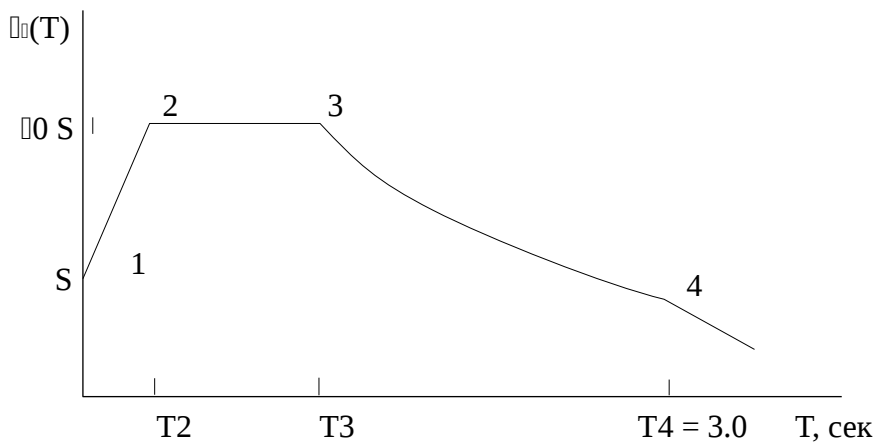


Рис.9.4 - Кривая сейсмического ускорения

Таблица 9.2.13

Категория грунта по сейсмическим свойствам	S	β_0	T_2 , сек	T_3 , сек
I	1.0	2.5	0.10	0.4
II	1.0	2.5	0.15	0.6
III	0.9	2.5	0.20	0.8

Полная нагрузка со стороны продукта на стенку и днище резервуара $p(z, \theta)$ определяется по формуле:

$$p(z, \theta) = p_0(z) + p_i(z, \theta) + p_c(z, \theta) + p_v(z) \quad (9.29)$$

где z - расстояние от днища до расчетной точки (м);

θ - угол, отсчитываемый от направления сейсмического воздействия;

p_0 - гидростатическая нагрузка (кПа);

p_i - горизонтальная составляющая импульсивной нагрузки (кПа);

p_c - горизонтальная составляющая конвективной нагрузки (кПа);

p_v - составляющая сейсмической нагрузки от вертикальных колебаний грунта (кПа).

Гидростатическая нагрузка определяется по формуле:

$$p_0(z) = \rho g (H_g - z + 0.1224 p_{изб} / \rho) \quad (9.30)$$

Нагрузка от импульсивной массы (массы части жидкости, колеблющейся с тем же периодом, что и резервуар) принимается в следующем виде:

$$p_i(z, \theta) = \beta_i A_i S K_1 \rho g r C_i(z) \cos \theta \quad (9.31)$$

где r - радиус резервуара (м);

$\beta_i = \beta_0 = 2.5$ - спектральный параметр импульсивной нагрузки (Рис.9.4);

K_1 - коэффициент допускаемых повреждений, равный 0.3 для резервуаров 1 и 2 классов ответственности, 0.25 для резервуаров 3 и 4 классов ответственности соответственно;

$C_i(z)$ - закон изменения импульсивной нагрузки по высоте резервуара, определяемый зависимостью:

$$C_i(z) = 1 - 0.836 \frac{\text{ch}(1.84z/r)}{\text{ch}(1.84\gamma)} \quad (9.32)$$

где $\gamma = H_g / r$.

Конвективную нагрузку следует определять по формуле:

$$p_c(z, \theta) = \beta_c A_h S \rho g r C_c(z) \cos \theta, \quad (9.33)$$

где β_c - спектральный параметр конвективной нагрузки, определяемый по формулам (9.35);
 $C_c(z)$ - закон изменения конвективной нагрузки по высоте резервуара, имеющий следующий вид:

$$C_c(z) = 0.88 \frac{\text{ch}(1.84z/r)}{\text{ch}(1.84\gamma)}, \quad (9.34)$$

Спектральный параметр конвективной нагрузки β_c следует определять по формулам:

$$\begin{aligned} 0 \leq T_c \leq T_2: \beta_c &= 1 + T_c T_2^{-1} (\eta \beta_0 - 1); \\ T_2 \leq T_c \leq T_3: \beta_c &= \eta \beta_0; \\ T_3 \leq T_c \leq T_4: \beta_c &= \eta \beta_0 T_3 T_c^{-1}; \\ T_c \geq T_4: \beta_c &= 3 \eta \beta_0 T_3 T_c^{-2}, \end{aligned} \quad (9.35)$$

где T_c - период основного тона конвективных колебаний продукта (сек), определяемый по формуле (9.36);

$\eta = 1.673$ - масштабный коэффициент для затухания 0.5%.

Период основного тона конвективных колебаний продукта определяется следующим соотношением:

$$T_c = 2\pi \sqrt{\frac{r}{1.84g \text{th}(1.84\gamma)}}. \quad (9.36)$$

Составляющую сейсмической нагрузки от вертикальных колебаний грунта следует определять по формуле:

$$p_v(z) = A_v S \rho g (H_g - z), \quad (9.37)$$

9.2.5.2. Реакции в основании резервуара в процессе землетрясения

Выражение для сдвигающей силы F_h (кН) в основании резервуара имеет следующий вид:

$$F_h = \beta_0 A_h K_1 (0.945G_{1s} + 0.945G_{1r} + 1.04G_{2s} + 1.04G_{2r} + 0.8\pi \cdot r^2 s) + F_{sh}, \quad (9.38)$$

где G_{1s} , G_{1r} - нормативные веса стенки и крыши (кН);

G_{2s} , G_{2r} - нормативные веса оборудования стенки и крыши (кН),

G_{3s} , G_{3r} - нормативные веса теплоизоляции стенки и крыши (кН);

s - нормативное значение снеговой нагрузки (кПа);

F_{sh} - сдвигающая сила от действия гидродинамических нагрузок (кН), определяемая выражением:

$$F_{sh} = \pi A_h S K_1 \rho g r^3 \times \dot{u} [\beta_i \gamma - (0.454\beta_i - 0.478\beta_c) \text{th}(1.84\gamma)], \quad (9.39)$$

Опрокидывающий момент M (кН·м), действующий на резервуар в процессе землетрясения следует определять по формуле:

$$M = \beta_0 A_h K_1 [(0.945G_{1s} + 1.04G_{2s})Z_s + (0.945G_{1r} + 1.04G_{2r} + 0.8G_{3r})Z_r] + M_s, \quad (9.40)$$

где Z_s , Z_r - вертикальные координаты центров тяжести стенки и крыши соответственно (м);

M_s - опрокидывающий момент от действия гидродинамических нагрузок (кН·м), определяемый выражением:

$$M_s = \pi A_h S K_1 \rho g r^4 [0.5\beta_i \gamma^2 - (0.454\beta_i - 0.478\beta_c) \gamma \operatorname{th}(1.84\gamma) + (0.247\beta_i - 0.26\beta_c)(1 - \operatorname{ch}^{-1}(1.84\gamma))] \quad (9.41)$$

Числовые множители в формулах (9.38), (9.40) учитывают коэффициенты сочетаний нагрузок и коэффициенты надежности по нагрузке в соответствии со СНиП РК 2.03-04-2001 и табл.9.3.3.

9.2.5.3 Определение толщин стенки резервуара при действии сейсмических нагрузок

Номинальная толщина i -го пояса резервуара в условиях сейсмического воздействия t_{si} (мм) должна быть не меньше следующей величины:

$$t_{si} = r p(z_i, 0) / R_i + \Delta t_k + \Delta t_n, \quad (9.42)$$

где $p(z_i, 0)$ - давление, полученное по формуле (9.29) при $\theta = 0$

z_i - расстояние от дна до нижней границы i -го пояса;

R_i - предельные напряжения в i -ом поясе резервуара (МПа), определяемые по формуле (9.4), в которой следует принять $\gamma_s = 0.9$; γ_w .

9.2.5.4 Критические сжимающие напряжения в стенке в процессе землетрясения

Максимальные продольные (меридиональные) напряжения сжатия нижнего пояса стенки σ_{s1} (МПа) следует определять по формуле:

$$\sigma_{s1} = \frac{F_v}{2 \pi r t_1} + \frac{M}{\pi r^2 t_1}, \quad (9.43)$$

где t_1 - толщина нижнего пояса без учета минусового допуска на прокат и припуска на коррозию (мм);

M - опрокидывающий момент, представленный формулой (9.40);

F_v - вертикальная сила, определяемая следующим выражением:

$$F_v = (0.945\beta_0 A_v + 1.05)(G_{1s} + G_{1r}) + (1.04\beta_0 A_v + 1.235)G_2 + (0.8\beta_0 A_v + 1.28)\pi \cdot r^2 s, \quad (9.44)$$

Числовые множители в формуле (9.44) учитывают коэффициенты сочетаний нагрузок и коэффициенты надежности по нагрузке в соответствии с табл.9.2.5, 9.3.3.

Условие обеспечения устойчивости стенки резервуара в процессе землетрясения имеет следующий вид:

$$\sigma_{s1} \leq \sigma_{cr1}, \quad (9.45)$$

где σ_{cr1} - критическое напряжение (МПа), вычисляемое по следующим формулам:

$$\text{Если } H_3 \geq h^i, \text{ то } \sigma_{cr1} = \frac{0.2 E t_1}{1000 r}, \quad (9.46)$$

Если $H_3 < h^i$, то

$$\sigma_{cr1} = \frac{0.08 E t_1}{1000 r} + 0.0167 \sqrt{\rho g H_3 E}, \quad (9.47)$$

$$\text{при этом } \sigma_{cr1} \leq 0.5 R_{y1}, \quad (9.48)$$

В соотношениях (9.46) - (9.48) E - модуль упругости стали (МПа);

H_3 - высота налива продукта в процессе эксплуатации (м);

R_{y1}^k - расчетное сопротивление материала первого пояса (МПа);

h^c - приведенная высота стенки (м), определяемая следующим выражением:

$$h^c = \frac{10^{-4} E t_1^2}{2\rho g r^2} \quad (9.49)$$

9.2.5.5 Определение максимальной высоты заполнения резервуара

Максимальная высота заполнения резервуара H_3 должна назначаться с учетом высоты волны на поверхности продукта в процессе землетрясения. При этом следует обеспечить выполнение условия:

$$H_3 + \Delta H + d_{\max} < H \quad (9.50)$$

где H_3 - уровень налива продукта с учетом дополнительного подъема от плавающего понтона (м),

H - высота стенки (м);

ΔH - высота борта понтона (или плавающей крыши) выше ватерлинии (м);

d_{\max} - высота волны на поверхности продукта (м), определяемая по следующим формулам:

Если $T_c \leq 4.5$ сек, то

$$d_{\max} = 0.257 A_h S T_c \operatorname{th} (3.37 \sqrt{H_3/r}) \quad (9.51)$$

если $T_c > 4.5$ сек, то

$$d_{\max} = 1.158 A_h S \operatorname{th} (3.37 \sqrt{H_3/r}) \quad (9.52)$$

9.3 Расчет стационарных крыш

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

Номинальные 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.

9.3.1 Нагрузки

Расчет каркасной крыши выполняется с учетом нагрузок и их сочетаний, приведенных в табл. 9.3.1.

Каркасные крыши с углом наклона $\alpha_0 < 10^\circ$ (Рис.9.5) рассчитываются только на расчетные сочетания нагрузок 1,3.

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, 2 по табл.9.3.2, для сочетания нагрузок 3 по табл. 9.3.3.

Нагрузки от теплоизоляции G_2 , вакуума $p_{\text{вак}}$ и сейсмического воздействия выдаются Заказчиком.

Нормативное значение снеговой нагрузки s следует определять в соответствии со СНиП 2.01.07-85* в зависимости от климатического района строительства.

Суммарная нагрузка на крышу не должна быть меньше 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 Рис.9.5.

Таблица 9.3.1

Вид нагрузки	Расчетные сочетания нагрузок		
	Сочетание 1	Сочетание 2	Сочетание 3
Вес конструкций и теплоизоляции	+	+	+
Вес снегового покрова симметрично расположенного на поверхности крыши	+	–	+
Вес снегового покрова несимметрично расположенного на поверхности крыши	–	+	–
Вакуум	+	+	+
Сейсмическая нагрузка	–	–	+

Таблица 9.3.2

Вид нагрузки	Единица измерения	Обозначение нормативного значения нагрузки	Расчетное сочетание нагрузок 1		
			Коэффициент сочетаний	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетное значение нагрузки
Вес крыши	кН	G_1	1.0	1.05	$1.05G_1$
Вес теплоизоляции	кН	G_2	0.95	1.3	$1.235G_2$
Снеговая нагрузка симметрично (несимметрично) расположенная на поверхности крыши при наличии теплоизоляции или вакуума	кПа	s	0.9	1.6	$p_s=1.44$ s
Снеговая нагрузка симметрично (несимметрично) расположенная на поверхности крыши при отсутствии теплоизоляции или вакуума	кПа	s	1	1.6	$p_s=1.6 s$
Вакуум при опорожнении резервуара	кПа	$p_{\text{вак}}$	0.95	1.2	$1.14 p_{\text{вак}}$

Таблица 9.3.3

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_1	1.0	1.05	$1.05G_1$
Вес теплоизоляции	кН	G_2	0.95	1.3	$1.235G_2$
Снеговая нагрузка симметрично (несимметрично) расположенная на поверхности крыши	кПа	s	0.8	1.6	$1.28 s$
Инерционная сейсмическая нагрузка от веса конструкций	кН	G_{1i}	0.9	1.05	$0.945G_1$ i

Инерционная сейсмическая нагрузка от веса теплоизоляции	кН	G_{2i}	0.8	1.3	$1.04G_{2i}$
Инерционная сейсмическая нагрузка от веса снега	кПа	s_i	0.5	1.6	$0.8 s_i$

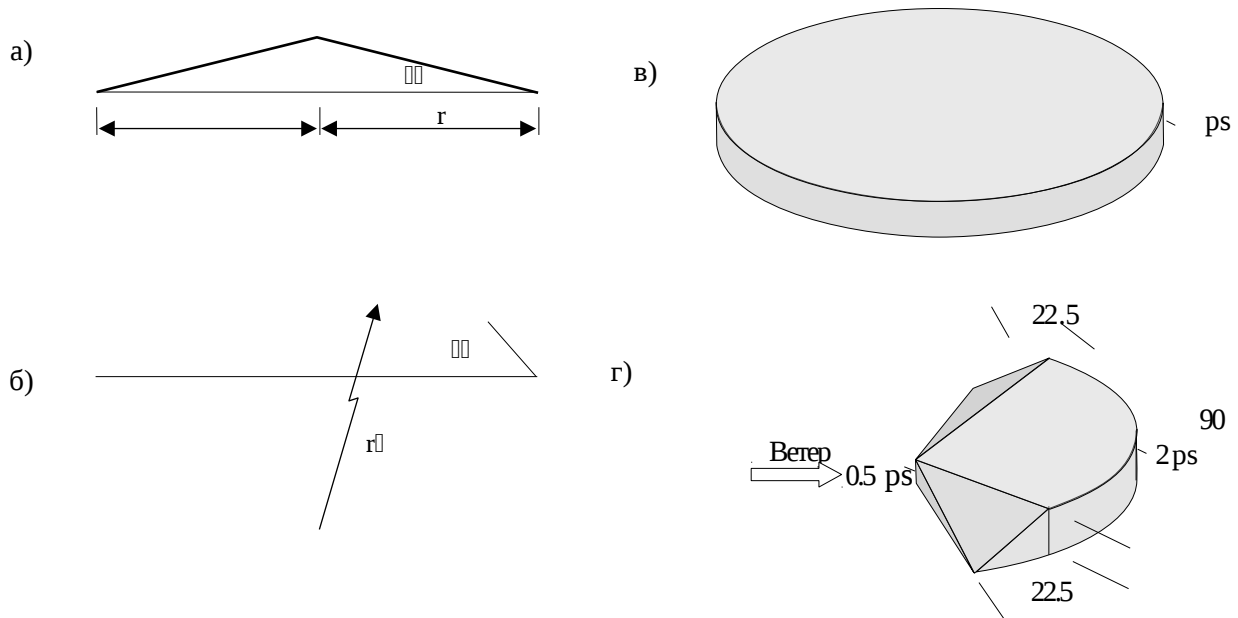


Рис.9.5 - Схема распределения снеговой нагрузки по поверхности крыши
а) коническая крыша; б) купольная крыша; в) симметричное расположение снега; г) несимметричное расположение снега ($\alpha_0 > 10^\circ$)

9.3.2 Расчет каркасных крыш

Каркас крыши представляет собой систему радиальных и кольцевых балок. Количество несущих радиальных балок n определяется по формуле:

$$n = \pi r / 0.9, \quad (9.53)$$

где r - радиус резервуара (м).

Полученный по формуле (9.53) результат округляется в большую сторону до целого четного числа.

По внешнему контуру расчетная схема крыши должна иметь упругие связи. Коэффициенты жесткости опорного узла радиальных балок следует определять по формулам:

$$C_1 = \frac{\pi EA}{500nr}; \quad C_2 = \frac{\pi EJ_x}{500nr}, \quad (9.54)$$

где C_1 - жесткость опорного узла балки в радиальном направлении (кН/м);

C_2 - жесткость опорного узла балки при ее повороте в вертикальной плоскости (кН·м/рад);

A - площадь поперечного сечения опорного кольца (мм²);

J_x - момент инерции поперечного сечения опорного кольца относительно главной горизонтальной оси (мм⁴);

E - модуль упругости стали (МПа).

Проверку прочности элементов каркасных крыш необходимо производить в соответствии со СНиП РК 5.04-23-2002. При этом следует использовать коэффициенты условий работы:

- $\gamma_c = 0.75$ - для кольцевых балок;

- $\gamma_c = 0.9$ - для радиальных балок и опорного кольца крыши.

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.

Расчет крыши на действие инерционных сейсмических нагрузок следует производить в соответствии со СНиП РК 2.03-04-2001. При этом нагрузки G_{li} , G_{2i} , s_i (табл. 9.3.3) должны быть получены методом разложения по собственным формам колебаний крыши.

9.3.3 Расчет самонесущих крыш

Узел крепления крыши к верху стенки может выполняться по одному из вариантов представленных на Рис.9.6.

Минимальная расчетная толщина полотна t_k (мм) бескаркасной крыши по условию устойчивости без учета припуска на коррозию определяется по формуле:

$$t_k = 0.448 \left(\frac{p}{10E} \right)^{0.5} r_1 + \Delta t_k + \Delta t_n, \quad (9.55)$$

где r_1 - радиус кривизны купольной крыши (м), для конической крыши $r_1 = r / \sin \alpha_0$ (Рис.9.6);

E - модуль упругости стали (МПа);

p - расчетная нагрузка (кПа), определяемая соотношением:

$$p = 0.084 (t_k + \Delta t_k + \Delta t_n) + 1.14 \rho_y + 1.44 s + 1.14 p_{\text{вак}}, \quad (9.56)$$

где ρ_y - нормативный вес 1 м² теплоизоляции (кПа);

s - нормативное значение снеговой нагрузки (кПа);

$p_{\text{вак}}$ - нормативная величина относительного разрежения в резервуаре под крышей.

Формула применима для углов $\alpha_0 < 30^\circ$ и при выполнении условия $r_1 / t_k > 274$, которое следует проверить после вычисления первого приближения для t_k . Поскольку p в свою очередь зависит от предварительно неизвестной толщины t_k , для расчета требуется несколько последовательных приближений.

Если крыша не является легко сбрасываемой, то узел сопряжения крыши и стенки резервуара должен быть рассчитан из условия:

$$A \geq \frac{3.64r^2(1.2p_{\text{изб}} - 0.08t_k)}{\tan \alpha_0}, \quad (9.57)$$

где A - площадь поперечного сечения узла сопряжения крыши и стенки (мм²), включая площадь верхнего кольцевого элемента и деформируемых участков стенки L_p и крыши L_k , но не включая припуск на коррозию и минусовой допуск на прокат (Рис.9.6);

$p_{\text{изб}}$ - нормативное избыточное давление (кПа).

