РЕФЕРАТ

Дипломный проект состоит из 8 листов графической части и 105 страниц пояснительной записки, содержащей 17 рисунков, 21 таблиц.

В данном дипломном проекте рассматривается вопрос капитального ремонта и реконструкции стального вертикального резервуара для хранения нефти и нефтепродуктов емкостью 3000 м^3.

Ключевые слова: РЕЗЕРВУАР, РЕКОНСТРУКЦИЯ, ПОНТОН, ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ, ПОДСЛОЙНОЕ ПОЖАРОТУШЕНИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА.

В проекте изучены современные методы ремонта резервуаров, правила и порядок его проведения; предложены и рассчитаны мероприятия по реконструкции рассматриваемого резервуара с целью повышения его эксплуатационных характеристики; в составе технологической части проекта разработаны технологические карты на устранение типовых повреждений резервуара; освещены вопросы безопасности труда и экологичности проектных решений, дана характеристика противопожарной безопасности на строительной площадке; рассчитана сметная стоимость работ по капитальному ремонту объекта, представлены технико-экономические показатели проекта.

ABSTRACT

The degree project consists of 8 sheets of the graphic and 105 pages of explanatory notes containing 17 drawings, 21 tables.
In this thesis project addresses the issue of capital repair and reconstruction of steel vertical tanks for storage of oil and petroleum products with a capacity of 3000 m3.

Key words: RESERVOIR, RECONSTRUCTION, PONTOON, FIRE HAZARD, SUBSURFACE FIRE protection, routing.

In the project studied modern methods of repair of the tanks, the rules and the procedure for its implementation; offered and calculated measures for reconstruction of the considered reservoir to improve its performance; in the technological part of the project developed process flow charts for Troubleshooting common corruptions of the tank; the questions of safety and environmental performance design decisions, given the characteristics of fire safety on the construction site; estimated estimated cost of works on capital repair of the object represented by techno-economic parameters of the project.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 5

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕСТОРОЖДЕНИИ……..7

2 ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА РВС-3000 9

2.1 Методы ремонта резервуаров, контроль качества и приемка из ремонта 9

2.2 Общие сведения о рассматриваемом сооружении 12

2.3 Конструктивный расчет элементов резервуара с обоснованием необходимости реконструкции 13

2.4 Заключения по технической диагностике резервуара РВС-3000, выявление дефектов, подлежащих ремонту 31

3 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ 33

3.1. Реконструкция резервуара с целью уменьшения величины потерь нефти от испарения 33

3.1.1. Расчет потерь нефти при «дыхании» 33

3.1.2. Реконструкция резервуара для уменьшения потерь нефти (устройство понтона) 35

3.2. Реконструкция резервуара с целью соблюдения противопожарной безопасности 41

3.2.1. Анализ пожарной опасности на объекте 41

3.2.2. Разработка стационарной системы пожаротушения и охлаждения резервуара 43

3.2.3. Описание схемы подслойного пожаротушения резервуара 45

3.2.4. Расчет огнепреградителей дыхательной арматуры резервуара 51

					НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Ф.И.О.			Название работы	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Ф.И.О.					4	84
Реценз.		Ф.И.О.				Организация		
Н. Контр.		Ф.И.О.						
Утверд.		Ф.И.О.						

4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ (КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ РЕЗЕРВУАРА) 55
4.1. Разработка технологической карты на устранение повреждений элементов фундаментных конструкций 55
4.1.1. Техническое задание 55
4.1.2. Технология и организация выполнения работ 56
4.1.3. Требования к качеству и приемке работ 57
4.1.4. Потребность в ресурсах 59
4.2. Технологическая карта на монтаж площадок обслуживания резервуара (кольцевая площадка, площадка люка замерного) 61
4.2.1. Общие положения 61
4.2.2. Порядок производства работ 61
4.2.3. Контроль качества 65
4.2.4. Техника безопасности при производстве работ 65
4.3. Технологическая карта на выполнение монтажных работ при ремонте стенки резервуара установкой промежуточных колец жесткости 67
4.3.1. Порядок производства работ 67
4.3.2. Контроль качества 71
4.3.3. Ведомость машин и механизмов 72
4.3.4. Требования к разработке специальных приспособлений и оснастки 75
4.3.5. Состав бригады 77
4.3.6. Техника безопасности при производстве работ 78
5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ 84
5.1. Общие положения 84
5.2. Расчет сметной стоимости капитального ремонта РВС 3000 м3 85
6 СОЦИАЛИНАЯ ОТВЕТСТВЕНОСТЬ 96
6.1. Производственная безопасность

6.1.1. Анализ вредных производственных факторов и мероприятия по их устранению .....
6.1.2. Анализ опасных производственных факторов и мероприятия по их устранению .....
6.1.3. Пожарная безопасность на опасных производственных объектах .....
6.2. Экологическая безопасность .....
6.3. Чрезвычайные ситуации .....
6.4. Безопасность труда .....
6.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 104
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 105

ВВЕДЕНИЕ

Резервуары предназначены для приемки, хранения, отпуска, учета нефти и нефтепродуктов и являются ответственными инженерными конструкциями.

Металлические резервуары относятся к числу ответственных сварных конструкций, работающих в тяжелых эксплуатационных условиях. Наличие в резервуарах жестких сварных соединений и снижение пластических свойств металла при отрицательных температурах вызывает значительные внутренние напряжения и создает условия, исключающие возможность их перераспределения.

Эти и ряд других причин, таких как, неравномерные осадки, коррозия снижают эксплуатационную надежность резервуара, иногда приводят к его разрушению.

Проблема надежности и работоспособности оборудования и сооружений объектов магистральных нефте- и нефтепродуктопроводов очень важна в отрасли транспорта и хранения нефти и нефтепродуктов.

Чем более надежно оборудование и меньше его отказов, тем меньше простоев в работе транспорта нефти и нефтепродуктов, аварий с его разливом и других вредных для предприятия и окружающей среды последствий.

В данном дипломном проекте рассматривается вопрос капитального ремонта и реконструкции стального вертикального резервуара для хранения нефти и нефтепродуктов емкостью 3000 м^3.

Для достижения цели в ходе проектирования необходимо решить следующие задачи:

- изучить современные методы ремонта резервуаров, правила и порядок его проведения;

- предложить и рассчитать мероприятия по реконструкции рассматриваемого резервуара с целью повышения его эксплуатационных характеристики;

- в составе технологической части проекта разработать технологические карты на устранение типовых повреждений резервуара;

- осветить вопросы безопасности труда и экологичности проектных решений, дать характеристику противопожарной безопасности на строительной площадке;

- рассчитать сметную стоимость работ по капитальному ремонту объекта, технико-экономические показатели проекта.

Практическая значимость работы заключается в возможности реализации проработанных в проекте вопросов по реконструкции и капитальному ремонту резервуара вертикального стального емкостью 3000 $м^3$.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕСТОРОЖДЕНИИ

Лугинецкое нефтегазоконденсатное месторождение в административном отношении расположено в Парабельском районе Томской области в 400 км к северо-западу от г. Томска. Районный центр – с. Парабель – находится в 130 км от месторождения, а ближайший населённый пункт г. Кедровый, удалён на расстояние около 80 км. Ближайшим крупным центром является г. Колпашево, расстояние до которого водным путём равно 570 км. по воздушной трасс 220 км.

Территория района представляет собой сглаженную, слаборасчленённую равнину. Абсолютные отметки рельефа варьируют в пределах 75-130 м. Наименьшие отметки приурочены к руслам и поймам рек. Самой крупной на территории является р. Чижапка и её притоки Екыльчак, Тамырсат, Чива и др. Русла рек извилистые, с крутыми берегами, кроме того, имеется много завалов и перекатов. Высокие берега таёжных рек обычно покрыты густым лесом, низкие пойменные – имеют много озёр и стариц.

Воды рек и озёр применяются для хозяйственных целей и питьевого водоснабжения. На территории района много болот, однако, большая часть его покрыта лесом. Лес смешанный, но преобладают хвойные: пихта, кедр, сосна, много кустарников.

Климат района континентальный, с продолжительной холодной зимой коротким тёплым летом. Зимний период продолжается с ноября по апрель, самая низкая температура в зимнее время минус 35 – 45ºС. Величина снежного покрова достаточно велика, на залесенных участках достигает 1,5 м. Почва зимой промерзает на 1-1,5 м.

Самый жаркий месяц лета – июль, когда температура воздуха поднимается до +35ºС. Среднегодовое количество осадков составляет 450 – 500 мм в год. Ледостав на реках начинается в ноябре, а вскрытие их ото льда

приходится на конец апреля – начало мая. Навигационный период на крупных реках продолжается 150-170 дней, а на мелких значительно меньше.

2 ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА РВС-3000

2.1 Методы ремонта резервуаров, контроль качества и приемка из ремонта

Для поддержания резервуаров в технически исправном состоянии проводят планово-предупредительный ремонт, который предусматривает осмотровой, текущий и капитальный ремонты самого резервуара и всего резервуарного оборудования.

Осмотровый и текущий ремонт резервуаров

Осмотровый ремонт резервуаров необходимо проводить не реже 1 раза в 6 месяцев. Для осмотрового ремонта резервуара не требуется его освобождение от хранимого продукта, поскольку оценивается состояние стенки, крыши и наружного резервуарного оборудования по результатам внешнего осмотра и измерений.