Если предусматривается устройство легко сбрасываемой крыши, то величина A должна удовлетворять условию:

$$A \leq \frac{W}{1.390 \tan \alpha_0}, \quad (9.58)$$

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

9.4 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.

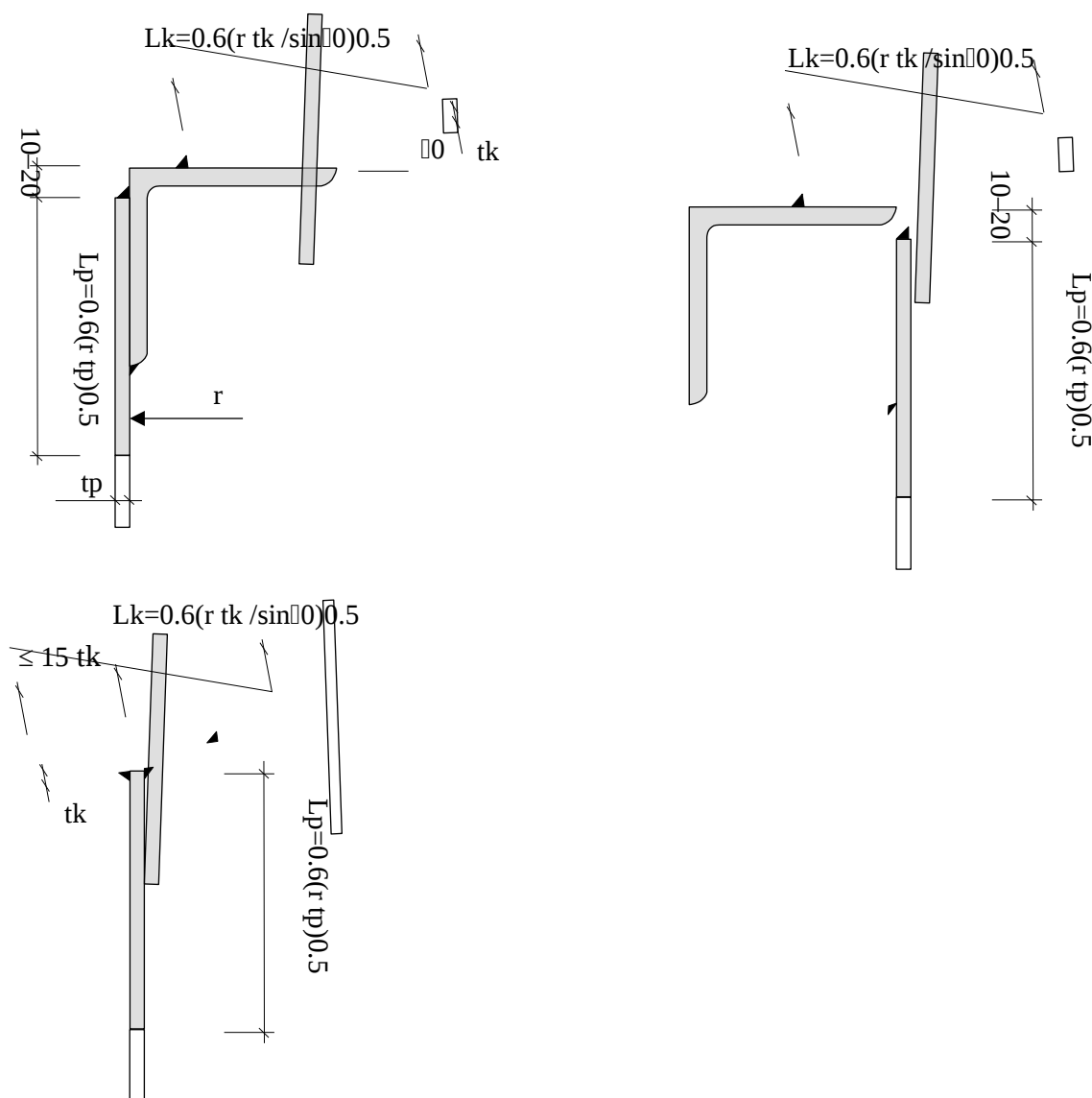


Рис. 9.6 Соединение самонесущей крыши со стенкой

- 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 жидкость 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 жидкости 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 в пункте 4 положений равновесия. В случае изменения толщин элементов, расчет повторяется, начиная с этапа 4.

Расчеты следует выполнять на основе конечно-элементных моделей для исходных данных, приведенных в табл.9.4.1.

Расположение «снегового мешка» на поверхности двудечной плавающей крыши следует принимать в соответствии с Рис.9.7. По согласованию с Заказчиком, параметры «снегового мешка» μ 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.

9.4.1 Расчетные комбинации воздействий

Расчетные комбинации воздействий следует назначать в соответствии с табл. 9.4.2.

9.4.2 Проверка прочности конструктивных элементов крыши

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

$$\sqrt{\sigma_1^2 - \sigma_1 \sigma_2 + \sigma_2^2} \leq R_{\text{уп}} \gamma_c / \gamma_m$$

$$\max(\sigma_1, \sigma_2) \leq R_{\text{уп}} \gamma_c / \gamma_m \quad , \quad (9.59)$$

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

Минимальная толщина листов крыши или понтона должна быть не меньше 5 мм. Окончательные толщины элементов должны быть назначены с учетом минусового допуска на прокат и припуска на коррозию.

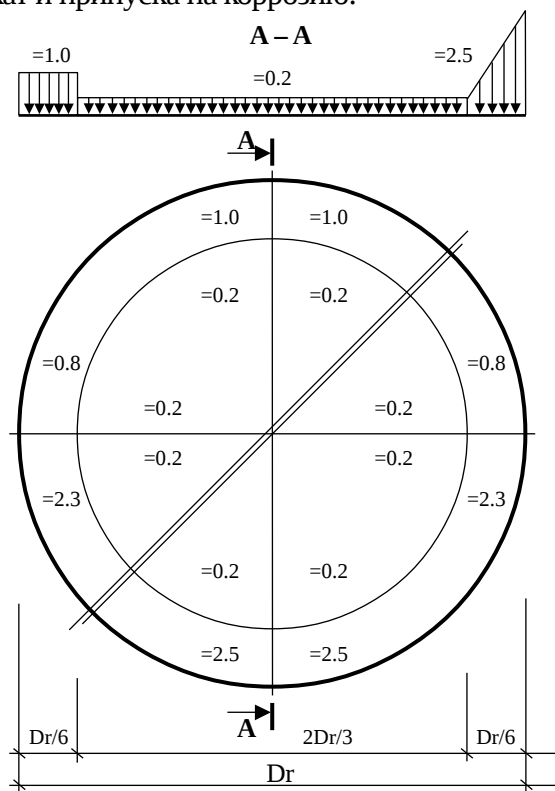


Рис.9.7 Схема расположения «снегового мешка»

Таблица 9.4.1

Наименование	Обозначение	Единица измерения
Собственный вес крыши или понтона	P_k	кН
Диаметр крыши или понтона	D_k	м
Распределенная нагрузка от собственного веса	$p_k = P_k / \pi r_k^2$	кПа

Припуск на коррозию (нижней палубы и внешнего бортового элемента)	$t_{\text{кор}}$	мм
Нормативное значение предела текучести	R_{yn}	МПа
Коэффициент надежности по материалу	γ_m	–
Коэффициент условий работы	γ_c	–
Плотность продукта в долях от веса воды	$\rho = 0.7$	–
Нормативное значение веса снегового покрова	s	кПа
Коэффициент надежности по нагрузке	$\gamma_{\text{л}} = 1.6$	–
Снеговая нагрузка для учета снегового покрова, равномерно распределенного по всей поверхности двудечной плавающей крыши	$p_s = s \gamma_{\text{л}} = 1.6 s$	кПа
Коэффициент неравномерности снеговых отложений (см. Рис.6.7)	μ	–
Максимальная интенсивность нагрузки для учета «снегового мешка»	$p_{\text{max}} = \mu \cdot p_s$	кПа

Таблица 9.4.2

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	Одноречная	Проверка плавучести и прочности
Снеговая нагрузка интенсивностью p_s , равномерно распределенная по всей поверхности крыши	Двуречная	Проверка плавучести и прочности
Снеговая нагрузка с учетом «снегового мешка»	Двуречная	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

9.5 Нагрузки на патрубки

Несущая способность узла приема - раздачи резервуара должна быть обеспечена в условиях однократных и многократных сливов и наливов продукта.

Нагрузки на патрубок задаются в виде комбинаций трех усилий (Рис.9.8):

- F_x - радиальная сила вдоль оси патрубка (кН);
- M_y - изгибающий момент в горизонтальной плоскости (кН·м);
- M_z - изгибающий момент в вертикальной плоскости (кН·м).

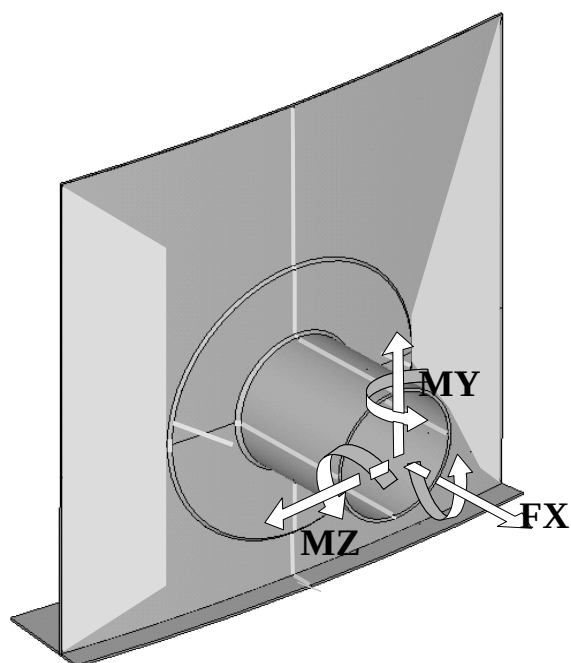


Рис.9.8 Схема приложения нагрузок на патрубков резервуара

На Рис.9.8 стрелками показаны положительные направления усилий.

Поверхности, ограничивающие область допускаемых нагрузок приведены на Рис.9.9 для резервуаров объемом 20000 м³ (Рис.9.9а) и 50000 м³ (Рис.9.9б). Допускаемые нагрузки на патрубки резервуаров других объемов могут быть получены интерполяцией.

Если значения нагрузок таковы, что соответствующая им точка находится внутри выделенной области, то несущая способность узла приема раздачи является обеспеченной.

Проверка нагрузок осуществляется по следующим правилам:

- 1 Назначить расчетные сочетания нагрузок (M_{zp} , M_{yp} , F_{xp});
- 2 Провести линии параллельные осям M_z и F_x , соответствующие нагрузкам M_{zp} и F_{xp} и получить точку их пересечения;
- 3 Интерполяцией ближайших изолиний получить координату M_y^* на поверхности допускаемых нагрузок;
- 4 Расчетное сочетание нагрузок допустимо, если $M_{yp} < M_y^*$; расчетное сочетание нагрузок не допустимо, если $M_{yp} \geq M_y^*$.

Так, например, для резервуара объемом 20000 м³ (Рис.9.9а):

а) комбинация нагрузок ($F_{xp} = -75$ кН, $M_{zp} = 25$ кН·м, $M_{yp} = 8$ кН·м) является допустимой, так как $M_{yp} = 8$ кН·м $<$ $M_y^* = 11$ кН·м.

б) комбинация ($F_{xp} = -75$ кН, $M_{zp} = 25$ кН·м, $M_{yp} = 30$ кН·м) является недопустимой, так как $M_{yp} = 30$ кН·м \geq $M_y^* = 11$ кН·м.

9.6 Определение нагрузок на фундамент резервуара.

9.6.1 Учет конструктивных, технологических, климатических и сейсмических нагрузок.

Реактивные усилия, передаваемые с корпуса на фундамент резервуара, определяются в зависимости от конструктивных, технологических, климатических и сейсмических нагрузок.

Нормативные и расчетные значения нагрузок следует принимать в соответствии с данными табл. 9.5.1.

Снеговая и ветровая нагрузки определяются в соответствии со СНиП 2.01.07-85* в зависимости от климатического района строительства, размеров резервуара и типа крыши. Сейсмические нагрузки соответствуют п.9.2.5. Конструктивные и технологические нагрузки выдаются Заказчиком.

9.6.2 Учет влияния ветра

Ветровая нагрузка, действующая на стенку и крышу резервуара приводит к появлению следующих реактивных усилий:

- опрокидывающего момента M_{ws} (кН·м) и сдвигающей силы F_{ws} (кН) от воздействия ветра на стенку резервуара (кН·м);

- опрокидывающего момента M_{wr} (кН·м), сдвигающей F_{whr} (кН) и подъемной F_{wvr} (кН) сил от воздействия ветра на стационарную крышу (кН·м).

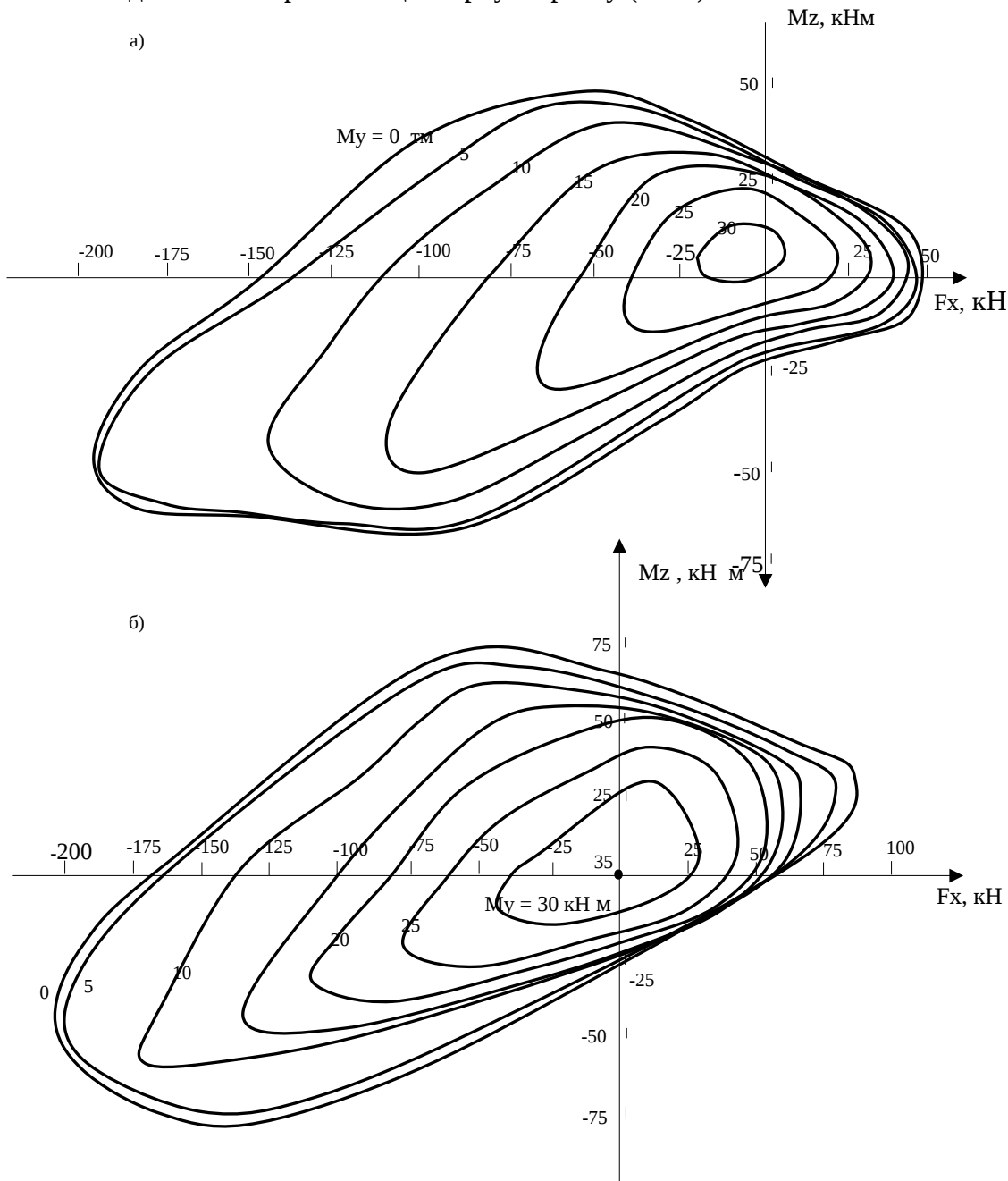


Рис.9.9 - Поверхности, ограничивающие область допустимых нагрузок на патрубков резервуара.
а) резервуар объемом 20000 м³; б) резервуар объемом 50000 м³

Таблица 9.5.1

Вид нагрузки	Единица измерения	Обозначение нормативного значения нагрузки	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетное значение нагрузки
Вес продукта в долях от веса воды	—	ρ	1.0	ρ

Вес корпуса и крыши резервуара	кН	G_1	1.05	$1.05G_1$
Вес стационарного оборудования	кН	G_2	1.05	$1.05G_2$
Вес теплоизоляции стенки и крыши	кН	G_3	1.3	$1.3G_3$
Вакуум при опорожнении резервуара	кПа	$p_{\text{вак}}$	1.2	$1.2 p_{\text{вак}}$
Внутреннее избыточное давление	кПа	$p_{\text{изб}}$	1.2	$1.2 p_{\text{изб}}$
Снеговая нагрузка	кПа	s	1.4	$1.4 s$
Ветровая нагрузка	кПа	w_0	1.4	$1.4 w_0$
Коэффициент горизонтального сейсмического ускорения	в долях от g	A_h	–	по п.6.2.5
Коэффициент вертикального сейсмического ускорения	в долях от g	A_v	–	по п.6.2.5

Результирующие значения опрокидывающего момента M_w и сдвигающей силы F_w от действия ветра на резервуар определяются соотношениями:

$$M_w = (M_{ws} + M_{wr})(V/160)^2;$$

$$F_{wh} = (F_{ws} + F_{whr})(V/160)^2, \quad (9.60)$$

где V - расчетная скорость ветра (км/ч).

Опрокидывающий момент и сдвигающую силу от действия ветра при скорости ветра $V = 160$ км/час на стенку резервуара в зависимости от высоты стенки H (м) и диаметра резервуара $D = 2r$ (м) следует определять по формулам:

при $H \leq 5$ м

$$M_{ws} = 0.86(0.375H^2D), \quad (9.61)$$

$$F_{whs} = 0.86(0.75HD), \quad (9.62)$$

при $H \geq 5$ м

$$M_{ws} = 0.86 \left[0.375 + \frac{25}{H^2} \left[1 + 2 \sin \left(\frac{H}{10} - 0.5 \right) \right] - \frac{5}{H} \sin \left(\frac{H}{10} + 1.07 \right) \right] HD^2; \quad (9.62)$$

$$F_{whs} = 0.86 \left\{ 0.75 + \frac{5}{H} \left[1 - \sin \left(\frac{H}{10} + 1.07 \right) \right] \right\} HD. \quad (9.63)$$

Опрокидывающий момент, сдвигающую и подъемную силы от действия ветра на крышу резервуара следует определять по формулам:

$$M_{wr} = 0.72 S_r H_r;$$

$$F_{whr} = 0.72 S_r;$$

$$F_{wvr} = 0.72 \pi r^2, \quad (9.64)$$

где S_r - площадь вертикальной проекции крыши (м^2);

H_r - расстояние от днища до центра тяжести вертикальной проекции крыши (м).

Для конических крыш с уклоном $\geq 5^\circ$ и сферических крыш высотой более $0.1D$ подъемная сила $F_{wvr} = 0$.

Для резервуаров с плавающими крышами следует принять $F_{whr} = F_{wvr} = 0$.

9.6.3 Нагрузки на фундаментное кольцо

Расчетная нагрузка на фундаментное кольцо q_ϕ определяется по формуле (кН/м):

$$q_\phi = \frac{F_v}{2\pi r} + \frac{M}{\pi r^2}, \quad (9.66)$$

где F_v - результирующая вертикальная сила (кН);

M - опрокидывающий момент от ветра или горизонтальных сейсмических сил (кН·м), определяемые по формулам:

а) при отсутствии землетрясения

$$F_v = 1.05(G_1 + G_2) + 1.235G_3 + (0.9 \cdot 1.4s + 0.95 \cdot 1.2p_{\text{вак}})\pi r^2, \quad (9.67)$$

$$M = M_w \quad (9.68)$$

б) в условиях землетрясения

$$F_v = (0.945\beta_0 A_v + 1.05)(G_1 + G_2) + (1.04\beta_0 A_v + 1.235)G_3 + (0.7\beta_0 A_v + 1.12)\pi \cdot r^2 s \quad ; \quad (9.69)$$

M - определяется выражением (9.40).

9.6.4 Требования к установке анкеров

В случае необходимости, стенка резервуара прикрепляется к фундаменту анкерными устройствами, шаг установки и размеры которых определяются расчетом.

Требуется установка анкерных болтов, если выполняется хотя бы одно из неравенств (9.70) - (9.74).

а) При отсутствии землетрясения

$$F_v^i = 1.05(G_1 + G_2) + 1.235G_3 - 1.2p_{\text{изб}}\pi r^2 \leq 0, \quad (9.70)$$

$$M_w \geq \frac{2}{3}(F_v^i - F_{wvr})r, \quad (9.71)$$

$$F_{wh} \geq 0.4F_v^i \quad (9.72)$$

Условия (9.70) - (9.72) соответствуют проверке пустого резервуара на подъем от действия избыточного давления, а также на опрокидывающее и сдвигающее действие ветра.

б) В условиях землетрясения

$$M \geq (F_v^i + 0.198t_b r \sqrt{R_y \rho H_3})r, \quad (9.73)$$

$$F_h \geq 0.4(F_v^i + \pi r^2 H_3 \rho g)(1 - A_v S), \quad (9.74)$$

где t_b - толщина окрайки днища (мм);

R_y - расчетное сопротивление стали окрайки днища резервуара (МПа);

S - коэффициент характеристики грунта, принимаемый в соответствии с табл. 9.2.13;

F_h , M - сдвигающая сила (кН) и момент (кН·м), определяемые выражениями (9.38), (9.40).

Условия (9.73) - (9.74) соответствуют проверке резервуара на опрокидывающее и сдвигающее действие сейсмических нагрузок.

Расчетное усилие в одном анкерном болте Q определяется по формуле (кН) :

$$Q = \frac{(4M/D_1 - F_v^i)}{n}, \quad (9.75)$$

где D_1 - диаметр установки анкерных болтов (м);

n - количество анкерных болтов, устанавливаемых по периметру резервуара и определяемое по формулам:

а) если $r \geq 7.5$:
$$n = \frac{2}{3} \pi r \quad , \quad (9.76)$$

б) если $r < 7.5$:
$$n = \pi r / 0.9 \quad . \quad (9.77)$$

В формулах (9.76), (9.77) необходимо величину n округлить до целого четного значения.

9.6.5 Нагрузки на фундаментную плиту

Расчетная нагрузка на фундаментную плиту в режиме эксплуатации $P_{фэ}$ определяется по формуле (кПа):

$$P_{фэ} = g \rho H_э + 1.2 p_{изб} + 80 t_{bc} \quad , \quad (9.78)$$

где t_{bc} - толщина центральной части днища (мм);

$H_э$ - максимальная высота налива продукта в режиме эксплуатации (м).

Расчетная нагрузка на фундаментную плиту в режиме гидравлических испытаний $P_{фг}$ определяется по формуле (кПа):

$$P_{фг} = g H_г + 1.2 p_{изб} + 80 t_{bc} \quad , \quad (9.79)$$

где $H_г$ - максимальная высота налива продукта в режиме гидравлических испытаний (м).

Расчетная нагрузка на фундаментную плиту в условиях сейсмического воздействия $P_{фс}$ определяется по формуле (кПа):

$$P_{фс} = g \rho H_э (1 + A_v S) + 1.2 p_{изб} + 80 t_{bc} \quad . \quad (9.80)$$

10 ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

10.1 Основные положения

10.1.1 Основания резервуаров должны проектироваться в соответствии с требованиями СНиП РК 5.01-01-2002 и дополнительных требований настоящего раздела.

Проектирование оснований включает выбор типа основания и типа фундамента, на основании расчета по деформациям и, в необходимых случаях, предусмотренных п.2.3 СНиП РК 5.01-01-2002, - по несущей способности.

10.1.2 Инженерно-геологические и гидрологические изыскания площадки строительства должны соответствовать требованиям Раздела 5 настоящих норм. Материалы инженерно-геологических и гидрологических изысканий площадки строительства должны содержать следующие сведения о грунтах и грунтовых водах:

- литологические колонки под пятно резервуара, количество, глубина и расположение которых должны обеспечить построение достоверных разрезов вдоль контурной окружности основания и по ее диаметрам;

- физико-механические характеристики грунтов, представленных в литологических колонках (удельный вес γ , угол внутреннего трения ϕ , сцепление C , модуль деформации E , коэффициент пористости ϵ);

- расчетный уровень грунтовых вод с прогнозом гидрологического режима на ближайшие 20 лет для резервуаров объемом до 10000 м³ и на 50 лет для резервуаров объемом более 10000 м³.

Кроме того, если сжимаемая толща представлена слабыми грунтами (модуль деформации менее 10 МПа), то для каждой грунтовой разности должны быть приведены значения коэффициента фильтрации.

Для величин физико-механических характеристик грунтов должны приводиться однозначные расчетные значения.

При проектировании фундаментов резервуаров в сложных инженерно-геологических условиях инженерные изыскания должны выполняться специализированными организациями и содержать данные для выбора типа оснований и фундаментов с учетом возможного изменения (в процессе строительства и эксплуатации) инженерно-геологических и гидрологических условий площадки строительства.

10.1.3 В необходимых случаях в проекте оснований следует предусматривать мероприятия, осуществление которых исключает возможность появления недопустимых деформаций основания и обеспечивает требуемые эксплуатационные качества, надежность и долговечность резервуаров.

Это достигается преобразованием строительных свойств грунтов, устройством свайных фундаментов и другими мероприятиями.

10.1.4 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 и его долговечность.

10.1.5 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 соответствии с указаниями Приложения 2 к СНиП РК 5.01-01-2002.

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 2.01.09-91.

Расчет системы «резервуар-основание» может быть выполнен также с использованием существующих вычислительных комплексов по определению осадок фундаментов с учетом взаимодействия основания и оболочки резервуара.

10.1.6 Проектная высота расположения днища резервуара определяется технологическим заданием, однако, эта высота должна превышать максимальный уровень окружающей спланированной поверхности земли минимум на 0.5 м, а после достижения основанием расчетных осадок высота днища над уровнем окружающей земли не должна быть менее 0.15 м.

10.1.7 Для обеспечения экологической безопасности эксплуатации резервуаров и с целью своевременного обнаружения протечек продукта через днище, под днищем резервуара, ниже гидрофобного слоя, рекомендуется укладывать бензостойкую, армированную пленку с уклоном не менее 0.002 к устройствам сбора и контроля протечек.

10.2 Основания и фундаменты в простых инженерно-геологических условиях

10.2.1 В простых инженерно-геологических условиях под резервуары следует устраивать, как правило, грунтовые подушки с железобетонным фундаментным кольцом под стенкой резервуара или без такового для резервуаров объемом до 1000 м³ с высотой стенки до 9 м.

Примечание - К простым инженерно-геологическим условиям относятся основания, сложенные скальными, крупноблочными, песчаными, глинистыми и пылеватоглинистыми (непросадочными и ненабухающими) грунтами, для которых не требуется предусматривать мероприятия по уменьшению деформаций основания.

10.2.2 Грунтовые подушки должны выполняться из послойно уплотненного при оптимальной влажности грунта, модуль деформации которого, после уплотнения, должен быть не менее 15 МПа (150 кг/см²), коэффициент уплотнения должен быть не менее 0.95.

10.2.3 Грунтовые подушки могут предусматриваться однослойными и двухслойными.

Однослойные подушки на всю толщину выполняются из одного вида грунтового материала.

Двухслойные подушки состоят из нижнего слоя (от дна котлована до отметки на 0.2 м превышающей максимальную отметку окружающей спланированной поверхности земли) и верхнего слоя (от верхнего уровня нижнего слоя до поверхности основания).

10.2.4 При сжимаемых толщах, сложенных глинистыми или пылеватоглинистыми грунтами, применение гравия, песка и других, - аналогичных по фильтрационным свойствам грунтов и грунтовых материалов, - не допускается.

10.2.5 Между дном резервуара и верхом грунтовой подушки следует предусматривать гидроизоляционный слой из гидрофобного грунта (суглинистый грунт, обработанный органическими вяжущими) толщиной 100 - 150 мм.

При этом, толщина гидроизоляционного слоя между поверхностью железобетонного кольца и окрайками дна должна быть не более 25 мм, но не менее 15 мм.

10.2.6 Откос грунтовой подушки следует выполнять с уклоном не более 1:1.5.

10.2.7 Ширина отмостки (горизонтальной части поверхности подушки) принимается:

- 0.7 м - для резервуаров объемом до 1000 м³;

- 1.0 м - для резервуаров объемом свыше 1000 м³ и, независимо от объема, для площадок строительства с расчетной сейсмичностью 7 и более баллов.

Поверхность подушки за пределами пятна резервуара, горизонтальная и наклонная части, должна быть защищена бетонной отмосткой.

10.2.8 Для резервуаров объемом свыше 1000 м³ под стенкой резервуара устанавливается железобетонное фундаментное кольцо шириной не менее 0.8 м для резервуаров объемом до 3000 м³ и не менее 1.0 м для резервуаров объемом свыше 3000 м³.

Для площадок строительства с расчетной сейсмичностью 7 баллов и более фундаментное кольцо устраивается для всех резервуаров, независимо от объема, шириной не менее 1.5 м.

Толщина кольца принимается не менее 0.3 м, а для площадок строительства с расчетной сейсмичностью 7 и более баллов - не менее 0.4 м.

10.2.9 Фундаментное кольцо рассчитывается на основное, а для площадок строительства с сейсмичностью 7 баллов и более также на особое сочетание нагрузок.

В продольном направлении назначается симметричное армирование фундаментного кольца с замкнутой поперечной арматурой.

10.3 Основания и фундаменты в сложных инженерно-геологических условиях

10.3.1 При проектировании оснований резервуаров, возводимых на просадочных грунтах, следует предусматривать устранение просадочных свойств грунтов в пределах всей просадочной толщи или устройство свайных фундаментов, полностью прорезающих просадочную толщу.

Устранение просадочных свойств грунтов достигается:

- предварительным замачиванием;

- замачиванием с глубинными взрывами;

- глубинным уплотнением пробивкой скважин с заполнением скважин тощим бетоном, шлакобетоном или щебенкой, гравием, шлаком с уплотнением;

- закреплением силикатизацией.

При применении свайных фундаментов концы свай следует заглублять в малосжимаемые грунты и обеспечивать требования по предельным деформациям резервуаров.

10.3.2 При проектировании оснований резервуаров, возводимых на набухающих грунтах, в случае, когда расчетные деформации основания больше предельных, должны предусматриваться следующие мероприятия:

- полная или частичная замена слоя набухающего грунта ненабухающим;

- применение компенсирующих песчаных подушек;

- устройство свайных фундаментов.

10.3.3 При проектировании оснований резервуаров, возводимых на водонасыщенных пылевато-глинистых, биогенных грунтах и илах, в случае, когда расчетные деформации основания больше допустимых, должны предусматриваться следующие мероприятия:

- устройство свайных фундаментов;

- для биогенных грунтов и илов - полная или частичная замена их песком, щебнем, гравием и т.д.;

- уплотнение грунтов временной пригрузкой основания в период испытания резервуаров водой до их введения в постоянную эксплуатацию, с выдержкой каждой ступени нагружения до условной стабилизации осадок.

Если применение указанных мероприятий не исключает возможность превышения предельных деформаций основания или в случае нецелесообразности их применения, должны предусматриваться специальные устройства (компенсаторы) в узлах подключения трубопроводов, обеспечивающие прочность и надежность узлов при осадках резервуаров, а также устройство для выравнивания резервуаров.

10.3.4 При проектировании оснований резервуаров, возводимых на подрабатываемых территориях, в случае, когда расчетные деформации основания больше предельных, должны предусматриваться следующие мероприятия:

- устройство сплошной железобетонной плиты со швом скольжения между днищем резервуара и верхом плиты;

- применение гибких соединений (компенсаторов) в узлах подключения трубопроводов;

- устройство приспособлений для выравнивания резервуаров.

10.3.5 При проектировании оснований резервуаров, возводимых на закарстованных территориях, должны предусматриваться следующие мероприятия, исключающие возможность образования карстовых деформаций:

- заполнение карстовых полостей;

- прорезка карстовых пород глубокими фундаментами;

- закрепление закарстованных пород и (или) вышележащих грунтов.

Размещение резервуаров в зонах активных карстовых процессов не допускается.

10.4 Предельные деформации основания резервуаров

10.4.1 Расчетные значения величин перемещений и деформаций основания, выражаемых через осадки расчетных точек, ограничиваются их предельными значениями.

Количество расчетных точек зависит от объема резервуара и характера инженерно-геологических условий.

Для резервуаров объемом до 20000 м³ при однородном основании назначается расчетная точка в центре основания и четыре, равномерно-расположенные контурные расчетные точки по периметру стенки. При неоднородном основании число контурных точек по периметру стенки должно быть четным, не менее четырех и на расстоянии не более 6.0 м по дуге окружности.

Для резервуаров объемом свыше 20000 м³ при однородном основании назначается расчетная точка в центре основания, четыре, равномерно-расположенные контурные расчетные точки по периметру стенки и четыре срединные точки на серединах радиусов контурных точек. При неоднородном основании назначается кратное четырем число контурных точек на расстоянии не более 6.0 м по дуге окружности и четное число срединных точек, равное половине числа контурных точек.

10.5 Нагрузки на основание резервуаров

10.5.1 Расчетная нагрузка на основание (кПа) определяется по формуле:

$$P = 10H_y + G/\pi R^2 + 0.9s + fp_n h_n - \rho_y h_y \quad , \quad (10.1)$$

где H_y - эксплуатационный уровень налива (м);

G - расчетный вес металлоконструкций, стационарного оборудования и теплоизоляции;

R - радиус контурной окружности основания (м);

s - расчетное значение снеговой нагрузки (кПа);

ρ_n - усредненный удельный вес грунтового материала подушки и строительных конструкций (кН), размещаемых в объеме подушки (фундаментное кольцо, плита защитного экрана, гидрофобный слой);

ρ_y - удельный вес грунта, удаляемого из котлована (кН);

$h_n = (2h_k + h_0)/3$ - расчетная высота подушки в метрах (h_k , h_0 - соответственно, высота подушки на контуре и в центре основания, измеряемая от уровня дна котлована до верха гидрофобного слоя);

h_y - глубина котлована в метрах (разность черной отметки под центром днища резервуара и отметки дна котлована).

10.6 Осадки основания

10.6.1 Осадка отдельной точки поверхности основания определяется по формуле:

$$S(x) = 0.0008RPA(\xi_a, x) / E_{np}(x) \quad (10.2)$$

Здесь $S(x)$ - осадка отдельной точки основания (м), расположенной на расстоянии x от центра основания;

$A(\xi_a, x)$ - значение функции $A(\xi, x)$, определяемой по табл. 10.1 для нижней границы сжимаемой толщи ($\xi = Z/R$, Z - вертикальная координата точки сжимаемой толщи);

$E_{np}(x)$ - приведенный модуль деформации грунтов основания под рассчитываемой точкой (МПа), определяемый по формуле:

$$E_{np}(x) = A_a(\xi_a, x) / \sum_{j=1}^m [A(\xi_j, x) - A(\xi_{j-1}, x)] / E_j \quad (10.3)$$

где E_j - модуль деформации j -го слоя грунта ($j=1\dots m$), слагающего сжимающую толщу (МПа);

$A(\xi_j, x)$, $A(\xi_{j-1}, x)$ - значения функции $A(\xi, x)$, определяемые по табл. 10.1 соответственно для j -го и $(j-1)$ -го слоев грунта.

Осадка точки поверхности основания отсчитывается от ее проектного положения, определяемого как произведение $v_0 \cdot x$, где v_0 - проектный уклон днища.

В табл. 10.1 коэффициент λ - интерполяционный коэффициент для вычисления значений $A(\xi, x)$ при промежуточных значениях ξ .

10.6.2 Усредненная осадка контурной окружности основания S_k^i определяется соотношением:

$$S_k^i = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N u_i \quad (10.4)$$

где N - общее число расчетных точек контурной окружности;

$u_i = S_i(r)$ - осадка i -ой расчетной точки контурной окружности ($i=1\dots N$), вычисляемая по формуле (6.2) при $x=r$.

Усредненная осадка срединной окружности основания S_c^i определяется соотношением:

$$S_c^i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n w_i \quad (10.5)$$

где n - общее число расчетных точек срединной окружности;

$w_i = S_i(r/2)$ - осадка i -ой расчетной точки срединной окружности ($i = 1 \dots n$), вычисляемая по формуле (10.2) при $x = r/2$.

Таблица 10.1

$\xi = Z/R$	Значение функции $A(\xi, x)$					
	$x/R = 0$		$x/R = 0.5$		$x/R = 1.0$	
	A	λ	A	λ	A	Λ
0.00	0.000	1.000	0.000	0.990	0.000	0.485
0.20	0.200		0.198		0.097	
0.40	0.395	0.975	0.385	0.935	0.187	0.450
0.60	0.576	0.905	0.551	0.803	0.271	0.420
0.80	0.738	0.810	0.694	0.715	0.347	0.380
1.00	0.879	0.705	0.816	0.610	0.417	0.350
1.20	0.998	0.595	0.918	0.515	0.480	0.315
1.40	1.099	0.505	1.007	0.440	0.537	0.285
1.60	1.183	0.420	1.082	0.375	0.589	0.260
1.80	1.255	0.360	1.146	0.320	0.635	0.230
2.00	1.317	0.310	1.202	0.280	0.676	0.205
2.20	1.369	0.260	1.250	0.240	0.713	0.185
2.40	1.415	0.230	1.292	0.210	0.746	0.165
2.60	1.455	0.200	1.330	0.190	0.776	0.150
2.80	1.481	0.180	1.362	0.160	0.803	0.135
3.00	1.522	0.155	1.392	0.150	0.827	0.120

10.7 Крен основания

10.7.1 Крен контурной окружности основания - вертикальный поворот плоскости контурной окружности относительно горизонтальной оси, проходящей через ее центр. Крен контурной окружности основания характеризуется углом поворота θ_k и полярным углом ψ_k , определяющим направление поворота:

$$\theta_k = \frac{1}{R} \sqrt{b_k^2 + c_k^2}, \quad \psi_k = \arctg \frac{c_k}{b_k}, \quad (10.6)$$

где

$$b_k = \frac{2}{N} \sum_{i=1}^N u_i \cos \phi_i, \quad c_k = \frac{2}{N} \sum_{i=1}^N u_i \sin \phi_i, \quad (10.7)$$

ϕ_i - полярный угол i -ой расчетной точки контурной окружности.