Текущий ремонт резервуаров производят не реже 1 раза в 2 года.

Капитальный ремонт резервуаров

При капитальном ремонте резервуара проводятся следующие работы:

- откачка хранимого продукта;
- зачистка и дегазация резервуара;
- очистка резервуара от коррозии внутри и снаружи;
- оценка технического состояния металлоконструкций стенки, днища и кровли резервуара;
- устранение раковин коррозии и возникших отверстий;
- оценка состояния сварных соединений;
- осмотр и ремонт (замену) навесного технологического оборудования;
- замена дефектных элементов металлоконструкций резервуара;
- исправление положения резервуара при превышении нормативных показателей осадки;
- ремонт основания резервуара;
- испытание резервуара на прочность.

Составим классификацию дефектов конструкции резервуара и представим ее в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Классификация дефектов конструкций проектируемого резервуара

Заводские дефекты	Дефекты монтажа	Дефекты эксплуатации	Транспортные дефекты
Дефекты металлопроката:	плохая подготовка основания	Процессные проблемы:	гофры на поверхности
закаты	местные пластические деформации	нарушение технологии производства	смятие части рулона
расслоения	остатки монтажных устройств	нарушение графика технического осмотра	локальные вмятины по краю
проблемы легирования	подтягивание окрайки к стенке	нарушение противопожарных правил	локальные вмятины на рулоне
шлаки	вертикальное смещение стыкуемых полотнищ	Нарушение геометрии резервуара:	регулярное продольное прогибание
задиры	жесткое скрепление шахтных лестниц с РВС	крен	
микротрещины	вырывы металла из полотнища при разворачивании	неравномерная осадка по периметру	

Заводские дефекты	Дефекты монтажа	Дефекты эксплуатации	Транспортные дефекты
проблемы геометрии	сквозные пробои металлоконструкций	неравномерная осадка по площади	
	отсутствие фундамента под	равномерная осадка по периметру	
Дефекты сварки:	угловатость монтажных швов	равномерная осадка по площади	
		Коррозия:	
		коррозия сварных швов	
		сплошная	
		сквозная коррозия	

Контроль качества работ и приемка из ремонта

Внешний осмотр направлен на выявление следующих дефектов:

- неправильные форма, размер и состояние поверхности сварного соединения;

- трещины;

- поры;

- подрезы;

- незаваренные кратеры;

- шлаковые включения.

Нормы дефектности устанавливаются СНиП 3.03.01-87 и Правилами технической эксплуатации резервуаров и инструкции по их ремонту.

Также часто необходимо применение вакуумного метода контроля сварных швов днища, окраек, а также уторного шва, который позволяет выявить сквозные дефекты.

Выявленные дефекты подлежат удалению.

2.2 Общие сведения о рассматриваемом сооружении

Рассматриваемое сооружение – резервуар вертикальный стальной емкостью 3000 м^3 (далее РВС-3000), предназначенный для хранения нефти и нефтепродуктов.

Внешний вид резервуара представлен на рис. 2.1.

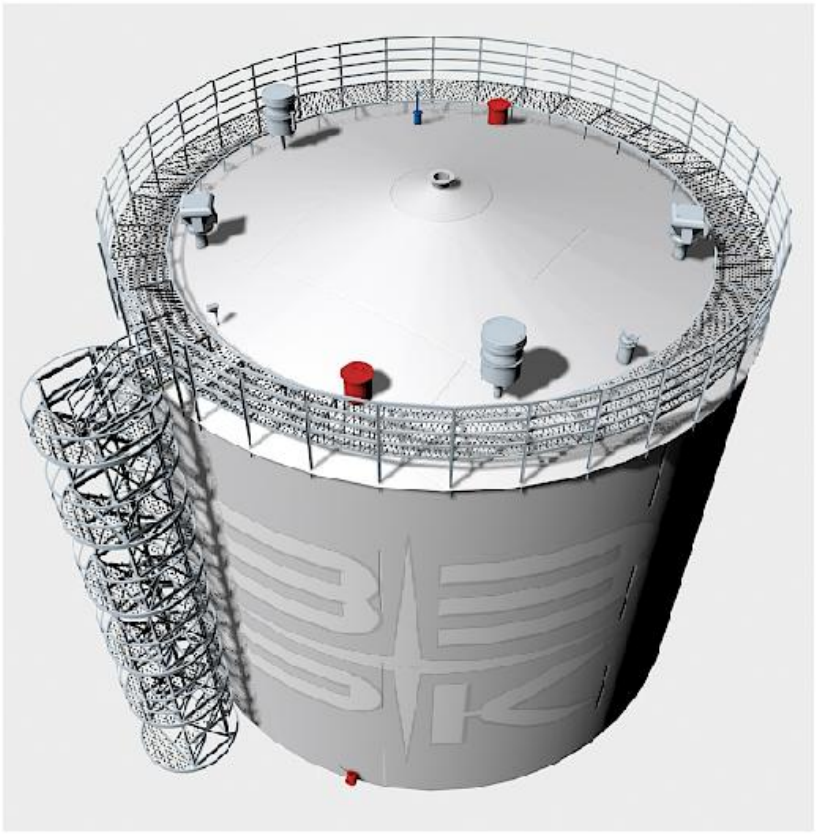

Рис. 2.1. Резервуар РВС-3000

Конструкция проектируемого резервуара состоит из:

- стенки цилиндрической;
- кровли стационарной крыши;
- конического днища;
- лестницы, площадок, ограждений, люков и патрубков;

- технологического оборудования.

2.3 Конструктивный расчет элементов резервуара с обоснованием необходимости реконструкции

Выбор марки стали

Согласно п. 2.4.1 /4/, за расчетную температуру металла принимается наиболее низкое из двух следующих значений:

- минимальная температура складируемого продукта;

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

Принимаем t = (-43 + 5) = -38 °С.

Учитывая п. 2.4.3 /4/, для резервуаров потоковой технологией сборки расчетная температура металла, принимаемая по п. 2.4.1 /4/, понижается на 5 °С, следовательно:

$$t_{расч} = (-38 – 5) = -43\ °С.$$

Принимаем сталь С345 (табл. 3 ГОСТ 27772-88).

Расчетное сопротивление для листовых материалов из данной стали

$$R_y = \frac{R_{yn}}{\gamma_n} = \frac{3300}{1} = 3300 \frac{кг}{см^2}$$

Определение габаритных размеров резервуара

Для определения геометрических размеров резервуара используем принцип оптимальности:

$$Д + К = С,$$

где Д – вес днища;

К – вес кровли;

С – вес стенки резервуара.

Для определения оптимальной высоты резервуара с переменной толщиной стенки используется формула В.Г. Шухова

$$H_{опт} = \sqrt{\frac{\gamma_c \cdot R_{wy} \cdot \Delta}{\gamma_f \cdot \rho_{ж}}},$$

где $\gamma_c = 0,8$ – коэффициент условий работы для стенки резервуара;

$R_{wy} = 0,85 \cdot R_y$ – расчетное сопротивление стыковых сварных соединений сжатию, растяжению и изгибу по пределу текучести, кг/см^2

$$R_{wy} = 0,85 \cdot 3300 = 2805 \frac{кг}{см^2};$$

$\Delta = 1,5$ – сумма приведенных толщин днища и покрытия, определяемая по табл. 2.1 [5];

$\gamma_f = 1,1$ – коэффициент надежности по нагрузке;

$\rho_ж = 0,00085$ кг/см^3 – плотность хранимого продукта.

$$H_{опт} = \sqrt{\frac{0,8 \cdot 2805 \cdot 1,5}{1,1 \cdot 0,00085}} = 1190 см$$

Учитывая особенности технологии рулонирования, а также араметры типовой конструкции резервуара, примем высоту резервуара наиболее близкой к 12 м.

Принимаем листы размером 1500×6000 мм (с учетом строжки 1490×5980 мм).

Стенку компонуем из 8-ми поясов общей высотой

$$H = 8 \cdot 1,49 = 11,92 \text{ м}$$

Требуемая длина развертки стенки

$$L = 2\pi \sqrt{\frac{V}{\pi \cdot H_1}} = 2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{\frac{3000}{3,14 \cdot 11,92}} = 61,8 м,$$

где $H_1 = H - 0,3 = 11,92 - 0,2 = 11,72$ м – высота залива резервуара продуктом.

Длину одного кольца стенки рекомендуется назначить кратной длине или половине длины листа.

Количество листов в одном кольце:

$$n_л = \frac{L}{l_л} = \frac{61,8}{5,98} = 9,8$$

Принимаем $n_л = 10$.

Радиус оболочки корпуса

$$r = \frac{L_ф}{2\pi} = \frac{61,8}{2 \cdot 3,14} = 9,7\ м$$

Фактический объем резервуара

$$V_ф = \pi \cdot r^2 \cdot H_1 = 3,14 \cdot 9,7^2 \cdot 11,92 = 2947\ м^3 .$$

Конструирование стенки и днища резервуара

Согласно п. 3.5.2 /4/ номинальные толщины стенок резервуара определяются в три этапа:

- предварительный выбор толщин поясов;
- корректировка толщин при поверочном расчете на прочность;
- корректировка толщин при проведении расчета на устойчивость.