Крен срединной окружности (центральной зоны основания) - вертикальный поворот плоскости срединной окружности относительно горизонтальной оси, проходящей через ее центр. Крен срединной окружности основания характеризуется углом поворота θ_c и полярным углом ψ_c , определяющим направление поворота:

$$\theta_c = \frac{1}{R} \sqrt{b_c^2 + c_c^2}, \quad \psi_c = \arctg \frac{c_c}{b_c}, \quad (10.8)$$

где

$$b_c = \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n w_i \cos \phi_i, \quad c_c = \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n w_i \sin \phi_i, \quad (10.9)$$

ϕ_i - полярный угол i -ой расчетной точки срединной окружности.

10.8 Требования, предъявляемые к осадкам оснований резервуаров объемом до 20000 м³

10.8.1 Усредненная осадка контурной окружности основания, S_k^i не должна превышать 0.2 м:

$$S_k^i \leq 0.2 \quad \text{м} \quad (10.10)$$

10.8.2 Разность осадки центра основания и усредненной осадки контурной окружности основания должна быть не менее нуля и не более $(v_0 - 0.002)r$:

$$0 \leq S_0 - S_k^i \leq (v_0 - 0.002)r, \quad (10.11)$$

где r - радиус внутренней поверхности нижнего пояса стенки резервуара (м);

S_0 - осадка центра основания, определяемая по формуле (10.2) при $x = 0$.

При этом, если в правой части двойного неравенства (10.5) выполняется более сильное условие:

$$S_0 - S_k^i + R\theta_k \leq (v_0 - 0.002)r, \quad (10.12)$$

то подключение к резервуару приемно-раздаточных трубопроводов может быть выполнено в любой точке вдоль контурной окружности.

Если условие (10.12) не выполняется, то точку подключения приемно-раздаточных трубопроводов следует назначать в пределах дуги контурной окружности, охватывающей центральный угол равный 60° с биссектрисой, проходящей через точку дуги с полярным углом $\varphi = \psi_k$, определяемым по формуле:

$$\psi_k = \arctg \frac{c_k}{b_k}. \quad (10.13)$$

10.8.3 Крен резервуара, определяемый формулой (10.6) не должен превышать:

а) для резервуаров с понтоном или плавающей крышей

$$\theta_k < 0.003, \quad (10.14)$$

б) для резервуаров со стационарной крышей (без понтона)

$$\theta_k < 0.006, \quad (10.15)$$

10.8.4 Для каждой расчетной точки i ($i = 1, 2, \dots, N$) контурной окружности должно выполняться условие

$$\Delta u_i = |u_i - 0.5(u_{i+1} + u_{i-1})| \leq 0.016l_k, \quad (10.16)$$

где $l_k = 2\pi r / N$,

u_i - осадка расчетной i -ой точки контурной окружности;

при $i = 1$ следует считать $u_{i-1} = u_N$;

при $i = N$ следует считать $u_{i+1} = u_1$;

N - количество расчетных точек контурной окружности.

10.9 Требования, предъявляемые к осадкам оснований резервуаров объемом свыше 20000 м³

10.9.1 Усредненная осадка контурной окружности основания S_k^i , не должна превышать 0.3 м:

$$S_k^i \leq 0.3 \quad \text{м}, \quad (10.17)$$

10.9.2 Разность осадки центра основания и усредненной осадки срединных точек должна быть не менее нуля и не более $(0.5v_0 - 0.001)r$:

$$0 \leq S_0 - S_c^i \leq (0.5v_0 - 0.001)r, \quad (10.18)$$

Разность усредненных осадок срединной и контурной окружностей должна быть не менее нуля и не более $(0.5v_0 - 0.001)r - \Delta$:

$$0 \leq S_c^i - S_k^i \leq (0.5v_0 - 0.001)r - \Delta, \quad (10.19)$$

где

$$\Delta = 0.5 \sqrt{[(2b_c - b_k)^2 + (2c_c - c_k)^2]}. \quad (10.20)$$

При этом, если в правой части двойного неравенства (10.19) выполняется более сильное условие

$$S_c^i - S_k^i \leq (0.5v_0 - 0.001)R - \Delta_1, \quad (10.21)$$

где

$$\Delta_1 = \sqrt{[(2b_c - b_k)^2 + (2c_c - c_k)^2]}, \quad (10.22)$$

то подключение к резервуару приемно-раздаточных трубопроводов может быть выполнено в любой точке вдоль контурной окружности.

Если условие (10.21) не выполняется, то точку подключения приемно-раздаточных трубопроводов следует назначать в пределах дуги контурной окружности, охватывающей центральный угол равный 60° с биссектрисой, проходящей через точку дуги с полярным углом

$\varphi = \psi_k$ определяемым по формуле (10.13).

10.9.3 Крен резервуара, а также значения осадок расчетных точек контурной окружности должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к резервуарам объемом менее 20000 м³.

10.10 Требования к технологическому заданию

10.10.1 В технологическом задании на разработку проекта «Оборудование резервуара» указывается точка подключения к резервуару приемно-раздаточных трубопроводов и определяется предельное значение осадки основания в указанной точке.

Если расчетные значения осадок основания удовлетворяют всем требованиям п.п.10.8.1 - 10.8.4 или п.п.10.9.1 - 10.9.3, в зависимости от объема резервуара, но нарушают какое-либо требование или несколько требований технологического задания, и для устранения нарушения или нарушений, необходим переход к более дорогостоящим конструкциям основания, то отказ от строительных решений может быть допущен только в том случае, если

требования технологического задания обоснованны и не могут быть изменены, например, за счет:

- переноса точки подключения приемно-раздаточных трубопроводов (с соблюдением требований пунктов 10.8.2 и 10.9.2);
- увеличения компенсационной способности ветвей трубопроводов, примыкающих к резервуару;
- продление сроков гидростатических испытаний с целью предварительного обжатия сжимаемой толщи (без жесткого подключения к резервуарам приемно-раздаточных трубопроводов).

11 ЗАЩИТА РЕЗЕРВУАРОВ ОТ КОРРОЗИИ

11.1 Защита резервуаров от коррозии должна проводиться на основании анализа условий эксплуатации, климатических и иных воздействий на наружные поверхности резервуаров, а также вида и степени агрессивного воздействия хранимого продукта и его паров на внутренние поверхности. По результатам анализа должен быть разработан проект антикоррозионной защиты резервуара с указанием гарантированного срока службы защиты при выполнении принятых в проекте технических решений.

11.2 Защиту от коррозии рекомендуется осуществлять применением систем лакокрасочных или металлизационно-лакокрасочных антикоррозионных покрытий, а также применением электрохимических способов.

В том случае, если нормативный срок службы резервуара превышает расчетный срок службы антикоррозионных покрытий, тогда в техническом задании на проектирование резервуара (Приложение 1) должны быть установлены припуски на коррозию основных конструктивных элементов - стенки, днища, крыши, понтона.

11.3 Материалы и тип антикоррозионного покрытия для защиты внутренних поверхностей резервуаров определяются с учетом эксплуатационных условий и свойств хранимых жидкостей, а также степени их агрессивного воздействия на конструкции резервуаров в соответствии с таблицей 11.1.

11.4 Антикоррозионные покрытия внутренних поверхностей резервуаров должны удовлетворять следующим условиям:

- быть устойчивыми к воздействию нефти (нефтепродуктов), подтоварной воды;
- обладать хорошей адгезией к грунтовочному слою или основному металлу (в зависимости от технологии нанесения);
- не вступать в реакцию с хранимыми нефтью (нефтепродуктами) и не оказывать влияние на их кондицию;
- быть стойкими к растрескиванию;
- обеспечивать совместимость деформаций с корпусом резервуара (с учетом различных толщин стенки по высоте) при заполнении и опорожнении;
- обладать износостойкостью на истирание (в резервуарах с плавающими крышами и понтонами) и долговечностью;
- сохранять адгезионные свойства, механическую прочность и химическую стойкость в расчетном диапазоне температур.

Таблица 11.1

Степень агрессивного воздействия среды на стальные конструкции внутри резервуаров			
Элементы конструкций Резервуаров	Степень агрессивного воздействия среды на стальные конструкции резервуаров		
	сырой нефти	нефтепродуктов	
		мазута, дизельного топлива, керосина	бензина

Внутренняя поверхность днища и нижний пояс на высоту 1 м от днища	среднеагрессивная	среднеагрессивная	слабоагрессивная
Средние пояса, нижние части понтонов и плавающих крыш	слабоагрессивная	слабоагрессивная	слабоагрессивная
Верхний пояс (зона периодического смазывания)	среднеагрессивная	слабоагрессивная	среднеагрессивная
Кровля резервуара, верх и бортовые поверхности понтонов и плавающих крыш	среднеагрессивная	среднеагрессивная	слабоагрессивная
<p><i>Примечания:</i></p> <p>1 Степень агрессивного воздействия мазута принимается для температуры до 90°C.</p> <p>2 При содержании в сырой нефти сероводорода в концентрации свыше 10 мг/л или сероводорода и углекислого газа в любых соотношениях степень агрессивного воздействия на внутреннюю поверхность днища, нижний пояс, кровлю, верх и бортовые поверхности понтонов и плавающих крыш повышается на одну ступень.</p>			

11.5 Наружные поверхности резервуаров, находящиеся на открытом воздухе должны быть защищены антикоррозионными покрытиями на основе лакокрасочных материалов светлого тона с высокой светоотражательной способностью. Степень агрессивного воздействия среды на наружные поверхности резервуаров определяется температурно-влажностными характеристиками окружающего воздуха и концентрацией в нем коррозионно-активных газов в соответствии со СНиП РК 2.01.19-2004.

11.6 При защите 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 1:9 по массе) не требуется нанесения защитных покрытий на наружную поверхность днища. Применяемые песок и битум не должны содержать коррозионно-активных агентов.

11.7 В целях активной защиты днища резервуара от почвенной коррозии и коррозии блуждающими токами рекомендуется применение электрохимической защиты - катодной и протекторной.

11.8 Электрохимическая защита от почвенной коррозии наружной поверхности днищ должна осуществляться установками протекторной защиты (УПЗ) или установками катодной защиты (УКЗ).

Выбор метода защиты осуществляется на основании сравнения технико-экономических показателей.

11.8.1 Для протекторной защиты наружной поверхности отдельно стоящих резервуаров необходимо использовать серийные магниевые, алюминиевые и цинковые протекторы, литые и протяжные (ленточные, прутковые).

11.8.2 Установки протекторной защиты резервуаров могут быть:

- с одиночными протекторами, групповыми сосредоточенными протекторами;
- с групповыми рассредоточенными протекторами.

11.8.3 Для установок катодной защиты применяются преобразователи мощностью 0.6 - 5 кВт и поверхностные или глубинные анодные заземлители.

11.8.4 Преобразователи УКЗ должны размещаться во взрывобезопасных помещениях или за пределами резервуарного парка.

11.9 Электрохимическая защита внутренней поверхности резервуара предусматривает защиту внутренних поверхностей днища и нижнего пояса в зоне контакта с донным осадком и слоем подтоварной воды.

11.9.1 Протекторная защита осуществляется с использованием одиночных или групповых протекторных установок.

Часть протекторных установок в резервуаре может выполняться контролируемой по току. Эти установки следует обеспечивать узлами измерения тока.

11.9.2 Катодная защита внутренней поверхности резервуаров осуществляется установкой катодной защиты (УКЗ).

Преобразователь УКЗ следует размещать за пределами обвалованной территории резервуаров.

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.

Для ввода токопровода в резервуар используется вводная коробка, устанавливаемая в люке на стенке резервуара. Вводная коробка должна иметь взрывозащищенное исполнение.

11.9.3 За системой протекторной и катодной защиты резервуара должен осуществляться контроль, путем измерения потенциалов в одной или нескольких точках резервуаров.

11.10 При подготовке резервуара для нанесения антикоррозионных покрытий должны быть выполнены следующие требования

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;
- острые кромки до радиуса менее 3.0 мм на внутренней и 1.5 мм на наружной поверхностях корпуса резервуара и плавающей крыши;
- 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 и другие загрязнения.

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 средне-агрессивном воздействии окружающей среды, также должны быть обварены по контуру для исключения образования зазоров и щелей.

Перед нанесением защитных покрытий все поверхности должны быть обезжирены до степени 2, очищены от окислов до степени 1 под металлизационно-лакокрасочные покрытия или до степени 1-2 под лакокрасочные покрытия по ГОСТ 9.402.

11.11 При выполнении антикоррозионных работ должны быть учтены требования к охране окружающей среды и действующих правил техники безопасности в строительстве: СНиП РК 2.01.19-2004, СНиП РК 1.03-05-2001, ГОСТ 12.3.005, ГОСТ 12.3.016, ГОСТ 12.4.011, СН-245-71

12 ОБОРУДОВАНИЕ РЕЗЕРВУАРОВ

12.1 Проект «Оборудование резервуара» должен быть выполнен специализированной проектной организацией (в интересах настоящих норм - Генеральным проектировщиком).

Оборудование должно обеспечивать надежную эксплуатацию резервуара и снижение потерь нефти и нефтепродуктов.

12.2 Резервуары, в зависимости от их назначения и степени автоматизации, должны быть оснащены:

- приемо-раздаточными устройствами, имеющими местное или дистанционное управление;
- дыхательной аппаратурой;
- приборами местного или дистанционного измерения уровня и температуры хранимых жидкостей, автоматической сигнализацией верхнего и нижнего предельных уровней;
- устройствами отбора проб или средней пробы;
- устройствами для удаления подтоварной воды;
- устройствами для подогрева высоковязких и застывающих нефти и нефтепродуктов;
- устройствами для предотвращения накопления отложений в резервуаре;
- устройствами для зачистки;
- световыми и монтажными люками, люками-лазами и патрубками для установки оборудования;
- устройствами и средствами обнаружения и тушения пожаров, в соответствии с разделом 13 Настоящих норм;
- устройствами молниезащиты, заземления и защиты от статического электричества, в соответствии с разделом 14 Настоящих норм.

Вопросы освобождения резервуаров от хранимых жидкостей в аварийных ситуациях решается схемой технологической обвязки в соответствии с требованиями и нормами технологического проектирования соответствующих предприятий.

12.3 Количество приемо-раздаточных устройств необходимо определять по максимальной производительности заполнения и опорожнения резервуара.

Диаметр приемно-раздаточного устройства должен определяться, исходя из скорости движения потока жидкости не более 2.5 м/с. Допустимые скорости истечения через приемно-раздаточные устройства устанавливаются для каждой жидкости отдельно в зависимости от объемного удельного электрического сопротивления.

При заполнении порожнего резервуара, независимо от допустимой скорости, производительность заполнения должна ограничиваться скоростью через приемо-раздаточное устройство не более 1 м/с до момента заполнения верха приемо-раздаточного патрубка.

Максимальная производительность заполнения (опорожнения) резервуаров с плавающей крышей или понтоном ограничивается допустимой скоростью движения плавающей крыши (понтон), которая не должна превышать 6 м/ч. При нахождении плавающей крыши (понтон) на стойках максимальная скорость подъема уровня жидкости в резервуаре не должна превышать 2.5 м/ч.

Скорость наполнения (опорожнения) резервуара не должна превышать суммарной пропускной способности устанавливаемой на резервуаре дыхательной аппаратуры.

12.4 Дыхательная аппаратура должна устанавливаться на стационарной крыше резервуаров и должна обеспечить проектные величины 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.

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:

- суммарная пропускная способность дыхательных и предохранительных клапанов по внутреннему давлению

$$m^3/\text{час} = 2.71 \cdot M_1 + 0.026 \cdot V$$

- суммарная пропускная способность дыхательных и предохранительных клапанов по вакууму

$$M^3/\text{час} = M_2 + 0.22 \cdot V$$

- пропускная способность вентиляционного патрубка

$$M^3/\text{час} = M_1 + 0.02 \cdot V \quad \text{или}$$

$$M^3/\text{час} = M_2 + 0.22 \cdot V, \text{ что больше}$$

Здесь: M_1 - производитель залива продукта в резервуар, м³/час;

M_2 - производитель слива продукта из резервуара, м³/час;

V - полный объем резервуара, включая объем газового пространства под стационарной крышей, м³.

Примечания:

1 Не допускается изменение производительности приемно-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 разделе 8.7 настоящих норм.

3 Предохранительные клапаны должны быть отрегулированы на повышенные (на 5 - 10%) величины внутреннего давления и вакуума, чтобы предохранительные клапаны не работали вместе с дыхательными.

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. Диаметр диска выбирают конструктивно из условия свободного прохода диска в сложенном виде через монтажный патрубок.

12.5 Резервуары всех типов должны оснащаться замерными люками для ручного замера уровня и отбора проб.

При ручном отборе проб и замере уровня, следует использовать только заземленные устройства, изготовленные из материалов с удельным сопротивлением менее 10^5 Ом м.

Основные размеры и требования безопасности к замерным люкам должны соответствовать ГОСТ 16133.

12.6 Для слива подтоварной воды резервуары всех типов должны оснащаться сифонными кранами. Краны устанавливаются на первом поясе стенки резервуара в любом месте по обе стороны от оси люка-лаза на расстоянии не менее 1 м.

12.7 Резервуары для хранения нефти при необходимости должны оборудоваться устройствами предотвращения накопления осадка (размывающие головки, винтовые перемешивающие устройства и т.п.). Необходимость применения и выбор устройств определяется технологическими процессами хранения.

12.8 Вязкие нефть и нефтепродукты должны храниться в резервуарах, имеющих теплоизоляционное покрытие и оборудованных средствами подогрева, которые обеспечивают сохранение качества хранимых жидкостей и пожарную безопасность.

Требования к подогреву нефти и нефтепродуктов при хранении, к температуре подогрева, типу используемых подогревателей определяются нормами технологического проектирования соответствующих предприятий.

12.9 Резервуары с учетом сорта хранимых нефти и нефтепродуктов рекомендуется оснащать:

- приборами местного и дистанционного измерения уровня;
- приборами местного и дистанционного измерения температуры;
- сигнализаторами верхнего аварийного, верхнего и нижнего предельных уровней;
- устройством отбора проб;

- средствами обнаружения пожара (пожарными извещателями).

Рекомендуется местное измерение уровня и температуры не предусматривать для объектов, на которых выполняется комплексная диспетчеризация технологических процессов в резервуарном парке с организацией централизованного контроля из пункта управления.

При отсутствии дистанционных сигнализаторов верхнего уровня должны быть предусмотрены переливные устройства, соединенные с резервной емкостью или сливным трубопроводом, исключающие превышение уровня залива продукта сверх проектного.

13 УСТРОЙСТВА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

13.1 Устройства пожарной безопасности подразделяются на устройства пенного тушения и устройства охлаждения резервуаров.

Выбор устройств 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 размещения резервуаров.

13.2 Устройства пенного тушения должны выполняться в соответствии с требованиями СНиП 2.11.03-93 в составе стационарных или передвижных установок пожаротушения.

13.3 Стационарные установки пенотушения по способу подачи пены в резервуар выполняются по двум технологическим схемам:

- верхняя подача пены на слой жидкости, понтон или плавающую крышу;
- нижняя подача пены под слой жидкости.

13.4 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 резервуаров со стационарной крышей или на кронштейнах выше стенки для резервуаров с плавающей крышей.

При креплении трубопроводов к стенке резервуаров должны учитываться перемещения стенки и конструктивные требования по расстояниям между сварными швами стенки и швами крепления постоянных конструктивных элементов, присоединяемых к стенке.

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.

Количество генераторов пены, устанавливаемое на резервуарах, определяется расчетом, но должно быть не менее двух.

13.5 Стационарные установки пенотушения с нижней подачей пены включают пенопроводы, присоединяемые к резервуару в нижнем поясе стенки.

13.6 Устройства охлаждения должны выполняться в соответствии с требованиями СНиП 2.11.03-93 в составе стационарных или передвижных установок охлаждения, выбираемых 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 (перфорация, спринклерные или дренчерные головки), 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.

14 УСТРОЙСТВА МОЛНИЕЗАЩИТЫ РЕЗЕРВУАРОВ

14.1 Устройства молниезащиты резервуаров должны быть запроектированы в составе проекта «Молниезащита резервуара» согласно требованиям РД 34.21.122-90.

14.2 По устройству молниезащиты резервуары относятся ко II-ой категории и должны быть защищены от прямых ударов молнии, электростатической и электромагнитной индукции, заноса высоких потенциалов по трубопроводам.

14.3 Нижний пояс стенки резервуаров должен быть присоединен через токоотводы к заземлителям, установленным на расстоянии не более чем 50 м по периметру стенки, но не менее двух в диаметрально противоположных точках. Соединения токоотводов и заземлителей должны выполняться на сварке. Допускается присоединение резервуара к заземлителям производить на латунных болтах и шайбах через медные или оцинкованные токоотводы и приваренные к стенке резервуара бобышки заземления диаметром 45 мм с резьбовым отверстием М16. Каждое соединение (стенка - токоотвод - заземлитель) должно иметь импульсное сопротивление не более 50 Ом.

Токоотводы и заземлители следует выполнять из стального проката с размерами в сечении не менее указанных в таблице 14.1.

Таблица 14.1

Наименьшие размеры стальных токоотводов и заземлителей		
Форма сечения токоотводов и заземлителей	Расположение	
	снаружи, на воздухе	в земле
Круглые стержни диаметром, мм	6	10
Тросы диаметром, мм	6	-
Полосовая сталь:		
- сечением, мм ²	48	160
- толщиной, мм	4	4
Угловая сталь:		
- сечением, мм ²	-	160
- толщиной, мм	-	4
Трубы с толщиной стенки, мм	2.5	-

14.4 Защита от прямых ударов молнии должна производиться отдельно стоящими или установленными на самом резервуаре молниеприемниками (молниеотводами). В зону защиты молниеприемников должно входить пространство над каждой единицей дыхательной аппаратуры, ограниченное полушарием радиусом 5 м.

Молниеприемники, устанавливаемые на резервуаре, изготавливаются из круглых стержней или труб с поперечным сечением не менее 100 мм². Крепление молниеприемника к резервуару (к верхнему поясу стенки или к стационарной крыше) должно осуществляться на сварке.

Для защиты от коррозии молниеприемники оцинковывают или красят.

14.5 В проекте «Молниезащита резервуара» должны быть разработаны мероприятия по защите резервуара от электростатической и электромагнитной индукции в зависимости от электрических характеристик продукта, производительности и условий налива продукта, свойств материала и защитных покрытий внутренних поверхностей резервуара.

Для обеспечения электростатической безопасности нефть и нефтепродукты должны заливаться в резервуар без разбрызгивания, распыления или бурного перемешивания (за исключением случаев, когда технологией предусмотрено перемешивание и обеспечены специальные меры электростатической безопасности).

Продукт должен поступать в резервуар ниже находящего в нем остатка. При заполнении порожнего резервуара нефть (нефтепродукты) должны подаваться со скоростью не более 1 м/с до момента заполнения приемного патрубка или до всплытия понтона (плавающей крыши). Дальнейшее заполнение резервуара должно производиться со скоростью потока жидкости в подающем трубопроводе не превышающей следующей величины:

$$V = \sqrt{0.64/d} \quad , \quad (14.1)$$

где V - скорость потока, м/с;

d - внутренний диаметр трубопровода, м.

14.6 Защита резервуаров от электростатической индукции и проявлений статического электричества обеспечивается присоединением металлических корпусов установленных на них аппаратов, а также трубопроводов, которые вводятся в резервуар, к заземлителю защиты от прямых ударов молнии.

На резервуарах с плавающими крышами или понтонами необходимо дополнительно устанавливать не менее двух гибких металлических перемычек между плавающими крышами или понтонами и корпусом резервуара.

14.7 Защита резервуаров от электромагнитной индукции выполняется путем установки через каждые 30 м металлических перемычек между внешними трубопроводами, расположенными на расстоянии 10 м и менее друг от друга.

15 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТРОЙСТВУ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ

15.1 Устройство теплоизоляции резервуара должно выполняться по проекту, согласованному с разработчиком проекта КМ.

15.2 Теплоизоляция резервуаров может выполняться только на стенке, или на стенке и стационарной крыше.

15.3 При разработке проекта теплоизоляции должны приниматься во внимание следующие аспекты взаимодействия конструкций резервуара и элементов изоляции (утеплителя, опор под изоляцию, наружной обшивки):

- нагрузка на элементы резервуара от собственного веса теплоизоляции;
- ветровая нагрузка и ее восприятие собственно изоляцией и стенкой резервуара;
- разница тепловых перемещений стенки и наружных элементов изоляции;
- 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.

15.4 В качестве утеплителя для выполнения теплоизоляции могут применяться плиты из минеральной ваты плотностью не менее 50 кг/м³ или аналогичные материалы, отвечающие требованиям пожарной безопасности.

15.5 Конструкции опор под изоляцию включают:

- первичные элементы крепления, присоединяемые на сварке к резервуару;
- вторичные элементы крепления, соединяемые с первичными.

Материал первичных элементов крепления должен соответствовать требованиям раздела 7 Настоящих норм (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 иным образом присоединены к первичным элементам после проведения испытаний и завершения монтажа.

15.6 Наружная обшивка должна выполняться из алюминиевых или оцинкованных стальных листов. Минимальная толщина листов обшивки на стенке резервуаров должна составлять:

- для алюминиевого листа - 0.9 мм;
- для оцинкованного листа - 0.7 мм.

Минимальная толщина листов обшивки на крыше резервуаров должна составлять:

- для алюминиевого листа - 1.2 мм;
- для оцинкованного листа - 0.9 мм.

16 ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ РЕЗЕРВУАРОВ

16.1 Заводское изготовление конструкций резервуаров должно производиться в соответствии с Настоящими нормами на основании:

- сертифицированной системы управления качеством выпускаемой продукции, обеспечивающей выполнение требований ГОСТ Р серии ИСО 9000 или стандартов серии ISO 9000;
- рабочих - детализовочных чертежей конструкций резервуаров, разработанных в соответствии с проектом КМ;
- утвержденного в установленном порядке технологического процесса, обеспечивающего выполнение требований Настоящих норм.

16.2 Настоящие нормы предусматривают заводское изготовление резервуаров с использованием стандартных процессов обработки, сборки и сварки металлоконструкций общего и специального назначения (далее, в интересах Настоящих норм - нерулонизируемых конструкций), а также предусматривают возможность изготовления листовых конструкций резервуаров с применением метода рулонирования (далее - рулонизируемых конструкций).

16.3 Методом рулонирования могут изготавливаться листовые конструкции стенки, днища резервуара, днища плавающей крыши, днища понтона, настила стационарной крыши. Изготовление этих конструкций осуществляется в виде рулонизируемых полотнищ, свернутых в габаритные для транспортировки рулоны.

16.4 Материалы, применяемые при изготовлении резервуаров и поступившие Изготовителю, должны подвергаться входному контролю на их соответствие требованиям проектной, нормативной и товаросопроводительной документации.

16.5 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.

16.6 Обработка металлопроката должна выполняться с применением металлорежущего, кузнечно-прессового, механизированного газо-резательного, плазменного и иного оборудования, обеспечивающего получение деталей с размерами, формой, чистотой поверхности и предельными отклонениями, установленными рабочими - детализовочными чертежами.

16.7 Листовые детали, предназначенные для изготовления стенок резервуаров, рулонных или полистовых, должны обрабатываться строганием или фрезерованием.

Резка на гильотинных ножницах допускается для деталей стенок толщиной до 10 мм без последующей обработки кромок строганием или фрезерованием.

Предельные отклонения линейных размеров и формы листовых деталей стенок должны удовлетворять следующим величинам:

- ширина детали $\pm 0,5$ мм;
- длина детали $\pm 1,0$ мм;
- разность длин диагоналей - 3,0 мм;
- серповидность кромок на длине 1 м - 1,0 мм.

16.8 Кромки деталей после механической, кислородной или плазменно-дуговой резки не должны иметь неровностей, заусенцев и завалов, превышающих 0,5 мм, если иное не указано в рабочих - детализовочных чертежах.

16.9 Изготовление нерулонизируемых конструкций резервуаров, включая сборку, сварку и контроль, должно выполняться в соответствии с требованиями Настоящих норм и должно обеспечить:

- собираемость конструкций на монтаже с учетом заданных размеров и предельных отклонений;
- свободное прилегание деталей или совмещение их кромок для выполнения предусмотренных проектом сварных соединений;
- получение геометрических параметров резервуара, наиболее близких к проектным.

16.10 Сборка нерулонизируемых конструкций, как правило, должна производиться в кондукторах.

При сборке конструкций в новых, ранее не использовавшихся кондукторах, Изготовитель должен провести контрольную сборку следующих элементов резервуара (в объеме, не менее указанного в проекте КМ):

- фрагмента каркасной конической или купольной крыши;
- секций ветровых и опорных колец жесткости;
- коробов понтонов и плавающих крыш;
- катушек лестницы резервуара с плавающей крышей.

16.11 Рулонируемые конструкции должны собираться, свариваться, контролироваться и сворачиваться в рулоны на специальных установках для рулонирования, действующих по двум основным схемам (Рис.16.1а; 16.16)

На установках с нижним сворачиванием могут изготавливаться полотнища стенок резервуаров толщиной до 18 мм, на установках с верхним сворачиванием - полотнища стенок толщиной до 16 мм. Максимальная толщина полотнищ днищ резервуаров, днищ понтонов и плавающих крыш, настила стационарных крыш составляет 7 мм.

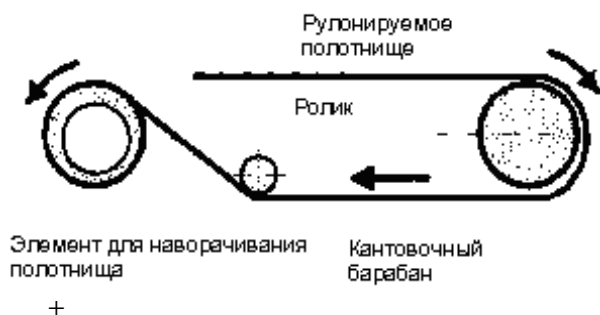


Рис.16.1а - Схема нижнего сворачивания



Рис.16.1б - Схема верхнего сворачивания

16.12 Рулоны должны иметь правильную цилиндрическую форму, которая должна обеспечиваться жесткостью элементов, на которые наворачиваются полотнища - каркасами для рулонирования или шахтными лестницами.

Наружный диаметр колец элементов для наворачивания полотнищ должен быть не менее 2,6 м. Расстояние между кольцами должно быть не более 3 м.

16.13 Крепление начальной кромки полотнищ стенок резервуаров должно обеспечивать ее плотное прилегание к кольцам элемента для наворачивания и отсутствие перегибов витков рулона, связанных с выпучиванием начальной кромки. Для выполнения этого требования начальная кромка полотнищ стенок с толщиной нижнего пояса свыше 10 мм должна иметь технологическую надставку в соответствии с Рис.16.2а; 16.2б.

16.14 Крепление конечной кромки полотнищ должно выполняться с помощью упаковочных планок. Для полотнищ стенок с толщиной нижнего пояса свыше 10 мм конечная кромка полотнищ должна иметь технологическую надставку в соответствии с Рис.16.2а; 16.2б

16.15 Изготовленные конструкции резервуара должны иметь маркировку Изготовителя, содержащую номер заводского заказа и условное обозначение монтажного элемента в соответствии с монтажной схемой рабочих - детализовочных чертежей.

Монтажная маркировка наносится непосредственно на монтажные элементы или на ярлыки, прикрепляемые к пакету элементов одной марки.

16.16 Транспортировка конструкций на площадку строительства должна осуществляться в упакованном виде - в соответствии с утвержденными чертежами отгрузки (в рулонах, контейнерах, пакетах). Упаковка конструкций является ответственностью Изготовителя и должна обеспечить сохранность геометрической формы конструкций при надлежащем выполнении транспортных операций.

16.17 Изготовитель гарантирует соответствие конструктивных решений, принятых при разработке рабочих чертежей, требованиям Настоящих норм и проекту КМ. Согласованные изменения проектов хранятся у Изготовителя.

16.18 Конструкции, имеющие брак, допущенный Изготовителем, подлежат ремонту или замене за счет Изготовителя независимо от того, на каком этапе был выявлен брак.

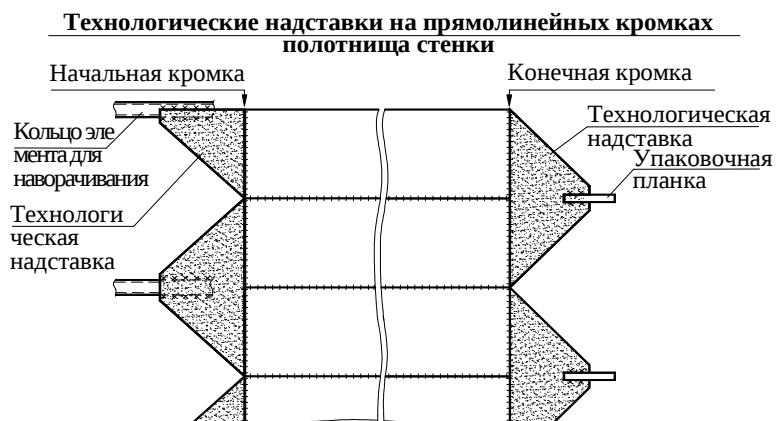


Рис.16.2а - Технологические надставки на кромках полотнища стенки



Рис.16.2б - Технологические надставки на кромках полотнища стенки

17 МОНТАЖ

17.1 Конструкции, поступившие на монтаж, должны иметь маркировку Изготовителя и сертификат качества на конструкции резервуара (Приложение 4).

17.2 Перед началом монтажа производитель Работ (Монтажная организация) должен иметь следующую нормативную и проектную документацию:

- Настоящие нормы;

- технический проект КМ;
- рабочие-деталировочные чертежи КМД;
- проект производства монтажных работ (ППР).

17.3 При отсутствии в проектной документации специальных требований, предельные отклонения геометрических параметров конструкций, поступивших на монтаж, должны соответствовать 4 классу по ГОСТ 21779.

17.4 Монтаж резервуаров следует производить на основании ППР и требований Настоящих норм, «Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов», «Правила пожарной безопасности при производстве строительно-монтажных и огневых работ» (ППБС-01-94), СНиП РК 1.03-05-2001, ВСН 311-89.

17.5 В ППР должны быть предусмотрены:

- строительный генплан монтажной площадки;
- технологическая последовательность монтажа и сварки металлоконструкций;
- грузоподъемные, тяговые механизмы;
- приспособления и такелажная оснастка для монтажа металлоконструкций резервуара;
- оборудование, инструменты и материалы для производства монтажно-сварочных работ;
- виды и объемы контроля;
- мероприятия, обеспечивающие требуемую точность сборки элементов, пространственную неизменность, прочность и устойчивость конструкций в процессе монтажа;
- требования к качеству сборочно-сварочных работ;
- технологическая карта проведения прочностных (приемочных) испытаний резервуара;
- безопасные условия труда.

Предусмотренная ППР технология сборки и сварки металлоконструкций должна обеспечить получение геометрической формы смонтированного резервуара наиболее близкой к проектной.

17.6 До начала монтажа конструкций резервуара должны быть выполнены все работы по устройству основания и фундаментов под резервуар.

17.7 Зона монтажной площадки должна быть спланирована в соответствии со строительным генпланом и с обеспечением отвода поверхностных вод.

Зона монтажной площадки включает:

- площадки складирования;
- площадки работы и перемещения кранов;
- временные дороги; помещения и другие необходимые элементы благоустройства.

План монтажной площадки в обязательном порядке должен быть согласован Монтажной организацией с Заказчиком.

Граница зоны монтажной площадки должна быть ограждена по всему периметру и обозначена предупредительными знаками. Зона монтажной площадки должна иметь не менее двух въездов (выездов.)

17.8 Монтажная площадка должна быть обеспечена:

- средствами связи и пожаротушения;
- технической водой; электроэнергией для работы кранов, механизмов, сварочного и другого оборудования, а так же для освещения зоны монтажа;
- временными бытовыми и другими помещениями.

17.9 Приемка основания и фундаментов под резервуар производится Заказчиком совместно с представителями строительной и монтажной организаций и оформляется актом приемки по форме Приложения 3.

17.10 Предельные отклонения размеров и формы основания и фундаментов от проектных не должны превышать величин, указанных в таблице 17.1.

17.11 При сборке металлоконструкций резервуаров следует обеспечить требуемые геометрические параметры, указанные в проекте КМ.

Предельно-допустимые отклонения параметров геометрической формы (размеров) смонтированного резервуара не должны превышать указанные в таблице 17.2.

17.12 При монтаже люков и патрубков в стенке резервуара должны выполняться требования по допускаемым расстояниям между сварными швами.

До выполнения проектных швов приварки люков и патрубков должны контролироваться предельные отклонения расположения их осей и фланцевых поверхностей в соответствии с таблицей 17.3.

17.13 При производстве монтажных работ запрещаются ударные воздействия на сварные конструкции из сталей с временным сопротивлением до 430 Н/мм² при температуре ниже минус 20°С, то же с временным сопротивлением свыше 430 Н/мм² при температуре ниже 0°С.

Таблица 17.1

Наименование параметров	Предельное отклонение, мм		
	Диаметр резервуара		
	До 12м	Св. 12м до 25м	Св. 25м
1. Отметка центра основания: - при плоском основании; - с подъемом к центру; - с уклоном к центру	0; +10 0; +20 0; -20	0; +20 0; +30 0; -30	0; +30 0; +40 0; -40
2. Отметки грунтового основания, по периметру стенки: - разность отметок смежных точек на длине 6м; - разность отметок любых других точек	± 6 12	± 8 16	– –
3. Отметки поверхности кольцевого фундамента по периметру стенки: - разность отметок смежных точек на длине 6м; - разность отметок любых других точек	± 8 ± 12	± 8 ± 12	± 8 ± 12
4. Ширина кольцевого фундамента, через каждые 6м	0; +50	0; +50	0; +50
5. Наружный диаметр кольцевого фундамента (четыре ортогональных измерения)	±20	+40...-30	+60...-40
6. Толщина гидроизолирующего слоя на поверхности кольцевого фундамента	±5	±5	±5

Таблица 17.2

Наименование параметров геометрической формы	Предельные отклонения, мм			Метод контроля, вид регистрации
	Диаметр резервуара, м			
	До 12м	Св. 12 до 25м	Св. 25м	
<i>1</i>	<i>2</i>			<i>3</i>
<i>1 Днище резервуара.</i> 1.1. Высота местных неровностей (хлопунов) при площади неровности до 5м ²	60	70	80	Измерительный, исполнительная геодезическая схема.
1.2. Местные отклонения от проектной формы в зонах радиальных швов кольца окраек (угловатость на базе 500мм)	± 3			Измерительный, исполнительная геодезическая схема.
1.3. Подъем окраек в зоне сопряжения с центральной частью днища	60	70	80	Измерительный, исполнительная геодезическая схема.