Для предварительного выбора толщины поясов вычислим нагрузки от:

- кровли – по табл. П1 /6/ $g_{кр}$=4,98 кг/м^3

$$\bar{g}_{кр} = g_{кр} \cdot H \cdot g \cdot 10^{-3} = 4,98 \cdot 16,4 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} = 0,8 \frac{кН}{м^2} = 0,8 \cdot 10^{-4}\ \frac{кН}{см^2}$$

- снега

$$g_{сн} = S_g \cdot \mu = 4,0 \cdot 1,0 = 4 кПа = 4 \cdot 10^{-4}\ \frac{кН}{см^2}$$

- избыточного давления

$$P_{изб} = \gamma_{f,изб} \cdot P^н_{изб} = 1,2 \cdot 2,0 = 2,4 кПа = 2,4 \cdot 10^{-4}\ \frac{кН}{см^2}$$

- вакуума

$$P_{вак} = \gamma_{f,вак} \cdot P^н_{вак} = 1,2 \cdot 0,25 = 0,3 кПа = 0,3 \cdot 10^{-4}\ \frac{кН}{см^2}$$

- ветра на стенку (в виде условного вакуума)

$$P_w = \gamma_{f,w} \cdot w_0 \cdot c_{e1} \cdot k_0 ,$$

где c_{e1} = 0,5 – для расчета стенки на устойчивость;

k = 0,78 – по табл. 6 /2/ для типа местности В

$$P_w = 1{,}4 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}78 = 0{,}33 кПа = 0{,}33 \cdot 10^{-4} \frac{кН}{см^2}$$

- ветра на покрытие (отсос)

$$P_w^{от} = \gamma_{f,w} \cdot w_0 \cdot c_{e2},$$

где c_{e2}=*-0,69* при $\frac{H}{2r} = \frac{16{,}39}{2 \cdot 13{,}8} = 0{,}594$ по прил. 4 /2/

$$P_w^{от} = 1{,}4 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}69 = 0{,}58 кПа = 0{,}58 \cdot 10^{-4} \frac{кН}{см^2}$$

- гидростатического давления жидкости

$$P_{гд} = \gamma_{f,ж} \cdot \rho_ж \cdot g \cdot z_ж,$$

где $z_ж$ – расстояние от высшего уровня жидкости до нижней кромки пояса, см.

Установим минимально необходимую толщину верхнего пояса из конструктивных соображений.

По табл. 3.3 /4/ конструктивно необходимая толщина стенки при 25≤D≤35 tк = 8 мм. Принимая минусовой допуск на прокат (табл. 2.2 [4]) δ = 0,45 мм для повышенной точности изготовления листового проката (АТ) и припуск на коррозию с = 0,1 мм, получаем:

$$t_{min} = t_k + \delta + c = 8 + 0{,}45 + 0{,}1 = 8{,}55 \text{ мм}$$

Принимаем по ГОСТ 19903-74*

$$t_{min} = 8 \text{ мм}, \; t_{p,min} = 8 - 0{,}45 - 0{,}1 = 7{,}45 \text{ мм}.$$

Для последующего размещения толщин листов по высоте стенки необходимо определить величину редуцированной высоты стенки H_r по формуле:

$$\frac{v^2}{E}\left[\frac{P_1}{2c} + \frac{P_2 \cdot \sqrt{v}}{0{,}55 \cdot H_r}\right] = \gamma_c$$

Вычислим удельные нагрузки вертикального направления (при отсутствии утеплителя и без учета веса стационарного оборудования) P_1 и кольцевого направления P_2.

$$P_1 = \bar{g}_{кр} + g_{сн} + \psi\left(P_{вак} - P_w^{от}\right) = \left[0,8 + 4 + 0,9 \cdot (0,3 - 0,58)\right] \cdot 10^{-4} = 4,55 \cdot 10^{-4} \ \frac{кН}{см^2}$$

$$P_2 = \psi\left(P_w + P_{вак}\right) = 0,9 \cdot (0,33 + 0,3) \cdot 10^{-4} = 0,57 \cdot 10^{-4} \ \frac{кН}{см^2}$$

При

$$v = \frac{r}{t_{p,\min}} = \frac{13800}{0,845} = 1,63 \cdot 10^3$$

$$c = 1,092 \cdot 10^{-8} \cdot v^2 - 53,686 \cdot 10^{-6} \cdot v + 12,59 \cdot 10^{-2} = 1,092 \cdot 10^{-8} \cdot 1,63^2 \cdot 10^6 -$$
$$- 53,686 \cdot 10^{-6} \cdot 1,63 \cdot 10^3 + 12,59 \cdot 10^{-2} = 6,73 \cdot 10^{-2}$$

имеем следующее

$$0,437 + 0,539\left(\frac{H_r}{r}\right) = \gamma_c = 1,0$$

Отсюда

$$\frac{H_r}{r} = 1,043 \text{ и } H_r = 1,043 \cdot 11,92 = 12,06 \text{ м}$$

Определим расстояние от верха стенки, на котором минимальная толщина удовлетворяет одновременно условиям прочности и устойчивости из формулы

$$t_{\min} = \frac{\gamma_n \left(k_f \cdot \rho_{ж} \cdot g \cdot H^* + P_{изб}\right) \cdot r}{\gamma_c \cdot R_{wy}},$$

где γ_n=1,1 – коэффициент надежности по назначению;

H^* - расстояние от верхнего уровня налива жидкости до сечения стенки, в котором минимальная толщина удовлетворяет одновременно условиям прочности и устойчивости

$$t_{\min} = \frac{1,1 \ 1,1 \cdot 0,85 \cdot 9,81 \cdot 10^{-6} \cdot H^* + 2,4 \cdot 10^{-4} \ \cdot 1995}{0,8 \cdot 28,05} = 10^{-4} \cdot \ 6,20 \cdot H^* + 162,35$$

$$t_{\min} = 0,8 см$$

Отсюда H^*= 1160 см = 11,6 м.

До верха стенки $H_0 = H^*$+30 см = 1190 см = 11,9 м, в пределах которой толщина стенки может быть постоянной и равной минимальной толщине.

Определим минимальные расчетные толщины в нижележащей части стенки t_e для условий эксплуатации по формуле

$$t_{\min} = \frac{\gamma_n \cdot (\gamma_f \cdot \rho_{ж} \cdot g \cdot z_{ж} + P_{изб}) \cdot r}{\gamma_c \cdot R_y},$$

принимая $z_{ж.i} = H_i$ - 30 см.

$$t_{\min} = \frac{1{,}1 \cdot (1 \cdot 0{,}85 \cdot 9{,}81 \cdot 10^{-6} \cdot z_{ж,i} + 2{,}4 \cdot 10^{-4}) \cdot 1380}{0{,}7 \cdot 33} = 65{,}71 \cdot (9{,}172 \cdot 10^{-6} \cdot z_{ж,i} + 2{,}4 \cdot 10^{-4})$$

При H_1 = 11.9 м $z_{ж,1}$ = 11,9 - 0,3 = 11,6 м

$$t_{p,1} = 65{,}71 \cdot (9{,}172 \cdot 10^{-6} \cdot 1468 + 2{,}4 \cdot 10^{-4}) = 0{,}69 см$$

$$t_1 = 6{,}9 + 0{,}45 + 0{,}1 = 7{,}45 \text{ мм}$$

Принимаем t_1 = 8 мм

Остальные толщины стенки должны быть не менее 6 мм.

Окончательные значения толщин стенки по высоте устанавливаются с учетом редуцированной высоты стенки по расчетным значениям толщин

$$t_{i,р} = t_i - \delta - c$$

так, чтобы фактическое значение редуцированной высоты стенки было не более теоретического, но как можно ближе к нему.

$$H_{r,ф} \le H_r$$

Для определения фактической редуцированной высоты стенки следует толщины поясов привести к расчетным

$$t_{i,p} = t_i - 0{,}55$$

Получим следующее: $t_{1,р}$= 8 мм; $t_{2,р}$= 8 мм;

$t_{3,р}$= $t_{4,р}$= $t_{5,р}$= $t_{6,р}$= $t_{7,р}$= $t_{8,р}$ = 6 мм.

Найдем фактическую величину редуцированной высоты стенки по формуле

$$H_{r,ф} = \sum_{i-1}^{11} h_i \left(\frac{t_{p,\min}}{t_{i,p}} \right)^{2,5},$$

где h_i = 1,49 м – высота листа i-го пояса

$$H_{r,ф} = 1{,}49 \cdot 0{,}845^{2,5} \cdot \left(9 + \frac{1}{1{,}045^{2,5}} + \frac{1}{0{,}945^{2,5}} \right) = 10{,}80 м < H_r = 14{,}4 м,$$

то есть устойчивость верхней части стенки будет обеспечена.

Итак, имеем следующий набор номинальных толщин поясов стенки:

2×8+6×6 мм

Конструирование днища

Согласно п.3.4 /4/ днища резервуаров объемом более 2000 м^3 должны иметь центральную часть и утолщенные кольцевые окрайки. Все листы центральной части днища указанных резервуаров должны иметь номинальную толщину не менее 4 мм, исключая припуск на коррозию.