1.4. Отметки днища по периметру стенки: - разность отметок на длине 6м при пустом резервуаре; - то же при заполненном резервуаре; - разность отметок любых точек на расстоянии 6м при пустом резервуаре; - то же при заполненном резервуаре	10 20 20 30	15 25 25 35	15 30 30 40	Измерительный, исполнительная геодезическая схема.
2. Стенка. 2.1. Внутренний диаметр на уровне 300мм от днища. Измерение в четырех диаметрах под углом 45°.	± 30	± 40	± 50	Измерительный, исполнительная геодезическая схема.
2.2. Высота стенки: - до 12м; - св. 12м до 18м.	±20 ± 30			Измерительный, исполнительная геодезическая схема.
2.3. Отклонение от вертикали верха стенки Н _{ст} , мм. Измерение в четырех диаметрах под углом 45°.	± 1 / 200 Н _{ст}			Измерительный, исполнительная геодезическая схема.
2.4. Отклонение от вертикали образующих на высоте каждого пояса Н _п , мм. Измерения через каждые 6м по всему периметру стенки. Измерения производить в пределах 50мм ниже горизонтальных швов.	± 1 / 200 Н _{ст} + 10			Измерительный, исполнительная геодезическая схема.
Примечания: а) отклонения должны удовлетворять 75% производимых замеров по образующим; для остальных 25% замеров допускается предельные отклонения на 30% больше с учетом их местного характера, при этом зазор между стенкой резервуара и понтоном (плавающей крышей) должен находиться в пределах, обеспечиваемых конструкцией уплотняющего затвора; б) не допускается наличие предельных отклонений разных знаков на уровне одного пояса для двух смежных образующих стенки по всей высоте.				
	1	2	3	
2.5 Местные отклонения от проектной формы (на длине 1м): - листов толщиной до 6мм; - то же свыше 6мм до 12мм; - то же свыше 12мм. Измерения производить вертикальной рейкой и горизонтальным шаблоном, выполненным по проектному радиусу стенки.		± 16 ± 14 ± 12		Измерительный, исполнительная геодезическая схема.
2.6. Местные отклонения от проектной формы в зонах вертикальных монтажных сварных швов (угловатость).	В соответствии с требованиями проекта КМ			Измерительный, исполнительная схема.
3 Стационарная крыша Разность отметок узлов опирания смежных радиальных балок	20			Измерительный, исполнительная геодезическая схема.
4 Понтоны или плавающие крыши: 4.1. Отметки верхней кромки наружного кольцевого борта: - разность отметок на длине 6м по периметру; - разность отметок любых других точек.	30 40			Измерительный, исполнительная геодезическая схема.
4.2. Отклонение от вертикали верха наружного кольцевого борта. Измерения производить через каждые 6м по периметру.	± 10			Измерительный, исполнительная схема.
4.3. Отклонение направляющих от вертикали на всю высоту направляющих Н _н мм, в радиальном и тангенциальном	1 / 1000 Н _н			Измерительный, Исполнительная схема.

направлениях.		
4.4. Зазор между верхней кромкой наружного кольцевого борта и стенкой резервуара. Измерения производить через каждые 6м по периметру в монтажном положении понтона (плавающей крыши)	10	Измерительный, исполнительная схема.
4.5. Зазор между направляющей и патрубком направляющей в монтажном положении понтона (плавающей крыши)	15	Измерительный, исполнительная схема.
4.6. Отклонение опорных стоек от вертикали при опирании на них понтона или плавающей крыши.	30	Измерительный, исполнительная схема.

Таблица 17.3

Наименование параметра	Предельные отклонения, мм	
	для люков	для патрубков
1. Отметки высоты установки люков и патрубков	± 10	± 4
2. Расстояние от наружной поверхности фланца до стенки резервуара	± 10	± 5
3. Отклонение оси патрубка от проектного положения (поворот), измеренное по наружной поверхности фланца в вертикальной и горизонтальной плоскостях	10	6
4. Поворот главных осей фланца в вертикальной плоскости	± 5°	± 5°

18 СВАРКА

18.1 Общие требования

Требования настоящего раздела распространяются на сварку конструкций резервуаров при изготовлении и монтаже

18.1.1 Технологические процессы заводской и монтажной сварки должны обеспечивать получение сварных соединений, в полной мере удовлетворяющих требованиям проекта КМ по всему комплексу физико-механических характеристик и геометрических параметров, а также по предельным размерам и видам дефектов, допускаемых Настоящими нормами.

18.1.2 Заводскую сварку резервуарных конструкций следует выполнять в соответствии с утвержденным технологическим процессом (процедурами), в котором должны быть предусмотрены:

- требования к форме и подготовке кромок деталей, подлежащих сварке;
- способы и режимы сварки, сварочные материалы, а также последовательность выполнения технологических операций;
- конкретные указания по закреплению деталей перед сваркой;
- мероприятия, исключающие образование прожогов, смещение шва от его оси на величину более 2 мм, а также образование других видов дефектов для толщины деталей до 10 мм и на величину более 3 мм для толщины деталей свыше 10 мм;
- мероприятия, направленные на снижение сварочных деформаций.

18.1.3 Монтажную сварку резервуарных конструкций следует выполнять в соответствии с указаниями ППР, в котором должны быть предусмотрены:

- наиболее эффективные способы сварки монтажных соединений с учетом их пространственного положения;
- сварочные материалы, удовлетворяющие требованиям рабочей документации КМ по уровню механических свойств;
- требуемая форма подготовки кромок монтируемых элементов под сварку;

- последовательность сварки и порядок выполнения каждого шва, обеспечивающих минимальные деформации и перемещения свариваемых элементов;
- режимы и указания по технике сварки, которые должны обеспечить необходимый уровень механических свойств сварных соединений, а также получение требуемых структур металла шва и околошовных зон;
- необходимая технологическая оснастка и оборудование для выполнения сварных соединений;
- допускаемая температура металла, при которой возможна сварка соединений без их подогрева, а также допускаемая скорость ветра в зоне сварки;
- указания по технологии производства сварочных работ в зимних условиях (если это предусматривается в соответствии с графиком работ).

18.1.4 В ППР должны быть предусмотрены мероприятия, направленные на обеспечение требуемой геометрической точности резервуарных конструкций, включая меры по компенсации или подавлению термомодеформационных процессов усадки сварных швов, которые могут привести к потере устойчивости тонкостенной оболочки корпуса резервуара и образованию вмятин или выпуклостей его поверхности.

18.1.5 Руководство сварочными работами должно возлагаться на специалиста, имеющего специальное образование и прошедшего аттестацию на знание настоящих норм и «Правил аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства», утвержденных Госгортехнадзором Республики Казахстан.

Руководитель сварочными работами назначается приказом по предприятию: заводу-изготовителю или монтажной организации.

18.1.6 Руководитель сварочных работ перед началом монтажа резервуара обязан:

- изучить проектную документацию на монтаж и сварку резервуара;
- укомплектовать объект в соответствии с ППР сварочным оборудованием, инструментом и сварочными материалами;
- отобрать для сварки резервуара сварщиков, имеющих допуск к сварке ответственных конструкций, провести их инструктаж и организовать сварку каждым сварщиком пробных образцов соединений, которые им предстоит выполнять.

18.1.7 Сварщики должны быть аттестованы в соответствии с действующими Правилами аттестации, утвержденными Госгортехнадзором Республики Казахстан, что должно быть подтверждено удостоверениями.

Окончательное решение о допуске сварщиков к сварке соответствующих типов сварных соединений на резервуаре принимается руководителем сварочных работ на основании результатов контроля образцов, выполненных каждым сварщиком.

Каждому сварщику, допущенному к сварке резервуаров, приказом по заводу (монтажной организации) присваивается личное клеймо.

18.2 Рекомендуемые способы сварки

18.2.1 Применяемые способы и технология сварки резервуарных конструкций 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 хладноустойчивости;
- минимальный уровень деформаций свариваемых конструкций.

18.2.2 При заводском изготовлении резервуарных конструкций основными способами сварки должна быть автоматизированная сварка под флюсом и механизированная сварка в углекислом газе или в смеси газов на основе аргона, при этом рекомендуется следующее соотношение газов: аргон - 82%; углекислый газ - 18%.

18.2.3 Рекомендуемые способы сварки для различных типов сварных соединений при монтаже резервуаров методами рулонной, полистовой или комбинированной сборки, приведены в таблицах 18.1 и 18.2.

Учитывая, что ручная дуговая сварка характеризуется относительно высоким уровнем удельного тепловложения, приводящего к повышенным сварочным деформациям, а также сравнительно низкой производительностью, применение этого способа сварки при монтаже резервуаров должно быть ограничено.

Таблица 18.1

Рекомендуемые способы монтажной сварки резервуаров рулонной сборки	
Сварное соединение	Рекомендуемый способ сварки
Стыковые соединения окраек днища	1 Механизированная сварка в углекислом газе. 2 Механизированная сварка порошковой проволокой
Соединения элементов центральной части днища	1 Автоматизированная сварка под флюсом. 2 Механизированная сварка порошковой проволокой 3 Механизированная сварка в углекислом газе
Монтажные стыки стенки	1 Механизированная сварка в углекислом газе
Уторные швы в сопряжении стенки и днища	1 Механизированная сварка в углекислом газе. 2 Механизированная сварка порошковой проволокой 3 Автоматизированная сварка под флюсом.
Сварные соединения каркаса крыши при укрупнении в блоки	1 Механизированная сварка в углекислом газе
Сварные соединения люков и патрубков на стенке и крыше	1 Механизированная сварка в углекислом газе
Сварные соединения в сопряжении крыши со стенкой и колец жесткости со стенкой	1 Механизированная сварка в углекислом газе. 2 Ручная дуговая сварка.
Сварные соединения настила крыши	1 Механизированная сварка в углекислом газе. 2 Механизированная сварка порошковой проволокой
Сварные соединения понтонов или плавающих крыш	1 Механизированная сварка в углекислом газе. 2 Механизированная сварка порошковой проволокой
<p>Примечания:</p> <p>1 При сварке в углекислом газе в условиях ветра необходимо применять технологию, обеспечивающую повышение устойчивости защитной струи газа и стойкости к порообразованию, или применять ограждения от ветра;</p> <p>2 Для всех типов сварных соединений возможно применение ручной дуговой сварки с учетом п.9.3.3.</p>	

Таблица 18.2

Рекомендуемые способы монтажной сварки резервуаров полистовой и комбинированной сборки	
Сварное соединение	Рекомендуемый способ сварки
Вертикальные соединения стенки	1 Автоматизированная сварка с принудительным формированием шва порошковой или активированной проволокой. 2 Механизированная сварка в углекислом газе.
Горизонтальные соединения стенки	1 Автоматизированная сварка под флюсом. 2 Механизированная сварка в углекислом газе.

	3 Сварка порошковой проволокой с полупринудительным формированием шва.
Прочие сварные соединения	В соответствии с табл. 18.1
<p>Примечания:</p> <p>1 При сварке в углекислом газе в условиях ветра необходимо применять технологию, обеспечивающую повышение устойчивости защитной струи газа и стойкости к порообразованию, или применять заграждения от ветра;</p> <p>2 Для всех типов сварных соединений возможно применение ручной дуговой сварки с учетом п.9.3.3.</p>	

18.3 Требования к подготовке и сборке конструкций под сварку

18.3.1 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.

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 пр.).

18.3.2 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.

18.4 Требования к технологии сварки

18.4.1 Способы, режимы и техника сварки резервуарных конструкций должны обеспечивать:

- требуемый уровень механических свойств сварных соединений, предусмотренный проектом КМ;
- необходимую однородность и сплошность металла сварных соединений;
- минимальную величину сварочных деформаций и перемещений свариваемых элементов;
- коэффициент формы каждого наплавленного шва (прохода) в пределах от 1.3 до 2.0 (при сварке со свободным формированием шва).

18.4.2 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 термокрасками, термокарандашами, контактным термопарным термометром, оптическим пирометром.

При сварке в зимнее время, независимо от температуры воздуха и марки стали, свариваемые кромки необходимо просушивать от влаги.

18.4.3 При использовании способов сварки с открытой дугой в зоне производства сварочных работ следует систематически контролировать скорость ветра. При превышении допустимой скорости ветра, величина которой указывается в ППР, сварка должна быть прекращена или устроены соответствующие защитные укрытия.

18.4.4 Сварка должна производиться при стабильном режиме. Колебания величины сварочного тока и напряжения в сети, к которой подключается сварочное оборудование, не должны превышать $\pm 5\%$.

18.4.5 Последовательность выполнения сварных соединений конструкций резервуара и схем выполнения каждого сварного шва в отдельности должны соблюдаться в соответствии с Заводскими процедурами или указаниями ППР, исходя из условий обеспечения минимальных сварочных деформаций и перемещений элементов конструкций.

18.4.6 Не допускается выполнение каких-либо сварочных работ по поверхностям или соединениям, покрытых влагой, маслом, скоплениями окалины, шлака или другого рода загрязнений. Не допускается выполнение сварочных работ на резервуаре при дожде, снеге, если кромки элементов, подлежащих сварке, не защищены от попадания влаги в зону сварки.

18.4.7 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.

18.4.8 Удаление дефектных участков сварных швов должно выполняться механическим методом (шлифмашинками или пневмозубилом) или воздушно-дуговой строжкой с последующей зашлифовкой поверхности реза.

18.4.9 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 технологического процесса.

18.4.10 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.

18.4.11 После сварки швы и прилегающие зоны должны быть очищены от шлака и брызг металла.

18.4.12 Каждый сварщик должен ставить личное клеймо на расстоянии 40 - 60 мм от границы выполненного им шва сварного соединения: одним сварщиком в одном месте; при выполнении несколькими сварщиками - в начале и в конце шва. Взамен постановки клейм допускается составление исполнительных схем с подписями сварщиков (п.2.27 СНиП РК 5.04-18-2002).

Руководителем сварочных работ на каждый резервуар заводится «Журнал сварочных работ» по форме СНиП 5.04-18-2002 Приложение 3.

18.5 Термообработка врезок в стенку резервуаров

18.5.1 Термообработке после сварки должны подвергаться врезки с условным проходом 300 мм и более в листы стенки резервуаров толщиной:

- свыше 25 мм для стали с нормативным пределом текучести менее 345 МПа;
- свыше 12 мм для стали с нормативным пределом текучести 345 МПа и выше.

В состав врезки (термообрабатываемого узла) входит: лист стенки; усиливающий лист; обечайка (труба) люка или патрубка.

Примечание - Сварной шов приварки фланца к обечайке люка или патрубка термообработке может не подвергаться.

Термообработка врезок должна осуществляться до приварки термообрабатываемых узлов к смежным листам стенки и днищу резервуара.

Термообработка должна производиться в печах по технологическому процессу, разработанному с учетом следующих требований:

- термообрабатываемый узел должен быть полностью собран на заводе и термообработан при температуре от 590°C до 640°C из расчета 25 минут на каждые 10 мм толщины листа стенки;

- температура печи в момент помещения в нее узла не должна превышать 315°C, повышение температуры нагрева, начиная с 315°C, не должно превышать 200°C в час;

- во время нагрева перепад температуры узла не должен превышать 150°C;

- во время нагрева и периода выдержки атмосфера печи должна контролироваться, чтобы избежать чрезмерного окисления поверхности обрабатываемого материала, не должно быть непосредственного воздействия пламени на материал;

- узел должен охлаждаться в печи до температуры 400°C со скоростью не более 240°C в час. Ниже температуры 400°C узел может охлаждаться на открытом воздухе при температуре не ниже 5°C;

- после термообработки сварные швы узла должны быть проконтролированы методом магнитопорошковой или цветной дефектоскопии.

19 КОНТРОЛЬ

Качество работ по изготовлению и монтажу конструкций резервуаров должно являться предметом тщательного контроля со стороны Заказчика, Изготовителя и Монтажной организации (Приложение 6). Официальным представителям Заказчика, а также представителям проектной организации, осуществляющим авторский надзор, должен быть предоставлен свободный доступ ко всем рабочим местам, где выполняются работы по изготовлению конструкций и монтажу резервуаров, а также предоставлена необходимая рабочая документация по инспектируемым вопросам.

19.1 Для контроля качества изготовления и монтажа резервуаров должны применяться следующие методы контроля:

- внешний осмотр;

- измерения;

- контроль герметичности сварных швов (керосином, вакуумом, давлением);

- физические методы контроля (контроль радиографический, ультразвуковая дефектоскопия, магнитопорошковая или цветная дефектоскопия);

19.2 Внешний осмотр должен производиться невооруженным глазом, в сомнительных случаях - с помощью лупы четырехкратного увеличения, а также с использованием контрольных образцов, щупов и шаблонов.

19.2.1 Внешним осмотром должно быть проконтролировано в полном объеме качество поверхности проката, деталей, конструкций, как до сварки, так и после сварки, а также качество поверхности сварных швов. Если внешний осмотр выявил неудовлетворительные стыковые швы листов стенки, то их принятие или браковка должны основываться на результатах неразрушающих методов контроля.

19.2.2 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.

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.

Подрезы основного металла допускаются не более величин, указанных в таблице 19.1.

Выпуклость швов стыковых соединений не должна превышать значений, указанных в таблице 19.2.

Для стыковых соединений из деталей одной толщины допускается смещение свариваемых кромок относительно друг друга не более:

- для деталей толщиной до 10 мм - 1.0 мм;
- для деталей толщиной более 10 мм - 10 % толщины, но не более 2 мм.

Выпуклость или вогнутость углового шва не должна превышать более чем на 20% величину катета шва.

Уменьшение катета углового шва допускается не более 1мм. Увеличение катета углового шва допускается не более следующих значений:

- для катетов до 5 мм - 1.0 мм;
- для катетов свыше 5 мм - 2.0 мм.

В местах пересечения сварных швов и в местах исправления дефектов необходимо обеспечить минимальную концентрацию напряжений за счет плавного сопряжения шва с основным металлом.

19.3 Измерения должны производиться рулеткой, соответствующей второму или, по согласованию с Заказчиком, третьему классу точности по ГОСТ 7502, измерительной линейкой по ГОСТ 427 и штангенциркулем по ГОСТ 166, а также другими измерительными инструментами, шаблонами и геодезическими приборами.

Измерения шаблонами предусматривают Контроль предельных отклонений размеров и формы конструктивных элементов. Шаблонами могут Контролироваться следующие параметры: угловые деформации сварных соединений листовых конструкций резервуара, кривизна деталей после гибки, размеры и форма сварных швов и пр.

19.4 Контролю на герметичность подлежат все сварные швы, обеспечивающие герметичность резервуара, а также плавучесть и герметичность понтона или плавающей крыши.

19.4.1 Контроль герметичности сварных швов керосином осуществляется с использованием пробы «мел-керосин». При этом одна из сторон сварного соединения подвергается обильному смачиванию керосином (обычно менее доступная для тщательного внешнего осмотра). На противоположной стороне сварного соединения, предварительно покрытой водной суспензией мела или каолина, не должно появляться пятен. Продолжительность контроля должна быть не менее 8 часов. Время выдержки может быть уменьшено в соответствии с требованиями технологического процесса в зависимости от толщины металла, типа сварного шва и температуры испытания. При предварительном нагреве смазываемых керосином деталей до температуры 60 - 70°С время выдержки может сокращаться до 2 часов (СНиП 3.03.01-87 п.8.65; ГОСТ 3242).

Таблица 19.1

Допускаемая величина подреза	
	Класс резервуара по степени опасности

Сварное соединение	IV -й	III -й	II -й	I -й
Вертикальные швы стенки	5% толщины, но не более 0.5мм	не более 0.3мм	не более 0.3мм	не допускается
Соединение стенки с днищем	не более 0.5мм	0.4мм	0.3мм	не допускается
Горизонтальные соединения стенки	5% толщины, но не более 0.8мм	5% толщины, но не более 0.6мм	5% толщины, но не более 0.3мм	не допускается
Прочие соединения	5% толщины, но не более 1.0мм	5% толщины, но не более 0.8мм	5% толщины, но не более 0.6мм	5% толщины, но не более 0.4мм
Примечание - Длина подреза не должна превышать: 10 % длины шва для резервуаров IV и III класса опасности; 5% длины шва для резервуаров II и I класса опасности. За длину шва принимается участок шва, (вертикального или горизонтального) между его пересечениями другими швами.				

Таблица 19.2

Толщина листов, мм	Максимальная величина выпуклости, мм			
	вертикальных соединений стенки		прочие соединения	
	Резервуары IV и III класса	Резервуары II и I класса	Резервуары IV и III класса	Резервуары II и I класса
до 12	2.5	1.5	3.5	2.0
свыше 12 до 24	3.5	2.0	4.5	3.0
свыше 24	4.5	3.0	6.5	4.0

19.4.2 При вакуумном способе контроля герметичности сварных швов вакуумкамеры должны создавать разрежение над контролируемым участком с перепадом давления не менее 2.5 кПа. Перепад давления должен проверяться вакуумметром. Не плотность сварного шва обнаруживается по образованию пузырьков в нанесенном на сварное соединение мыльном или другом пенообразующем растворе. В зимних условиях в пенообразующий раствор следует добавить от 100 до 200 гр. поваренной соли на 1 л. воды в зависимости от температуры наружного воздуха.

19.4.3 Допускается не производить контроль на герметичность стыковых соединений листов стенки толщиной 16 мм и более.

19.4.4 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 4.0 до 40.0 кПа в зазоре между стенкой резервуара и усиливающей накладкой с использованием для этого контрольного отверстия в усиливающей накладке. При этом на сварные швы, как внутри, так и снаружи резервуара, должна быть нанесена мыльная пленка, пленка льняного масла или другого пенообразующего вещества, позволяющего обнаружить утечки. После проведения испытаний контрольное отверстие должно быть заполнено ингибитором коррозии.

Контроль давлением применяется для проверки герметичности сварных соединений настила крыш резервуаров в процессе гидравлического и пневматического испытаний.

Контроль герметичности коробов и отсеков понтонов или плавающих крыш может также проводиться внутренним давлением. Величина внутреннего давления и методика проведения контроля должны определяться указаниями ППР по согласованию с автором проекта КМ.

19.5 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 строительства и т.д.

19.5.1 Контроль радиографический.

19.5.1.1 Контроль радиографический (рентгенографированием или гаммаграфированием) должен производиться в соответствии с ГОСТ 7512 для всех резервуаров объемом 1000 м³ и более (III, II и I классы опасности).

Радиографический контроль выполняется только после приемки сварных соединений по внешнему осмотру.

При контроле пересечений швов рентгеновские пленки должны размещаться Т-образно или крестообразно - по две пленки на каждое пересечение швов.

Снимки должны иметь длину не менее 240 мм, а ширину - согласно ГОСТ 7512. Чувствительность снимков должна соответствовать 3 классу по ГОСТ 7512.

Маркировочные знаки должны устанавливаться по ГОСТ 7512 и должны содержать идентификационные номера резервуара и контролируемого конструктивного элемента, а также номер рентгенограммы, указанный на развертке контролируемого элемента.

Для соединений из деталей толщиной 8 мм и более допускается вместо радиографического контроля применять контроль ультразвуковой дефектоскопией.

19.5.1.2 Оценка внутренних дефектов сварных швов при радиографическом контроле должна производиться по ГОСТ 23055 и должна соответствовать:

- для резервуаров III-го класса опасности - 6 классу;
- для резервуаров II -го класса опасности - 5 классу;
- для резервуаров I -го класса опасности - 4 классу.

Допускаемые виды и размеры дефектов в сварных соединениях в зависимости от их класса регламентируются ГОСТ 23055.

19.5.1.3 При радиографическом контроле стыковых сварных швов стенки и стыковых швов окраек днищ количество и размещение рентгенограмм устанавливается следующим образом:

- полотнища стенок резервуаров рулонной сборки должны контролироваться в соответствии с таблицей 19.3;
- монтажные стыки стенок резервуаров рулонной сборки объемом от 1000 м³ и выше должны контролироваться в объеме 100 % вертикальных и горизонтальных швов;
- стенки резервуаров листовой сборки должны контролироваться в соответствии с таблицей 19.4;
- все радиальные швы кольцевых окраек днищ должны контролироваться в зоне примыкания нижнего пояса стенки (один снимок на каждый радиальный шов);
- участки вертикальных сварных соединений стенки в зонах примыкания к днищу на длине не менее 240 мм подлежат 100% контролю;

Таблица 19.3

Объем контроля сварных соединений рулонизируемых полотнищ стенок резервуаров, %			
Зона контроля	Резервуары объемом от 1000 м ³ и менее 5000 м ³	Резервуары объемом от 5000 м ³ и менее 10000 м ³	Резервуары объемом от 10000 м ³ до 20000 м ³
Вертикальные сварные соединения в поясах:	10	25	50
1.2	5	10	25
3.4	-	5	10

остальные			
Горизонтальные сварные соединения между поясами:			
1 - 2	5	10	15
2 - 4	2	5	10
остальными	-	2	5

Таблица 19.4

Объем контроля сварных соединений стенок полистовой сборки, %			
Зона контроля	Резервуары III-го класса опасности	Резервуары II-го класса опасности	Резервуары I-го класса опасности
Вертикальные сварные соединения в поясах:			
1.2	25	50	100
3.4	10	25	50
5.6	5	10	25
остальные	-	5	10
Горизонтальные сварные соединения между поясами			
1 - 2	5	10	20
2 - 3	2	5	10
3 - 4	-	2	5
остальными	-	1	2

- при выборе зон контроля преимущественное внимание следует уделять местам пересечения швов.

19.5.1.4 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 %, то объем контроля таких швов удваивается.

19.5.1.5 Квалификация дефектоскопистов при радиографическом контроле должна быть не ниже 4-го разряда. Просмотр и расшифровка рентгеновских пленок должны производиться специалистом не ниже II-го уровня по ИСО 9712.

19.5.1.6 Результаты радиографического контроля о качестве сварных соединений вносятся в Заключение (Приложение 5).

19.5.2 Ультразвуковая дефектоскопия

19.5.2.1 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.

19.5.2.2 Ультразвуковая дефектоскопия должна проводиться в соответствии с ГОСТ 14782.

19.5.2.3 Квалификация дефектоскопистов при ультразвуковом контроле должна быть не ниже II-го уровня по ИСО 9712.

19.5.3 Магнитопорошковая или цветная дефектоскопия

19.5.3.1 Контроль магнитопорошковой или цветной дефектоскопией производится с целью выявления поверхностных дефектов основного металла и сварных швов, не видимых невооруженным глазом.

Контроль магнитопорошковой или цветной дефектоскопии подлежат:

- все вертикальные сварные швы стенки и швы соединения стенки с днищем резервуаров, эксплуатируемых при температуре хранимого продукта свыше 120°C;

- сварные швы приварки люков и патрубков к стенке резервуаров после их термической обработки;
- места на поверхности листов стенок резервуаров с пределом текучести свыше 345 МПа, где производилось удаление технологических приспособлений.

20 ИСПЫТАНИЯ И ПРИЕМКА РЕЗЕРВУАРОВ

20.1 Резервуары всех типов, независимо от конструктивного исполнения, должны быть подвергнуты гидравлическому испытанию. Резервуары со стационарной крышей без понтона должны быть подвергнуты дополнительно пневматическому испытанию на внутреннее избыточное давление и вакуум, величины которых устанавливаются проектом КМ.

20.2 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 иного, – аналогичного защитного сооружения.

20.3 До начала испытаний должна быть представлена вся техническая документация, предусмотренная разделами по изготовлению, монтажу и Контролю качества резервуаров в соответствии с обязательными приложениями к настоящим нормам.

20.4 Испытания должны проводиться в соответствии с технологической картой испытаний, которая должна быть составной частью проекта производства работ (ППР).

20.5 Гидравлическое испытание следует проводить наливом воды на проектный уровень, определяемый проектом КМ. Налив воды следует осуществлять ступенями по поясам с промежутками времени, необходимыми для выдержки и проведения контрольных осмотров.

20.6 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, производящие испытания, должны находиться вне границ опасной зоны. Допуск к осмотру резервуара разрешается не ранее, чем через 10 минут после достижения установленных испытательных нагрузок.

20.7 Испытания следует производить при температуре окружающего воздуха не ниже плюс 5°С. При испытаниях резервуаров при температуре ниже плюс 5°С должна быть разработана программа испытаний, предусматривающая мероприятия по предотвращению замерзания воды в трубах, задвижках, а также обмерзания стенки резервуара.

20.8 В течение всего периода гидравлического испытания все люки и патрубки в стационарной крыше резервуара должны быть открыты.

20.9 Гидравлическое испытание резервуаров с понтоном или плавающей крышей необходимо производить без уплотняющих затворов. Скорость подъема (опускания) понтона (плавающей крыши) при испытаниях не должна превышать эксплуатационную.

По мере подъема и опускания понтона (плавающей крыши) в процессе гидравлического испытания производят:

- 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 (плавающей крыши) и стенкой резервуара, которые должны находиться в пределах работы уплотняющего затвора, а также зазоров между направляющими трубами и патрубками в понтоне (плавающей крыше);
- наблюдение за работой катушей лестницы, водоспуска и других конструкций.

В процессе испытания следует убедиться в том, что понтон (плавающая крыша) свободно перемещается от нижнего рабочего, до верхнего проектного уровней без нарушения герметичности. Появление влажного пятна на поверхности понтона (плавающей крыши) должно рассматриваться как признак не герметичности.

Уплотняющий затвор следует устанавливать после окончания всех испытаний резервуара при положении понтона (плавающей крыши) на опорных стойках. Допускается монтировать затвор во время гидравлического испытания на стадии слива воды.

20.10 По мере заполнения резервуара водой необходимо наблюдать за состоянием конструкций и сварных швов.

При обнаружении течи из-под края днища или появления мокрых пятен на поверхности отмостки необходимо прекратить испытание, слить воду, установить и устранить причину течи. Если в процессе испытания будут обнаружены свищи, течи или трещины в стенке резервуара (независимо от величины дефекта), испытание должно быть прекращено и вода слита до уровня:

- при обнаружении дефекта в I поясе - полностью;
- при обнаружении дефекта в II-VI поясах - на один пояс ниже расположения дефекта;
- при обнаружении дефекта в VII поясе и выше - до V пояса.

20.11 Резервуар, залитый водой до верхнего проектного уровня, выдерживается под этой нагрузкой в течение следующего времени (если в проекте нет других указаний):

- резервуар объемом до 20000 м³ - не менее 24 часов;
- резервуар объемом свыше 20000 м³ - не менее 72 часов.

Резервуар считается выдержавшим гидравлическое испытание, 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, замеры отклонений наружного контура днища для определения осадки основания (фундамента). Предельные отклонения должны соответствовать требованиям таблиц 17.1, 17.2, 17.3. Результаты гидравлического испытания оформляются актом по форме Приложения 7.

20.12 Испытание на внутреннее избыточное давление и вакуум проводят во время гидравлического испытания. Контроль давления и вакуума осуществляется U-образным манометром, выведенным по отдельному трубопроводу за обвалование. Избыточное давление принимается на 25%, а вакуум - на 50% больше проектной величины, если в проекте нет других указаний. Продолжительность нагрузки 30 минут.

В процессе испытания резервуара на избыточное давление производят контроль герметичности сварных швов стационарной крыши резервуара.

Результаты испытания резервуара на внутреннее избыточное давление и вакуум оформляются актом по форме Приложения 8.

20.13 На резервуар, прошедший испытания, составляется акт завершения монтажа конструкций по форме Приложения 9.

После завершения монтажа не допускается приварка к резервуару каких-либо деталей и конструкций. На резервуаре производятся, предусмотренные проектом, работы по противокоррозионной защите, устройству теплоизоляции и установке оборудования с оформлением соответствующих документов. После окончания этих работ на резервуар составляется паспорт по форме Приложения 10, резервуар вводится в эксплуатацию.

21 ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РЕЗЕРВУАРОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

21.1 Эксплуатация резервуаров должна осуществляться в соответствии с разработанной и утвержденной техническим руководителем предприятия Инструкцией по обслуживанию и надзору за резервуарами, устройство которых соответствует требованиям настоящих норм.

21.2 Для каждой категории эксплуатационных и ремонтных работников администраций предприятия должны быть разработаны должностные инструкции, определяющие круг их

служебных обязанностей, порядок проведения основных технологических операций, ремонтных и аварийных работ и необходимые при этом мероприятия по технике безопасности и пожарной безопасности.

21.3 Каждый резервуар должен постоянно иметь полный комплект оборудования и устройств, предусмотренных проектом «Оборудование резервуара». Эксплуатация резервуара при неисправном оборудовании не допускается.

21.4 Надежная работа резервуаров должна быть обеспечена проведением регулярных осмотров с оценкой технического состояния резервуаров, техническим обслуживанием и ремонтом их в соответствии с графиком, утвержденным руководителем предприятия.

21.4.1 Оценка технического состояния резервуаров по совокупности диагностируемых параметров с целью выработки рекомендаций об условиях их дальнейшей безопасной эксплуатации, сроках и уровнях последующих обследований, либо о необходимости проведения ремонта или исключения резервуаров из эксплуатации включает два уровня проведения работ:

- частичное техническое обследование с наружной стороны (без выведения резервуара из эксплуатации);
- полное техническое обследование с выведением резервуара из эксплуатации, с его опорожнением, зачисткой и дегазацией.

21.4.2 Частичное техническое обследование должно проводиться не реже одного раза в 5 лет и включать в себя следующие этапы:

- ознакомление с эксплуатационно-технической документацией на резервуар и сбор информации о работе резервуара;
- анализ конструктивных особенностей резервуара и имеющейся информации по изготовлению, монтажу и ремонту;
- внешний осмотр всех конструкций резервуара с наружной стороны;
- выборочное измерение толщины всех поясов стенки, выступающих за стенку листов днища, настила крыши;
- измерение геометрической формы стенки и нивелирование наружного контура днища;
- проверка состояния основания и отмостки.

Примечание - Возможно техническое обследование опорожненных резервуаров с внутренней стороны, если снаружи они закрыты теплоизоляцией. Качество подготовки поверхностей для контроля определяется требованиями применяемого метода контроля.

21.4.3 Полное техническое обследование должно проводиться не реже одного раза в 10 лет и включать в себя, в дополнение к указанным в п. 21.4.2, следующие этапы:

- внешний осмотр всех конструкций резервуаров с внутренней стороны, в том числе осмотр понтона или плавающей крыши;
- анализ состояния понтона или плавающей крыши;
- контроль методами дефектоскопии, необходимость и объем проведения которого устанавливается по результатам внешнего осмотра.

21.4.4 При техническом обследовании первоочередное внимание следует уделять:

- условиям эксплуатации, отличающимся от проектных;
- соответствию конструкций резервуара требованиям раздела 8 настоящих норм;
- вертикальным стыкам и пересечениям швов на I - III поясах стенки (считая снизу);
- сварному шву и околошовной зоне соединения днища со стенкой;
- местам присоединения к стенке трубопроводов, особенно передающих вибрационные нагрузки;
- участкам стенки, имеющим местные выпучины или вмятины и отклонения образующих от вертикали (в пределах или за пределами допусков);
- участкам конструкций, наиболее подверженных коррозии (участкам) конструкций, подвергнутым ремонту.

21.4.5 По результатам частичного или полного обследования должна быть произведена оценка технического состояния резервуара, с выдачей соответствующего заключения, в целях:

- установления возможности безопасной эксплуатации или вывода резервуара из эксплуатации;
- определения остаточного ресурса безопасной эксплуатации в случае обнаружения дефектов или после окончания нормативного срока службы;
- разработки прогноза о возможности и условиях эксплуатации сверх нормативного срока службы, а также после аварии или повреждения отдельных конструктивных элементов.

21.4.6 При оценке технического состояния резервуара, отработавшего нормативный срок службы, необходимо произвести оценку физико-механических свойств и структуры металла методом неразрушающего контроля или лабораторными исследованиями, а также установить объем и характер циклических нагрузений.

21.4.7 При оценке технического состояния резервуаров, находящихся в эксплуатации более 5 лет, предельные отклонения размеров и формы стенок и днищ, указанные в настоящих нормах, могут быть увеличены на 30%.

21.4.8 Расчеты на прочность и устойчивость при определении остаточного ресурса резервуаров должны выполняться с учетом фактических толщин и механических характеристик металла конструкций (предел текучести и временное сопротивление), эксплуатационной нагрузки, концентрации напряжений, вызванных отклонениями геометрической формы и другими дефектами.

21.4.9 Эксплуатация резервуара не допускается, когда отдельные конструктивные элементы не соответствуют расчетным эксплуатационным параметрам. В этом случае продление срока службы резервуара возможно при установлении пониженных эксплуатационных параметров или после проведения комплексных мероприятий по ремонту и усилению конструкций.

21.5 Ремонтные работы на резервуарах, требующие проведения сварочных работ на стенке, примыкающих к стенке листах днища и несущих конструкциях стационарной крыши, должны выполняться по проекту, разработанному специализированной организацией.

Требования к ремонту аналогичны требованиям к изготовлению и монтажу, изложенным в настоящих нормах.

21.6 Нормативный срок службы резервуаров, выполненных в соответствии с настоящими нормами, составляет 30 лет, если иное не указано в проекте КМ.

Приложение 1 (обязательное)

ФОРМА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ НА РАЗРАБОТКУ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ РЕЗЕРВУАРА

БЛАНК ЗАКАЗА – техническое задание на разработку металлоконструкций резервуара ((- нужное зачеркнуть)	Резервуар объемом _____ м³ Количество _____ шт. _____ номера по генплану
Заказчик _____ _____ наименование, почтовый адрес, телефон, факс, E-mail _____ _____	
Площадка строительства _____ _____ наименование объекта, почтовый адрес	

Генеральный

проектировщик _____

наименование организации, почтовый адрес, телефон, факс, E-mail

ТИП РЕЗЕРВУАРА:

- со стационарной крышей без понтона
 со стационарной крышей с понтоном
 с плавающей крышей

Хранимый продукт

_____ (наименование)

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ

1. Относительная плотность продукта _____
2. Максимальная температура продукта _____ °С
3. Максимальный уровень налива _____ м
4. Внутреннее давление _____ мм вод.ст.
5. Вакуум _____ мм вод.ст.
6. Температура наиболее холодных суток площадки строительства с обеспеченностью 0,98 по СНиП РК 2.04-01-2001 _____ °С
7. Снеговая нагрузка, нормативная _____ кПа
8. Ветровая нагрузка, нормативная _____ кПа
9. Сейсмичность площадки строительства _____ баллов
10. Наличие теплоизоляции: да нет
плотность _____ т/м³
толщина на стенке _____ мм
толщина на крыше _____ мм
11. Припуск на коррозию: да нет
стенки _____ мм; днища _____ мм;
крыши _____ мм; понтона _____ мм.

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

1. Стенка: внутренний диаметр _____ мм;
высота _____ мм
Сборка: рулонная полистовая
2. Днище: уклон от центра
 к центру
 нет
Сборка: рулонная полистовая
3. Стационарная крыша:
 Самонесущая коническая; рулонная
 полистовая
 Самонесущая сферическая
 Каркасная коническая рулонный настил
 щитовая
 Купольная каркасная щитовая
4. Лестница: кольцевая шахтная
5. Понтон: однодечный
 двудечный на поплавках
6. Плавающая крыша: однодечная
 двудечная

--	--

Приложения:

- 1 Спецификация люков и патрубков.
- 2 Схемы расположения люков и патрубков в стенке и крыше резервуара.
- 3 Спецификация дополнительных устройств, устанавливаемых на резервуаре (молниеприемники, пеногенераторы, трубопроводы орошения и пр.)

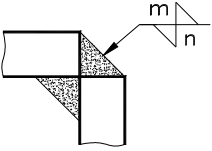
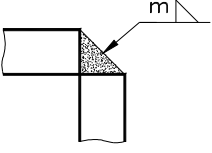
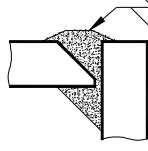
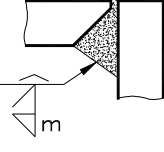
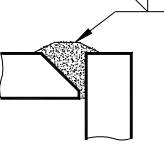
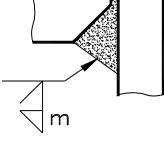
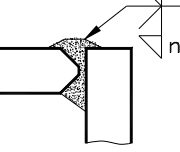
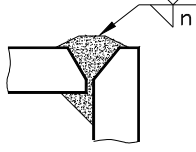
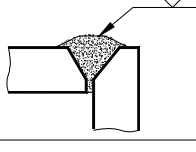
Представитель
Заказчика _____

должность, подпись, Ф.И.О.