Принимаем центральную часть из листа толщиной 6 мм, а толщину элементов кольцевых окраек с учетом рекомендаций табл. 3.2 /4/ и припуском на коррозию примем равной 9 мм.

Сбор нагрузок, действующих на резервуар

Все нагрузки, действующие на резервуар, сведены в таблицу 2.2.

Расчеты выполнены по указаниям СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия».

Таблица 2.2. Нагрузки, действующие на резервуар

№ п/п	Наименование нагрузки, вычисление	Обозначение	Ед, изм	Нормативное значение	Коэфф-т надеж-ти γ_f	Расчетное значение
Постоянные нагрузки						
1	Собственный вес днища, $G_{дн}/\pi r^2$	$q_{дн}$	кг/м^2	47,1	1,05	49,455
2	Собственный вес стенки, $G_{ст}/\pi D$	$q_{ст}$	кг/п.м.	1193,072	1,05	1252,726
3	Собственный вес кровли, $G_{кр}/\pi r^2$	$q_{кр}$	кг/м^2	56,237	1,05	59,049
Временные длительные нагрузки						
4	Гидростатическое давление на уровне низа стеки, $\rho_ж H/10000$	$P_{г.д.}$	кг/см^2	1,393	1,1	1,532
5	Рабочее избыточное давление	$P_{изб}$	кг/см^2	0,020	1,2	0,024
6	Рабочий вакуум	$P_{вк.р.}$	кг/см^2	0,0025	1,2	0,003
Кратковременные нагрузки						
7	Аварийное избыточное давление	$P_{изб.ав.}$	кг/см^2	0,023	1,2	0,0276
8	Аварийный вакуум	$P_{вк.ав.}$	кг/см^2	0,004	1,2	0,0048

9	Снеговая нагрузка	$Q_{сн}$	кг/м^2	280	1,2	400
10	Ветровая нагрузка	P_w	кг/м^2	60,84	1,4	85,176

Расчет стенки резервуара на прочность

Расчет на прочность стенки резервуара производится по формуле /7/:

$$\sigma_{пр} = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2} \le \frac{R_y \cdot \gamma_c}{\gamma_n},$$

где $\sigma_{пр}$ – приведенные напряжения в стенке резервуара;

$\sigma_x = \frac{(P_{г.д.} + P_{изб}) \cdot r}{t}$ - главные растягивающие напряжения в стенке от заполнения продуктом и избыточного давления (форм. 96 [7])

$\sigma_y = \frac{P_{ст} + P_{кр} + P_{сн} + P_w - P_{изб.кр}}{t}$ - главные сжимающие напряжения в стенке от веса крыши, снега и ветровой нагрузки;

$\tau_{ху}$ – касательные напряжения от ветровой нагрузки;

R_y = 3300 кг/см^2 – расчетное сопротивление металла стенки для стали С345 в соответствии с ГОСТ 19281-89 (по табл. 51 /7/);

γ_c – коэффициент условий работы металла стенки, принимаемый согласно п. 9.1.3 [8] для нижнего пояса – 0,7, для всех остальных – 0,8;

γ_c – коэффициент надежности по ответственности, принимаемый согласно п. 9.1.2 [8] для резервуара объемом 10000 м^3 2 класса ответственности – 1,10;

$P_{г.д.} = \gamma \cdot (H_0 - h)$ – гидростатическое давление продукта на высоте h от верха днища;

γ = 0,00085 кг/см^3 – плотность продукта;

H_0 = 1190 см – высота стенки;

h – высота расчетного сечения от верха днища, см;

$P_{изб}$ = 0,024 кг/см^2 – расчетное избыточное давление;

r = 9500 см – радиус стенки резервуара;

t – толщина стенки в расчетном сечении;

$P_{ст}$ – вес поясов стенки, расположенных выше расчетного сечения;

$$P_{кр} = \frac{q_{кр} \cdot \pi \cdot r^2}{2\pi r} = \frac{59,049 \cdot 9,5}{2} = 242,4\ кг/м = 2,42\ кг/см$$ - расчетная нагрузка от крыши на стенку;

$$P_{сн} = \frac{Q_{сн} \cdot \pi \cdot r^2}{2\pi r} = \frac{400 \cdot 9,5}{2} = 1936\ кг/м = 19,36\ кг/см$$ - расчетная нагрузка от снега на стенку;

$$P_w = \pm \frac{q_{wcm} \cdot (H_0 - h)^2}{2\pi r^2} + \frac{Q_{wkp} \cdot \pi r^2}{2\pi r}$$ - расчетная нагрузка от ветра на стенку;

$$P_{изб.кр.} = \frac{P_{изб} \cdot \pi \cdot r^2}{2\pi r} = \frac{240 \cdot 9,5}{2} = 1228\ кг/м = 12,28 кг/см$$ - расчетная нагрузка от избыточного давления, передаваемая через крышу на стенку;

$q_{wст}$ = 85,176·$c_{ст}$·D = 85,176·1,3·18,98 = 2236,8 кг/м – погонная нагрузка от ветра на стенку резервуара;

$c_{ст}$ = 1,3 – аэродинамический коэффициент по § 12б приложения 4 к [2];.

$Q_{wкр}$ = 85,176·$c_{кр}$ = 85,176·0,7 = 59,623 кг/м^2 – расчетная нагрузка от отсоса ветра на крышу резервуара;

$c_{кр}$ = 0,7 – аэродинамический коэффициент по § 12б приложения 4 к [2];.

Расчет главных растягивающих напряжений в стенке от заполнения продуктом и избыточного давления сведен в таблицу 2.3.

Таблица 2.3. Главные растягивающие напряжения

№ пояса	Высота от верха днища, м	Толщина стенки, мм	$P_{г.д.}$, кг/см	$P_{изб}$, кг/см	$P_{г.д.}+P_{изб}$	σ_x, кг/см^2
1	0	8	1.532	0.024	1.556	1952.656
1	0.3	8	1.504	0.024	1.528	1917.466
2	1.79	6	1.365	0.024	1.389	1916.958
3	3.28	6	1.226	0.024	1.250	1916.337
4	4.77	6	1.086	0.024	1.110	1702.721

5	6.26	6	0.947	0.024	0.971	1489.104
6	7.75	6	0.808	0.024	0.832	1275.488
7	9.24	6	0.669	0.024	0.693	1061.872
8	10.73	6	0.529	0.024	0.553	848.255

H_0 = 1192 см – полная высота стенки;

γ = 0,00085 кг/см^3 – плотность продукта;

r = 950 см – радиус стенки.

Расчет главных сжимающих напряжений в стенке от вертикальных нагрузок сведен в таблицу 2.4.

Таблица 2.4. Главные сжимающие напряжения

№ пояса	Высота от верха днища, м	Толщина стенки, мм	$P_{ст}$, кг/см	$P_{кр}$, кг/см	$P_{сн}$, кг/см	P_w, кг/см	$P_{изб}$, кг/см	ΣP	σ_y, кг/см^2
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*
1	0.3	8	11.241	4.074	27.6	8.915	16.560	35.270	32.063
2	1.79	8	9.954	4.074	27.6	7.928	16.560	32.996	32.996
3	3.28	6	8.784	4.074	27.6	7.055	16.560	30.953	34.393
4	4.77	6	7.732	4.074	27.6	6.295	16.560	29.141	32.379
5	6.26	6	6.679	4.074	27.6	5.648	16.560	27.441	30.490
6	7.75	6	5.626	4.074	27.6	5.115	16.560	25.856	28.728
7	9.24	6	4.574	4.074	27.6	4.695	16.560	24.383	27.092
8	10.73	6	3.521	4.074	27.6	4.389	16.560	23.024	25.582

Расчет касательных напряжений от ветровой нагрузки производится по формуле /7/:

$$\tau_{xy} = \frac{Q_{wcm}}{A_{cm}} = \frac{Q_{wcm}}{\pi \cdot D \cdot t} \ ,$$

где $Q_{wст} = q_{wст} \cdot (H_0 - h)$ – перерезывающая сила в стенке от ветровой нагрузки;

$A_{ст}$ – площадь стенки.

Расчет касательных напряжений сведен в таблицу 2.5.

Таблица 2.5. Касательные напряжения

№ пояса	Высота от верха днища, м	Толщина стенки, мм	q_{wct}, кг/см	Q_{wct}, кг	τ_{xy}, кг/см^2
1	0.3	8	30.5	46452.9	4.87
2	1.79	8	30.5	41899.3	4.83
3	3.28	6	30.5	37345.7	4.78
4	4.77	6	30.5	32792.1	4.20
5	6.26	6	30.5	28238.5	3.61
6	7.75	6	30.5	23684.8	3.03
7	9.24	6	30.5	19131.2	2.45
8	10.73	6	30.5	14577.6	1.86

Проверка прочности стенки по приведенным напряжениям приведена в таблице 2.6.

$$\sigma_{пр} = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2} \le R_y \cdot \gamma_c \ ,$$

где $R_y \cdot \gamma_c / \gamma_n = 3300 \cdot 0{,}8/1{,}10 = 2400$ кг/см^2

Таблица 2.6. Проверка прочности по приведенным напряжениям

№ пояса	Высота от верха днища, м	σ_x, кг/см^2	σ_y, кг/см^2	τ_{xy}, кг/см^2	$\sigma_{пр}$, кг/см^2	$R_y \cdot \gamma_c / \gamma_n$, кг/см^2
1	0.3	1917.4	32.06	4.870	1901.6	2400
2	1.79	1916.9	32.99	4.832	1900.6	2400
3	3.28	1916.3	34.39	4.786	1899.3	2400
4	4.77	1702.7	32.37	4.202	1686.7	2400
5	6.26	1489.1	30.49	3.619	1474.1	2400
6	7.75	1275.4	28.78	3.035	1261.3	2400
7	9.24	1061.8	27.09	2.452	1048.5	2400
8	10.73	848.2	25.58	1.868	835.7	2400

Прочность стенки от всех видов нагрузки обеспечена, так как максимальные приведенные напряжения, равные 1901,6 кг/см^2, не превышают расчетного сопротивления материала стенки, которое составляет 2400 кг/см^2.

Таким образом, принятая толщина стенки прошла проверку на прочность.

Расчет стенки резервуара на устойчивость

Расчет стенки на устойчивость производится при незаполненном резервуаре с учетом действия нагрузок от собственного веса, ветра, снега и вакуума.

Расчет стенки на устойчивость производится для двух сочетаний нагрузок.

1 сочетание (основное):

- собственный вес конструкций;
- вакуум рабочий с коэффициентом сочетания 0,95;
- снеговая и ветровая нагрузки с коэффициентом сочетания 0,9.

2 сочетание (особое):

- собственный вес конструкций;
- вакуум аварийный;
- снеговая и ветровая нагрузки с коэффициентом сочетания 0,8.

Расчет производится по формуле:

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_{cr1}} + \frac{\sigma_2}{\sigma_{cr2}} \le \gamma_c \ ,$$

где σ_1 – расчетные напряжения в стенке в направлении образующих от вертикальных нагрузок;

σ_{cr1} – критические напряжения потери устойчивости в направлении образующих по п. 8.5 /7/;

σ_2 – расчетные напряжения в стенке в кольцевом направлении от ветра и вакуума;

σ_{cr2} – критические напряжения потери устойчивости в кольцевом направлении по формуле 105 /7/;

γ_c = 1,0 – коэффициент условий работы стенки при расчете на устойчивость.

Расчет стенки на устойчивость для основного сочетания нагрузок

$$\sigma_1 = \frac{P_{ст} + P_{кр} + P_{сн} \cdot 0{,}9 + P_w \cdot 0{,}9 + P_{вк.р} \cdot 0{,}95}{t_{\min}},$$

где $P_{ст}$ = 12,527 кг/см – усилие в стенке от собственного веса;

$P_{кр} = 4{,}074 кг/см$ – усилие в стенке от веса крыши;

$P_{сн}$ = 27,6 кг/см – усилие в стенке от веса снега;

P_w = 10,015 кг/см – усилия в уровне низа стенки от ветра;

$P_{вк.р} = 0{,}003 \cdot \frac{\pi r^2}{2\pi r} = 0{,}003 \cdot \frac{1380}{2} = 2{,}07\ кг/см$ – усилие в стенке от рабочего вакуума;

$t_{\min}$ = 1,1 см – минимальная толщина стенки

$$\sigma_1 = \frac{12{,}527 + 4{,}074 + 27{,}6 \cdot 0{,}9 + 10{,}015 \cdot 0{,}9 + 2{,}07 \cdot 0{,}95}{1{,}1} = \frac{52{,}421}{1{,}1} = 47{,}655 \frac{кг}{см^2}$$

$$\sigma_{cr1} = \frac{c \cdot E \cdot t_{\min}}{r},$$

где c = 0,0749 – по таблице 31 /7/, при $r/t_{\min}$ = 1995/1,1 = 1788;

E = 2060000 кг/см^2 – модуль упругости

$$\sigma_{cr1} = \frac{0{,}0749 \cdot 2060000 \cdot 1{,}1}{1995} = 122{,}9 \frac{кг}{см^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{(0{,}9 \cdot P_{wnp} + 0{,}95 \cdot p_{вк.р}) \cdot r}{t_{ср}},$$

где $P_{w\ пр} = k_{пр} \cdot P_w = 0{,}5 \cdot 85{,}176 = 42{,}58$ кг/м^2 – приведенная ветровая нагрузка при расчетах на устойчивость;

$k_{пр} = 0{,}5$ - коэффициент приведения ветровой нагрузки, принятый мною по [9];

$p_{вк\ р} = 0{,}003 кг/см^2$ – разряжение от вакуума в резервуаре;

$t_{ср} = \frac{0{,}9 \cdot 9 + 1{,}0 + 1{,}1}{11} = 0{,}927\ см$ - средняя толщина стенки

$$\sigma_2 = \frac{(0{,}9 \cdot 42{,}588 \cdot 10^{-4} + 0{,}95 \cdot 0{,}003) \cdot 1380}{0{,}927} = 9{,}949 \frac{кг}{см^2}$$

$$\sigma_{cr2} = 0{,}55 \cdot E \frac{r}{H_0} \cdot \left(\frac{t_{\min}}{r}\right)^{3/2} = 0{,}55 \cdot 2060000 \cdot \frac{1995}{1788} \left(\frac{1{,}1}{1380}\right)^{3/2} = 25{,}498 \frac{кг}{см^2}$$

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_{cr1}}+\frac{\sigma_2}{\sigma_{cr2}}=\frac{47{,}655}{122{,}988}+\frac{9{,}949}{25{,}498}=0{,}778<1$$

Расчет стенки на устойчивость в первом сочетании сведен в табл. 2.7.

Таблица 2.7. Расчет стенки на устойчивость (1-е сочетание)

№ пояса	Высота от верха днища	Толщина стенки	σ_1, кг/см^2	σ_2, кг/см^2	$\sigma_{1\,кр}$, кг/см^2	$\sigma_{2\,кр}$, кг/см^2	Σ
1	0.3	9	45.680	9.949	122.988	25.498	0.762
2	1.79	9	48.074	9.949	122.988	25.498	0.781
3	3.28	6	51.242	9.949	122.988	25.498	0.807
4	4.77	6	49.312	9.949	122.988	25.498	0.791
5	6.26	6	47.496	9.949	122.988	25.498	0.776
6	7.75	6	45.793	9.949	122.988	25.498	0.763
7	9.24	6	44.204	9.949	122.988	25.498	0.750
8	10.73	6	42.728	9.949	122.988	25.498	0.738

Расчет стенки на устойчивость для особого сочетания нагрузок

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_{cr1}}+\frac{\sigma_2}{\sigma_{cr2}}\le 1,$$

$$\sigma_1=\frac{P_{ст}+P_{кр}+P_{сн}\cdot 0{,}8+P_w\cdot 0{,}8+P_{вк.А}}{t_{\min}}=$$

$$=\frac{12{,}527+4{,}074+27{,}6\cdot 0{,}8+10{,}015\cdot 0{,}8+3{,}45}{1{,}1}=\frac{50{,}143}{1{,}1}=45{,}585\frac{кг}{см^2}$$

где $P_{вк.А}=0{,}005\cdot\frac{1380}{2}=3{,}45\frac{кг}{см}$;

$$\sigma_2=\frac{(0{,}8\cdot P_{wпр}+p_{вк.А})\cdot r}{t_{ср}}=\frac{(0{,}000687+0{,}0048)\cdot 1380}{0{,}927}=12{,}218\frac{кг}{см^2}$$

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_{cr1}}+\frac{\sigma_2}{\sigma_{cr2}}=\frac{45{,}585}{122{,}988}+\frac{12{,}218}{25{,}498}=0{,}85<1$$

Расчет стенки на устойчивость во втором сочетании сведен в табл. 2.8.

Таблица 2.8. Расчет стенки на устойчивость (2-е сочетание)

№ пояса	Высота от верха днища	Толщина стенки	σ_1, кг/см^2	σ_2, кг/см^2	$\sigma_{1\,кр}$, кг/см^2	$\sigma_{2\,кр}$, кг/см^2	Σ
1	0.3	8	43.615	12.218	122.988	25.498	0.834
2	1.79	8	45.901	12.218	122.988	25.498	0.852

3	3.28	6	48.925	12.218	122.988	25.498	0.877
4	4.77	6	47.080	12.218	122.988	25.498	0.862
5	6.26	6	45.335	12.218	122.988	25.498	0.848
6	7.75	6	43.692	12.218	122.988	25.498	0.834
7	9.24	6	42.149	12.218	122.988	25.498	0.822
8	10.73	6	40.707	12.218	122.988	25.498	0.810

Таким образом, толщины стенки оказались верными, так как удовлетворяют условиям прочности и устойчивости.

Расчет сопряжения стенки резервуара с днищем

Усилия в узле сопряжения стенки с днищем рассчитываются из решения системы уравнений метода сил.