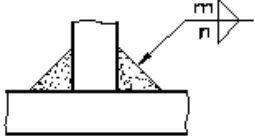
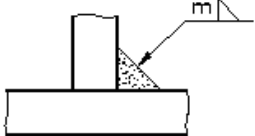

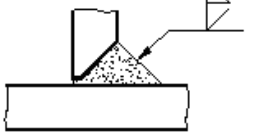
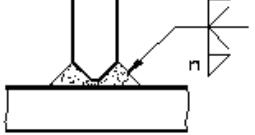
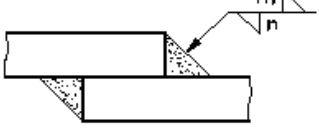
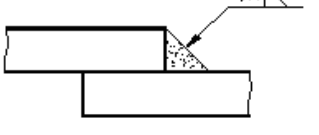
Приложение 2 (справочное)
ОСНОВНЫЕ ТИПЫ И ОБОЗНАЧЕНИЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

ТИП СОЕДИНЕНИЯ	ФОРМА КРОМОК	ХАРАКТЕР ШВА	ОБОЗНАЧЕНИЕ ШВА
СТЫКОВОЕ	БЕЗ СКОСА КРОМОК	ДВУСТОРОННИЙ	
		ОДНОСТОРОННИЙ НА ПОДКЛАДКЕ	
	СО СКОСОМ ОДНОЙ КРОМКИ	ДВУСТОРОННИЙ	
		ОДНОСТОРОННИЙ	
		ОДНОСТОРОННИЙ НА ПОДКЛАДКЕ	
		ОДНОСТОРОННИЙ ЗАМКОВЫЙ	
	СО СКОСОМ ДВУХ КРОМОК	ДВУСТОРОННИЙ	
		ОДНОСТОРОННИЙ	
		ОДНОСТОРОННИЙ НА ПОДКЛАДКЕ	
		ОДНОСТОРОННИЙ ЗАМКОВЫЙ	
	С ДВУМЯ СКОСАМИ ОДНОЙ КРОМКИ	ДВУСТОРОННИЙ	
	С ДВУМЯ СКОСАМИ ДВУХ КРОМОК		

Продолжение приложения 2

ТИП СОЕДИНЕНИЯ	ФОРМА КРОМОК	ХАРАКТЕР ШВА	ОБОЗНАЧЕНИЕ ШВА
УГЛОВОЕ	БЕЗ СКОСА КРОМОК	ДВУСТОРОННИЙ	
		ОДНОСТОРОННИЙ	
	СО СКОСОМ ОДНОЙ КРОМКИ	ДВУСТОРОННИЙ	
			
		ОДНОСТОРОННИЙ	
			
	С ДВУМЯ СКОСАМИ ОДНОЙ КРОМКИ	ДВУСТОРОННИЙ	
	СО СКОСОМ ДВУХ КРОМОК	ДВУСТОРОННИЙ	
		ОДНОСТОРОННИЙ	

Окончание приложения 2

ТИП СОЕДИНЕНИЯ	ФОРМА КРОМОК	ХАРАКТЕР ШВА	ОБОЗНАЧЕНИЕ ШВА	
ТАВРОВОЕ	БЕЗ СКОСА КРОМКИ	ДВУСТОРОННИЙ		
		ОДНОСТОРОННИЙ		
	С ОДНИМ СКОСОМ КРОМКИ	ДВУСТОРОННИЙ		
		ОДНОСТОРОННИЙ		
	С ДВУМЯ СКОСАМИ КРОМКИ	ДВУСТОРОННИЙ		
	НАХЛЕСТОЧНОЕ	БЕЗ СКОСА КРОМОК	ДВУСТОРОННИЙ	
			ОДНОСТОРОННИЙ	
<p>ПРИМЕЧАНИЯ</p> <p>1. В ОБОЗНАЧЕНИИ ШВОВ БУКВА "m" ОБОЗНАЧАЕТ РАЗМЕР КАТЕТА ШВА СО СТОРОНЫ СТРЕЛКИ, А БУКВА "n" ОБОЗНАЧАЕТ РАЗМЕР КАТЕТА ШВА С ОБРАТНОЙ СТОРОНЫ.</p> <p>2. ОБОЗНАЧЕНИЕ СВАРНЫХ ШВОВ НА ЧЕРТЕЖАХ: СТЫКОВЫЕ ————— И УГЛОВЫЕ ————— СТЫКОВЫЕ *x*x*x*x* И УГЛОВЫЕ ————— ЗАВОДСКИЕ ШВЫ; xxxx МОНТАЖНЫЕ ШВЫ.</p>				

(обязательное)

ФОРМА АКТА НА ПРИЕМКУ ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТОВ

АКТ на приемку основания и фундаментов

“ ____ ” _____ 200__ г.

Объем резервуара _____ м³ Номер резервуара _____

Наименование _____ объекта

Мы, нижеподписавшиеся, представители:

Заказчика

_____ (наименование, Ф.И.О. представителя, должность)

Строительной _____ организации

_____ (наименование, Ф.И.О. представителя, должность)

Монтажной _____ организации

_____ (наименование, Ф.И.О. представителя, должность)

произвели осмотр выполненных работ по сооружению основания и фундаментов под резервуар и установили следующее:

кольцевой фундамент, насыпная подушка, гидроизолирующий слой,

_____ (фундамент под лестницу)

выполнены в соответствии с проектом

_____ (номер проекта, организация-разработчик)

На основании результатов осмотра и прилагаемых документов основание и фундаменты принимаются под монтаж.

Приложения:

- 1 Исполнительная схема на фундаменты и основание.
- 2 Акт на скрытые работы по подготовке и устройству насыпной подушки под резервуар.
- 3 Акт на скрытые работы по устройству гидроизолирующего слоя под резервуар.

Подписи: _____
(подпись) (Ф.И.О.) (дата)

Приложение 4
(обязательное)

ФОРМА СЕРТИФИКАТА КАЧЕСТВА НА КОНСТРУКЦИИ РЕЗЕРВУАРА

“ _____ ” _____ 200__ Г.

СЕРТИФИКАТ КАЧЕСТВА

на _____ конструкции _____ резервуара

_____ (без понтона, с понтоном, с плавающей крышей)

Объем резервуара _____ м³ Номер заводского заказа _____

Заказчик _____

_____ (наименование, почтовый адрес)

Площадка
строительства _____

_____ (наименование объекта, почтовый адрес)

Изготовитель _____

_____ (наименование предприятия, почтовый адрес)

Конструкции изготовлены по рабочим детализированным чертежам _____

_____ (номера чертежей, организация-разработчик)

Рабочие детализированные чертежи разработаны в соответствии с проектом КМ _____

_____ (номер проекта КМ, организация-разработчик)

Сроки изготовления конструкций: начало _____

окончание _____

Конструкции резервуара соответствуют Ведомственным строительным нормам Республики Казахстан: «Резервуары вертикальные стальные для хранения нефти и нефтепродуктов».

Приложения:

- 1 Заключение о качестве сварных соединений по результатам радиографического контроля.
- 2 Схемы разверток стенки и днища с указанными номерами плавок и сертификатов листовых деталей.

Ответственный представитель
Изготовителя

(начальник

ОТК)

(подпись)

(Ф.И.О.)

Приложение 5
(обязательное)

**ФОРМА ЗАКЛЮЧЕНИЯ О КАЧЕСТВЕ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПО
РЕЗУЛЬТАТАМ
РАДИОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ**

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

о качестве сварных соединений по результатам радиографического контроля

“ ____ ” _____ 200__ г. Номер заводского заказа _____

Объем резервуара _____ м³ Номер резервуара _____

Наименование объекта _____

Контролируемый конструктивный элемент _____
(стенка, днище)

Контроль проводился _____
(рентгенографированием, гаммаграфированием)

по ГОСТ 7512 в соответствии с требованиями Ведомственных строительных норм Республики Казахстан: «Резервуары вертикальные стальные для хранения нефти и нефтепродуктов».

Сварка выполнена сварщиками (Ф.И.О., знак):

Просвечивание произведено в соответствии с прилагаемой схемой расположения рентгенограмм на развертке контролируемого конструктивного элемента.

В результате просвечивания установлена оценка качества сварных соединений по ГОСТ 7512: _____

Заключение составил радиограф _____

Удостоверение № _____

Подпись: _____

Приложение 6
(обязательное)

**ФОРМА АКТА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СМОНТИРОВАННЫХ КОНСТРУКЦИЙ
РЕЗЕРВУАРА**

АКТ
контроля качества смонтированных конструкций резервуара

“ _____ ” _____ 200__ г.

Объем резервуара _____ м³ Номер резервуара _____

Наименование объекта _____

Мы, нижеподписавшиеся, представители:

Заказчика _____
(наименование, Ф.И.О. представителя, должность)

Монтажной организации _____
(наименование, Ф.И.О. представителя, должность)

произвели осмотр смонтированных конструкций резервуара и установили следующее:

1 Резервуар смонтирован в соответствии с проектом КМ

_____ (номер проекта, организация-разработчик)

2 Геометрические параметры и форма резервуара соответствуют требованиям проекта КМ и Ведомственным строительным нормам Республики Казахстан: «Резервуары вертикальные стальные для хранения нефти и нефтепродуктов».

3 Контролю на герметичность подвергнуты монтажные сварные швы днища, стенки, соединения _____

_____ (стационарной крыши, понтона, плавающей крыши)

усиливающих накладок люков и патрубков на стенке резервуара.

4 Радиографическому контролю подвергнуты монтажные сварные швы стенки и

_____ (днища)

в соответствии с прилагаемыми схемами просвечивания и заключением радиографа.

На основании результатов осмотра и прилагаемых документов резервуар принимается для испытаний.

Приложения:

1 Исполнительные схемы на днище, стенку, _____
(стационарную крышу , понтон, плавающую крышу)

с указанием фактических отклонений размеров и формы.

2 Акты контроля на герметичность монтажных сварных соединений резервуара.

3 Заключение о качестве сварных соединений по результатам радиографического контроля.

4 Схемы просвечивания монтажных швов стенки и _____ резервуара с заключением
(днища)
радиографа.

Подписи: _____
(подпись) (Ф.И.О.) (дата)
_____ (подпись) (Ф.И.О.) (дата)

Приложение 7
(обязательное)

ФОРМА АКТА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ РЕЗЕРВУАРА

АКТ
гидравлического испытания резервуара

“ ____ ” _____ 200__ г.
Объем резервуара _____ м³ Номер резервуара _____
Наименование объекта _____

Мы, нижеподписавшиеся, представители:

Заказчика _____
(наименование, Ф.И.О. представителя, должность)

Строительной организации _____
(наименование, Ф.И.О. представителя, должность)

Монтажной организации _____
(наименование, Ф.И.О. представителя, должность)

составили настоящий акт в том, что в период времени с ____ ч. ”__” _____ 200__ г. по ____ ч. ”__” _____ 200__ г. резервуар был залит водой на высоту _____ м и выдержан под испытательной нагрузкой в течении _____ часов, после чего произведен слив воды.

Контроль резервуара в процессе испытания, проведенные обмер и осмотр после слива воды показали следующее:

1 Во время выдержки под испытательной нагрузкой на поверхности стенки, _____,

(понтона, плавающей крыши)

по краям днища не обнаружено течи, уровень воды не снижался

2 Максимальная осадка резервуара составила _____ мм.

3 Максимальное отклонение образующих стенки от вертикали составило _____ мм.

4 Предельные зазоры между _____ и стенкой резервуара
(понтоном, плавающей крыши)

составили: максимальный _____ мм;

минимальный _____ мм.

На основании вышеуказанных результатов резервуар признан выдержавшим гидравлическое испытание.

Приложения:

1 Схема осадки резервуара по фиксированным точкам периметра днища (отметки фиксированных точек определяются нивелированием: перед заливом резервуара водой; по достижении максимального уровня налива; по окончании выдержки при максимальном уровне налива; после слива воды).

2 Схема отклонений образующих стенки от вертикали после слива воды (замеры производятся для 20% образующих с небольшими отклонениями по результатам контроля качества смонтированных конструкций резервуара).

3 Схема и таблица зазоров между _____ и стенкой резервуара, а
(понтон, плавающей крышей)

также между направляющими и патрубками в _____
(понтоне, плавающей крыше)

Подписи: _____
(подпись) (Ф.И.О.) (дата)

(подпись) (Ф.И.О.) (дата)

Приложение 8
(обязательное)

ФОРМА АКТА ИСПЫТАНИЯ РЕЗЕРВУАРА НА ВНУТРЕННЕЕ ИЗБЫТОЧНОЕ ДАВЛЕНИЕ И ВАКУУМ

АКТ
испытания резервуара на внутреннее избыточное давление и вакуум

“ ____ ” _____ 200 ____ г.
Объем резервуара _____ м³ Номер резервуара _____
Наименование объекта _____

Мы, нижеподписавшиеся, представители:

Заказчика _____
(наименование, Ф.И.О. представителя, должность)

Монтажной организации _____
(наименование, Ф.И.О. представителя, должность)

составили настоящий акт в том, что резервуар во время проведения гидравлического испытания был подвергнут испытанию на внутреннее избыточное давление и вакуум.

Максимальный уровень воды во время испытания составил _____ м, что соответствует проектному.

Избыточное давление составило _____ мм вод.ст., что на 25% выше проектного (_____ мм вод.ст.).

Вакуум составил _____ мм вод.ст., что на 50% больше проектной величины (_____ мм вод.ст.).

Продолжительность нагрузки под давлением и вакуумом составила _____ мин.

Резервуар признан выдержавшим испытание на внутреннее избыточное давление и вакуум.

Подписи: _____
(подпись) (Ф.И.О.) (дата)

Приложение 9
(обязательное)

ФОРМА АКТА ЗАВЕРШЕНИЯ МОНТАЖА КОНСТРУКЦИЙ

АКТ
завершения монтажа конструкций

“ _____ ” _____ 200 _____ г.
Объем резервуара _____ м³ Номер резервуара _____
Наименование объекта _____

Мы, нижеподписавшиеся, представители:

Заказчика _____
(наименование, Ф.И.О. представителя, должность)

Монтажной организации _____
(наименование, Ф.И.О. представителя, должность)

составили настоящий акт в том, что после окончания испытаний и удаления из резервуара воды, днище резервуара очищено от грязи.

На основании результатов осмотра, испытаний и ранее проведенного контроля качества считаем монтаж конструкций резервуара полностью завершённым.

Резервуар принимается для выполнения антикоррозийной защиты, _____,
установки _____
(теплоизоляции)

оборудования, ввода в эксплуатацию.

Приложения:

- 1 Акт на приемку основания и фундаментов.
- 2 Сертификат качества на конструкции резервуара (с приложениями).
- 3 Акт контроля качества смонтированных конструкций резервуара (с приложениями).
- 4 Акт гидравлического испытания резервуара (с приложениями).
- 5 Акт испытания резервуара на внутреннее избыточное давление и вакуум (с приложениями).

Подписи: _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

(дата)

(подпись)

(Ф.И.О.)

(дата)

Приложение 10
(обязательное)

ПАСПОРТ
стального вертикального цилиндрического резервуара

“ _____ ” _____ 200__ г.

Объем резервуара _____ м³

Номер резервуара _____

Наименование _____ объекта

Генеральный _____ проектировщик
объекта _____

(наименование организации-разработчика)

Назначение _____ резервуара

Основные размеры резервуара:

внутренний диаметр стенки _____ мм;

высота стенки _____ мм

Проект _____ «Оборудование _____ резервуара»

_____ (номер проекта)

разработан

_____ (организация - разработчик)
Технический _____ проект

КМ

_____ (номер проекта)

разработан

_____ (организация - разработчик)
Рабочие _____ деталировочные

чертежи

_____ (номера чертежей)

разработаны

_____ (организация - разработчик)

Проект _____ основания _____ и _____ фундаментов _____ под

резервуар _____

_____ (номер проекта)

разработан

_____ (организация - разработчик)
Конструкции _____ резервуара

изготовлены

_____ (дата окончания отгрузки)

(наименование завода - изготовителя)

Конструкции резервуара смонтированы с _____ по _____

(начало - окончание монтажа)

(наименование монтажной организации)

Для выполнения общестроительных, антикоррозионных, пуско-наладочных и других работ на резервуаре привлекались организации:

1. _____

(наименование организации) (выполненные работы)

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

6. _____

На основании имеющейся технической документации и актов на выполненные работы резервуар введен в эксплуатацию “ _____ ” _____ 200__ г.

Приложения:

- 1 Технический проект на конструкции резервуара (проект КМ).
- 2 Рабочие детализированные чертежи конструкций резервуара.
- 3 Сертификат качества на конструкции резервуара.
- 4 Акт на приемку основания и фундаментов.
- 5 Акт контроля качества смонтированных конструкций резервуара.
- 6 Акт гидравлического испытания резервуара.
- 7 Акт испытания резервуара на внутреннее избыточное давление и вакуум.
- 8 Акт выполнения антикоррозионной защиты резервуара.
- 9 Акт выполнения теплоизоляции резервуара.
- 10 Акты приемки смонтированного на резервуаре оборудования.

Подпись руководителя
организации “Заказчика” _____

(подпись) (Ф.И.О.)

Приложение 11
(обязательное)

РЕЗЕРВУАРЫ С ЗАЩИТНОЙ СТЕНКОЙ

1 Резервуары с защитной стенкой должны проектироваться, изготавливаться и монтироваться в соответствии с требованиями настоящих Правил и дополнительными указаниями настоящего Приложения.

2 Резервуары с защитной стенкой состоят из основного - внутреннего резервуара, предназначенного для хранения продукта, и защитного - наружного резервуара, предназначенного для удержания продукта в случае аварии или нарушения герметичности основного резервуара.

Основной резервуар может выполняться со стационарной крышей или с плавающей крышей.

Защитный резервуар выполняется в виде открытого “стакана”, в котором установлен основной резервуар. При наличии на защитном резервуаре атмосферного козырька, перекрывающего межстенное пространство между наружной и внутренней стенками, должна быть обеспечена вентиляция межстенного пространства путем установки вентиляционных патрубков, равномерно расположенных по периметру на расстоянии не более 10 м друг от друга.

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

Диаметр защитного резервуара должен назначаться таким образом, чтобы в случае повреждения внутреннего резервуара и перетекания части продукта в защитный резервуар, уровень продукта был на 1 м ниже верха стенки защитного резервуара. При этом ширина межстенного пространства должна быть не менее 1,5 м.

4 Днище основного резервуара может опираться непосредственно на днище защитного резервуара или, для лучшего контроля возможных протечек продукта, на разделяющие днища решетки, арматурные сетки или иные прокладки.

Уклон днищ резервуаров с защитной стенкой должен быть только наружу (от центра к периферии).

5 При размещении резервуаров с защитной стенкой в составе резервуарных парков следует руководствоваться требованиями СНиП 2.11.03-93, при этом за диаметр резервуара с защитной стенкой следует принимать диаметр основного резервуара.

Резервуары с защитной стенкой не требуют обвалования.

6 Испытания резервуаров с защитной стенкой должны выполняться в два этапа:

1 - испытание основного резервуара;

2 - испытание защитного резервуара.

Гидравлическое испытание защитного резервуара следует проводить при заполнении основного резервуара на высоту стенки защитного резервуара путем подачи воды в межстенное пространство до проектного уровня.

По результатам испытаний должны составляться отдельные акты испытаний основного резервуара и акт гидравлического испытания защитного резервуара.

7 При оформлении Бланка Заказа на резервуар с защитной стенкой по форме Приложения 1 Покупатель должен дать приложение к Бланку Заказа, где в произвольной форме должен указать основные параметры защитного резервуара.