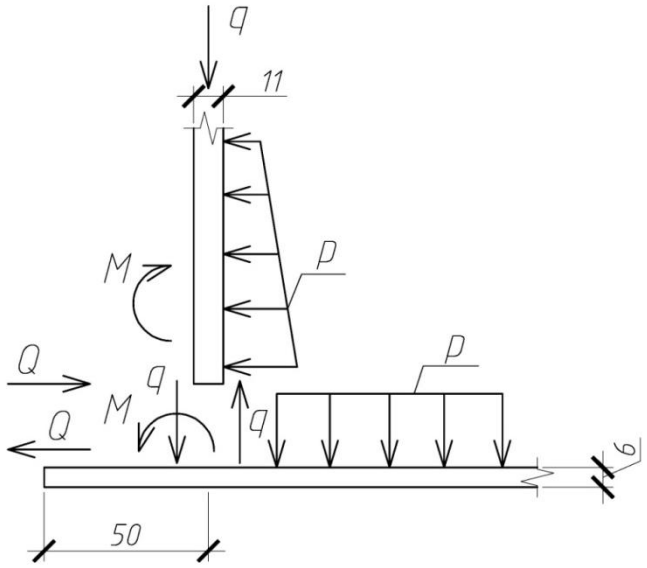

Рис. 2.2. Схема сопряжения стенки с днищем и действующие в узле усилия

Система канонических уравнений метода сил

$$\begin{cases} M_0(\delta_{мм}^{ст} + \delta_{мн}^{дн}) + Q_0(-\delta_{мн}^{ст}) + \Delta_{мр}^{ст} + \Delta_{мр}^{дн} + \Delta_{мq}^{дн} = 0 \\ M_0(-\delta_{нм}^{ст}) + Q_0(\delta_{нн}^{ст} + \delta_{NN}^{дн}) - \Delta_{нр}^{ст} = 0 \end{cases},$$

где M_0 и Q_0 – искомые усилия в зоне сопряжения стенки и днища;

q = 37,657 кг/см – сумма вертикальных усилий в стенке;

p = 1,556 кг/см^2 – давление от хранимого продукта.

Единичные перемещения стенки

$$\delta_{м.м}^{ст} = \frac{S_ц \cdot k_1}{E \cdot J_0^ц},$$

где $S_ц = \frac{\sqrt{r \cdot t_{ст}}}{\sqrt[4]{3(1-\mu^2)}} = 0,78\sqrt{r \cdot t_{ст}} = 0,78 \cdot \sqrt{1995 \cdot 1,1} = 30,39\ см$ - длина зоны с усилиями одного знака (длина полуволны);

$J_0^ц = \frac{t_ц^3}{12(1-\mu^2)} = \frac{t_ц^3}{10,92} = \frac{1,1^3}{10,92} = 0,122 см^3$ - цилиндрическая жесткость;

E = 2060000 кг/см^2 – модуль упругости;

k_1 = 1 при $\lambda = \frac{l_1}{S_ц} = \frac{1639}{30,39} = 53,93 > 3$;

l_1 = 16,39 м – расстояние между зонами возникновения краевого эффекта;

μ = 0,3 – коэффициент Пуассона

$$\delta_{м.м}^{ст} = \frac{S_ц \cdot k_1}{E \cdot J_0^ц} = \frac{30,39 \cdot 1}{2060000 \cdot 0,122} = 0,00012 \frac{1}{кг}$$

$k_{2,3}$ = 1 при λ = 53,93 > 3

$$\delta_{нм}^{ст} = \delta_{мн}^{ст} = \frac{S_ц^2 \cdot k_2}{2E \cdot J_0^ц} = \frac{30,39^2 \cdot 1}{2 \cdot 2060000 \cdot 0,122} = 0,00184 \frac{см}{кг}$$

$$\delta_{нн}^{ст} = \frac{S_ц^3 \cdot k_3}{2E \cdot J_0^ц} = \frac{30,39^3 \cdot 1}{2 \cdot 2060000 \cdot 0,122} = 0,056 \frac{см^2}{кг}.$$

Грузовые члены уравнений для стенки

$$\Delta_{мр}^{ст} = \frac{P \cdot r^2}{t_{ст} \cdot EH_0} = \frac{1,556 \cdot 1995^2}{1,1 \cdot 2060000 \cdot 1788} = 0,00080\ см$$

$$\Delta_{нр}^{ст} = \frac{P \cdot r^2}{t_{ст} \cdot E} = \frac{1,556 \cdot 1380^2}{1,1 \cdot 2060000} = 1,308 см$$

Единичные перемещения для днища

$$\delta_{м.м}^{дн} = \frac{S_{дн}}{E \cdot J_0^{дн}} \cdot \frac{1 + \varphi^2\left(\frac{a}{S_{дн}}\right) + 2\theta^2\left(\frac{a}{S_{дн}}\right)}{4},$$

где $S_{дн} = \sqrt[4]{\frac{4EJ_0^{дн}}{K_П}} = \sqrt[4]{\frac{4 \cdot 2060000 \cdot 0{,}01978}{5}} = 13{,}44\,см$ - длина зоны с усилиями одного знака;

$J_0^{дн} = \frac{t_{дн}^3}{10{,}92} = \frac{0{,}6^3}{10{,}92} = 0{,}01978 см^3$ - цилиндрическая жесткость окрайки днища при $\mu = 0{,}3$;

$K_П = 5$ кг/см^3 – коэффициент постели при опирании днища на подушку из песка средней крупности;

$a = 5{,}0$ см – свес днища;

$$\frac{a}{S_{дн}} = \frac{5}{13{,}44} = 0{,}372 \rightarrow \varphi = e^{-0{,}372} \cdot cos 0{,}372 + e^{-0{,}372} \cdot \sin 0{,}372 = 0{,}6938$$

$$\theta = e^{-0{,}372} \cdot cos 0{,}372 = 0{,}6893$$

$$\delta_{мм}^{дн} = \frac{13{,}44}{2100000 \cdot 0{,}01978} \cdot \frac{1 + 0{,}4814 + 0{,}9503}{4} = 0{,}00012 \frac{1}{кг}$$

$$\delta_{NN}^{дн} = \frac{r(1-\mu)}{Et_{дн}} = \frac{1995 \cdot (1 - 0{,}3)}{2060000 \cdot 0{,}6} = 0{,}00078 \ \frac{см^2}{кг}$$

Грузовые члены уравнений для днища

$$\Delta_{мр}^{дн} = \frac{P \cdot S_{дн}^3}{8 \cdot EJ_0^{дн}} \left[1 - \varphi\left(\frac{a}{S_{дн}}\right)\psi\left(\frac{a}{S_{дн}}\right) + 2\theta\left(\frac{a}{S_{дн}}\right)\xi\left(\frac{a}{S_{дн}}\right) \right]$$

$$\Delta_{мq}^{дн} = \frac{q\theta^2\left(\frac{a}{S_{дн}}\right)S_{дн}^2}{2 \cdot EJ_0^{дн}}$$

где $\xi = e^{-0{,}372} \cdot \sin 0{,}372 = 0{,}0045$;

$\psi = e^{-0{,}372} \cdot \cos 0{,}372 - e^{-0{,}372} \cdot \sin 0{,}372 = 0{,}6849$;

$$\Delta_{мр}^{дн} = \frac{1{,}556 \cdot 13{,}44^3}{8 \cdot 2060000 \cdot 0{,}01978} \cdot \left[-0{,}6938 \cdot 0{,}6849 + 2 \cdot 0{,}6893 \cdot 0{,}0045 \right] = 0{,}0062 см$$

$$\Delta_{мq}^{дн} = \frac{q\theta^2\left(\frac{a}{S_{дн}}\right)S_{дн}^2}{2 \cdot EJ_0^{дн}} = \frac{37{,}657 \cdot 0{,}6893^2 \cdot 13{,}44^2}{2 \cdot 2060000 \cdot 0{,}01978} = 0{,}0397.$$

Решение системы канонических уравнений

$$\delta_{мм}^{ст}+\delta_{мм}^{дн}=0{,}00012+0{,}00012=0{,}00024\frac{1}{кг}$$

$$\Delta_{мр}^{ст}+\Delta_{мр}^{дн}+\Delta_{мq}^{дн}=0{,}00080+0{,}0062+0{,}0397=0{,}0467см$$

$$\delta_{нн}^{ст}+\delta_{NN}^{дн}=0{,}056+0{,}00078=0{,}0568\frac{см^2}{кг}$$

$$\begin{cases}0{,}00024M_0-0{,}00184Q_0+0{,}0467=0\\-0{,}00184M_0+0{,}0568Q_0-1{,}308=0\end{cases}$$

$$\begin{cases}M_0=-23{,}993кг\cdot см/см\\Q_0=22{,}251кг/см\end{cases}$$

Проверка окрайки днища в месте примыкания к стенке

Момент, изгибающий днище

$$M_{дн}=\frac{M_0}{2}\left[1+\varphi^2\left(\frac{a}{S_{дн}}\right)\right]-\frac{P\cdot\xi^2\left(\frac{a}{S_{дн}}\right)}{2\cdot S_{дн}^2}$$

$$M_{дн}=\frac{23{,}993}{2}\left[1+0{,}6938^2\right]-\frac{1{,}556\cdot 0{,}0045^2}{2\cdot 13{,}44^2}=17{,}771-0=17{,}771\frac{кг}{см}$$

Максимальные изгибные напряжения в днище

$$\sigma_{дн}=\frac{6\cdot M_{дн}}{t_{дн}^2}=\frac{6\cdot 17{,}771}{0{,}6^2}=296\frac{\text{кг}}{\text{см}^2}<R_y=3300\frac{кг}{см^2}$$

Проверка стенки в месте примыкания к днищу

Суммарные продольные растягивающие напряжения у нижнего края стенки

$$\sigma_{ст}^{р}=\frac{(P_{изб}+P_w+P_{кр}^{н})\cdot r}{2t_{ст}}-\frac{P_{ст}^{н}}{t_{ст}}+\frac{6M_0}{t_{ст}^2}=\frac{(0{,}024+0{,}0060+0{,}0056)\cdot 1380}{2\cdot 1{,}1}-$$

$$-\frac{3{,}17}{1{,}1}+\frac{6\cdot 23{,}993}{1{,}1^2}=27-3+119=143\frac{\text{кг}}{\text{см}^2}<R_y=3300\frac{кг}{см^2}$$

Суммарные продольные сжимающие напряжения у нижнего края стенки

$$\sigma_{ст}^{сж} = \frac{(P_{вк} + P_{сн} + P_{кр}) \cdot r}{2t_{ст}} + \frac{P_{ст}}{t_{ст}} + \frac{6M_0}{t_{ст}^2} = \frac{(0{,}0025 + 0{,}00168 + 0{,}0069) \cdot 1380}{2 \cdot 1{,}1} +$$

$$+ \frac{3{,}17}{1{,}1} + \frac{6 \cdot 23{,}993}{1{,}1^2} = 15 + 3 + 119 = 137 \frac{кг}{см^2} < R_y = 3300 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

Суммарные кольцевые растягивающие напряжения у низа стенки

$$\sigma_{ст}^{кольц} = \frac{P \cdot r}{t_{ст}} + \frac{6 \cdot \mu \cdot M_0}{t_{ст}^2} = \frac{1{,}556 \cdot 1995}{1{,}1} + \frac{6 \cdot 0{,}3 \cdot 23{,}993}{1{,}1^2} = 1988 \frac{кг}{см^2} < R_y = 3300 \ \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

Прочность стенки и днища в зоне их сопряжения обеспечена.

Наибольшие напряжения, действующие в стенке и днище, не превышают расчетного сопротивления стали.

Проверка прочности углового шва, прикрепляющего стенку к днищу, производится при одновременном воздействии поперечной силы и момента. Катет шва при применении полу- или автоматической сварки, согласно СНиП, принимается минимально возможным k_f = 3 мм.

Расчет производится по формуле

,

где

– при диаметре сварочной проволоки 1,4-2 мм;

Прочность сварных швов в зоне соединения стенки с днищем обеспечена.

2.4 Заключения по технической диагностике резервуара РВС-3000, выявление дефектов, подлежащих ремонту

С целью приведения технического состояния резервуара РВС-3000 в удовлетворительное состояние требуется выполнить следующие мероприятия:

- устранить повреждения элементов фундаментных конструкций резервуара (локальное разрушение ж/б кольцевого фундамента);

- произвести капитальный ремонт кольцевой площадки обслуживания РВС, смонтировать площадку для доступа к люку замерному;

- выполнить ремонт стенки резервуара путем установки промежуточных колец жесткости для обеспечения требуемой прочности и устойчивости в условиях ветровых и сейсмических воздействий.

Выполнить реконструкцию резервуара в составе работ:

- реконструкция резервуара с целью уменьшения величины потерь нефти от испарения (устройство понтона);

- мероприятия, повышающие пожарную безопасность на объекте (монтаж элементов подслойного пожаротушения).

3 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

3.1. Реконструкция резервуара с целью уменьшения величины потерь нефти от испарения

3.1.1. Расчет потерь нефти при «дыхании»

Принимаем, что в рассматриваемом резервуаре РВС-3000 будет находиться бензин.

Находим абсолютное давление в газовом пространстве в начале закачки:

$P_1 = P_a = 101200 Па$ – в начале закачки днем.

По графику для определения плотности бензиновых паров находим плотность паров бензина ρ, кг/м^3 или по формуле:

$$\rho = \frac{P_r \cdot M}{T \cdot R'} = \frac{101200 \cdot 58{,}609}{293 \cdot 8314{,}3} = 2{,}435 кг/м^3, ,$$

где Т – температура нефтепродукта в летний период;

R$'$ – газовая постоянная;

М – молярная масса.

Находим величину газового пространства после закачки бензина:

$$H_{Г1} = H_P - H_{взл.2} + \frac{H_K}{3} = 11{,}93 - 8{,}6 + \frac{0{,}88}{3} = 10{,}964 м, ,$$

где H_P – высота резервуара;

$H_{взл\,2}$ –высота взлива;

H_K – высота корпуса крыши.

Определяем объем газового пространства перед закачкой нефтепродукта, V.

$$V_Г = H_{1Г} \cdot \frac{\pi D^2}{4} = 10{,}964 \cdot \frac{3{,}14 \cdot 22{,}81^2}{4} = 4480{,}325 м^3,$$

$$H_{Г2} = H_P - H_{взл.2} + \frac{H_K}{3} = 11{,}93 - 10{,}33 + \frac{0{,}88}{3} = 1{,}893м,$$

Объем закачиваемого бензина:

$$V_H = Q \cdot \tau_З ,$$

где $\tau_З$ - время закачки;

Q – производительность закачки бензина;

$$V_H = 0.25 \cdot \pi \cdot D^{2\cdot} \cdot (H_{взл.2} - H_{взл.1}) = 0.25 \cdot 314 \cdot 22{,}810^{2\cdot} \cdot (0{,}964 - 1{,}893) = 3706{,}770 .$$

Время закачки:

$$\tau_З = \frac{V_H}{Q} = \frac{3706{,}77}{355} = 10{,}44ч.$$

Найдем общее время:

$$\tau = \tau_{ПР} + \tau_З = 6 + 10{,}44 = 16{,}44ч,$$

где $\tau_{ПР} = 6$ – время простоя резервуара.

Находим $\Delta C / C_S = 0{,}15$ при $\tau = \tau_{пр} + \tau_з$ по графику для определения температурного напора.

Находим скорость выхода газовоздушной смеси через дыхательные клапаны:

$$V_B = \frac{4 \cdot Q}{3600 \cdot n \cdot \pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 355}{3600 \cdot 4 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}632} = -{,}079м^3 / с, ,$$

где Q – производительность закачки бензина;

D – диаметр резервуара.

Определяем $\Delta C /(C_S \cdot \tau_З) = 0{,}0198$ по графику прироста относительной концентрации во время выкачки из резервуара.

Находим среднюю относительную концентрацию в газовом пространстве:

$$\frac{\Delta C}{C_S} = \frac{H_{1r}}{H_{2r}} + \frac{\Delta C_1}{C_S} + \frac{\Delta C_2}{C_S} = \frac{1{,}893}{10{,}964} + 0{,}15 + 0{,}0377 = 0{,}360,$$

где $\frac{\Delta C_1}{C_S} = 0{,}0198 \cdot 1{,}905 = 0{,}0377$

Определяем давление P_S = 19 кПа по графику для определения насыщенных паров нефтепродуктов, при Т = $Т_{П.СР}$ = 293 К.

Находим среднее парциальное давление паров нефтепродукта:

$$P_У = \frac{\Delta C_2}{C_S} \cdot P_S = 0{,}36 \cdot 19 = 6{,}847 кПа.,$$

где P_S – давление насыщенных паров нефтепродукта.

Потери бензина от одного «большого дыхания»:

$$G_{Б.Д.} = [V_Н - V_Г \cdot (\frac{P_2 - P_1}{P_2 - P_У})] \cdot \frac{P_У}{P_2} \cdot \rho =$$
$$= [3706{,}77 - 4480{,}325 \cdot (\frac{103500 - 101200}{103500 - 6847})] \cdot \frac{6847}{103500} \cdot 2{,}435 = 572{,}469 ,$$

где $P_2 = P_{АТМ.} + P_{К.Д.} = 101200 + 2300 = 103500 Па.$

3.1.2. Реконструкция резервуара для уменьшения потерь нефти (устройство понтона)

Всякое уменьшение газового пространства является одним из эффективных методов борьбы с потерями от испарения. Этот метод получил воплощение в резервуарах с плавающими крышами, с понтонами или плавающими экранами, с плоскими крышами, при хранении на водяных подушках или в настоящее время в контакте с рассолом в подземных соляных куполах.

Понтоны – эффективное средство сокращения потерь нефти и легкоиспаряющихся нефтепродуктов от «малых и больших дыханий» и «обратного выдоха» резервуара.

Проведем сравнительный анализ разных конструкций понтонов с выбором наилучшего варианта.

Таблица 3.1. Типы понтонов, их преимущества и недостатки

Тип ПП	Преимущества	Недостатки
Понтон		
Высокая эффективность в сокращении потерь, простота конструкции, пониженная пожароопасность		Повышенная стоимость и трудоемкость монтажа
Стальные	Универсальность, высокая прочность, несущая способность, негорючесть	Высокая масса, недостаточная остойчивость и непотопляемость при попадании продукта на понтон, жесткость, корродирует в сернистых соединениях, в действующие резервуары монтируют через проемы в кровле или стенке, значительное ограничение вместимости, ремонт и восстановление плавучести длительны и дороги
Алюминиевые	Невысокая масса, незначительные ограничение вместимости резервуара, возможно автоматическое удаление продукта с поверхности покрытия при постоянном уровне взлива, монтаж возможен через люк лаз, способность быстрой	Коррозионная стойкость определяется влажностью среды и характеристиками продукта, жесткость, высокая стоимость изготовления
Комбинированные	Низкая масса, возможность монтажа в резервуаре через существующие люки 0<О,5м, незначительное ограничение вместимости резервуара	Низкий рабочий диапазон температур и перечень хранимых продуктов, высокая стоимость
Неметаллические		Низкий рабочий диапазон температур и перечень хранимых продуктов, старение материала, насыщаемость продуктом, горючесть, хрупкость, высокая жесткость.
Экраны		
Возможность автоматического удаления продукта с настила при постоянном уровне взлива, легкость ремонта и восстановления плавучести, незначительное ограничение вместимости, возможность монтажа в резервуары через люки 0 <		Более низкая эффективность в сокращении потерь от испарения, прочность и жесткость в резервуарах большого диметра недостаточна, повышенная пожароопасность.
Стальные	Возможность изготовления на имеющихся мощностях заводов	Высокая масса, высокая жесткость.

Алюминиевые	Легкость и быстрота монтажа, низкая масса	Коррозионная стойкость определяется влажностью среды и характеристиками продукта, высокая стоимость изготовления
Неметаллические	Низкая масса, коррозионная стойкость, возможность ремонта без применения огневых работ	Низкая прочность, рабочий диапазон температур и перечень хранимых продуктов, старение материала, насыщаемость продутом, горючесть, жесткость, хрупкость.

На рисунке 3.1 приводится сравнительный анализ некоторых типов внутренних плавающих покрытий, предлагаемый на основе изучения литературных источников [21,31].

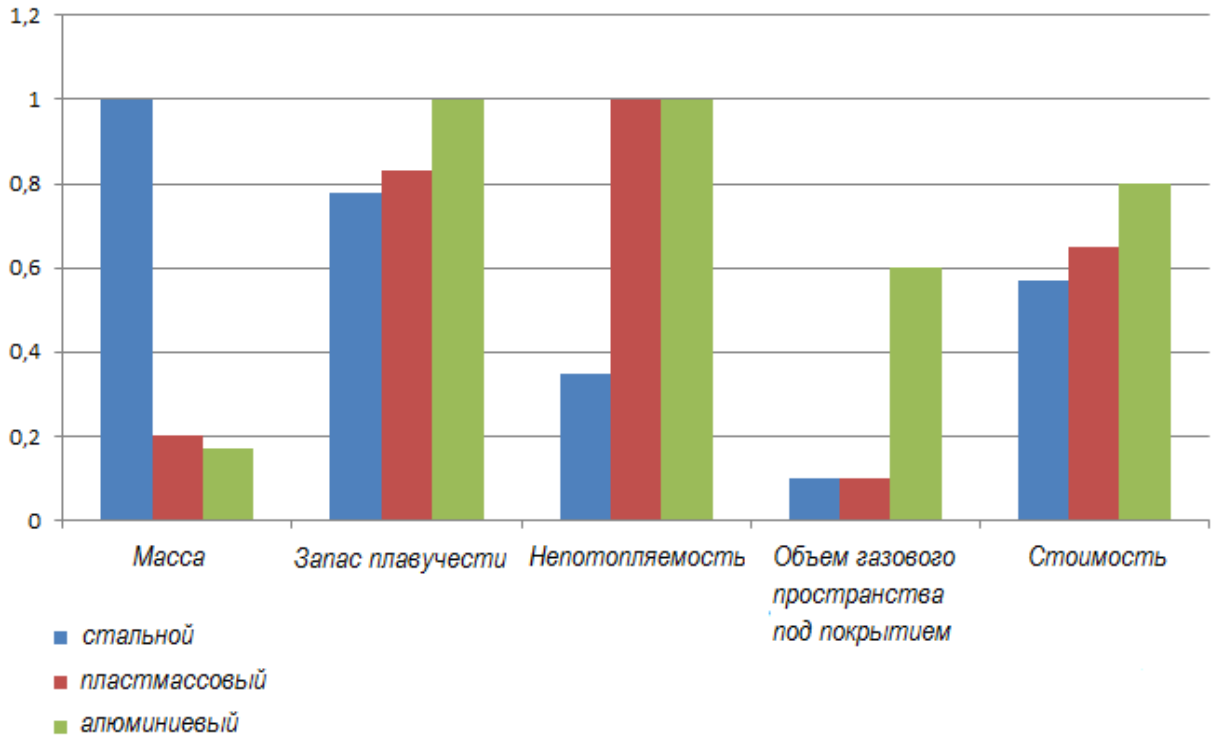

Рис. 3.1. Сравнительная характеристика разных конструкций плавающих покрытий

Главные характеристики понтона – это коэффициенты плавучести и непотопляемости.

Классификация понтонов с учетом характеристик плавучести, остойчивости, непотопляемости, для резервуаров типа РВС схематично представлена на рисунке 3.2.

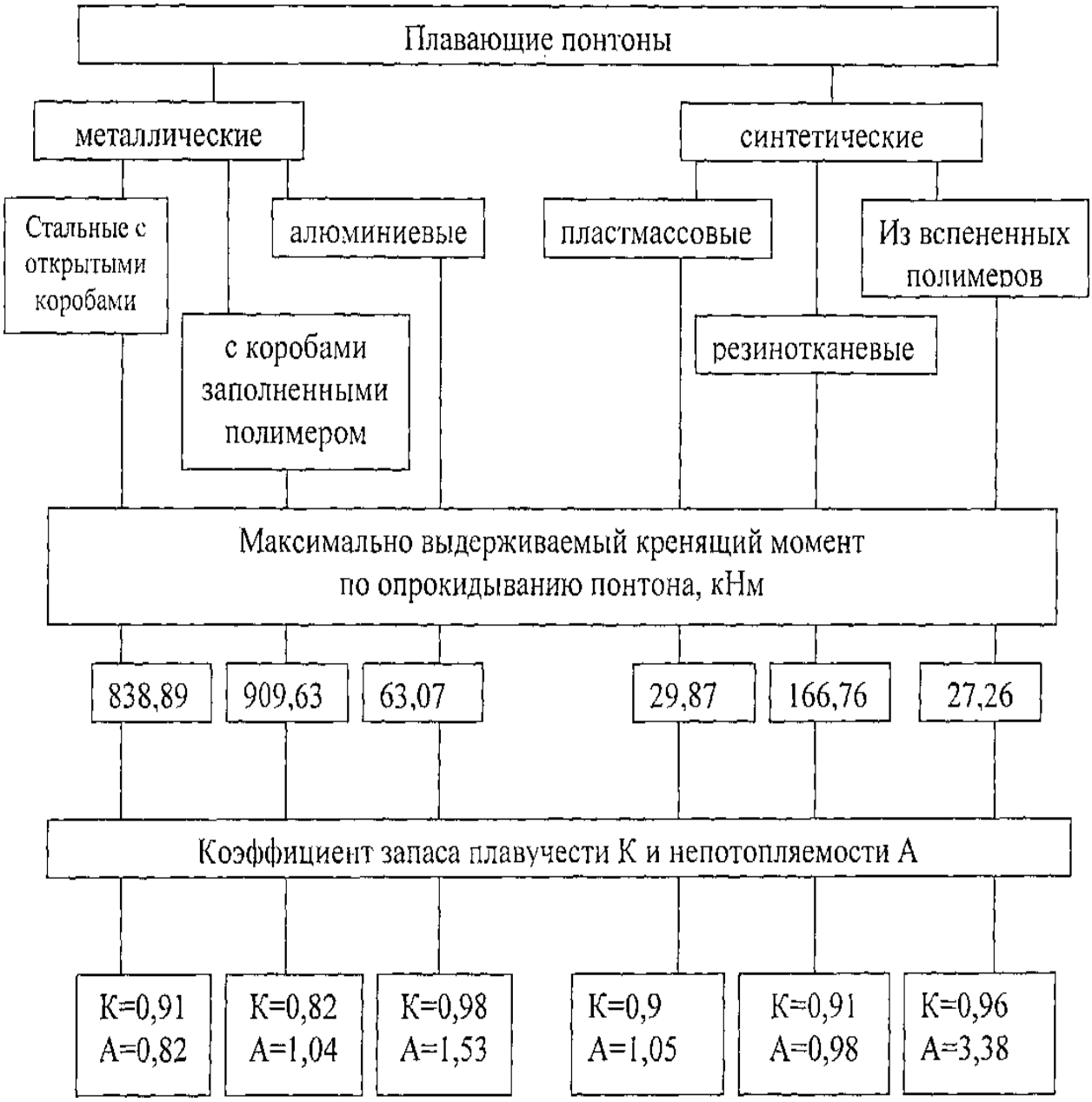

Рис. 3.2. Классификация понтонов в зависимости от конструктивных характеристик

Из рассмотренных данных видно: понтоны из вспененных полимеров обладают самым высоким коэффициентом непотопляемости, а алюминиевый понтон - самым высоким коэффициентом запаса плавучести.

Однако долговечность понтонов, выполненных из алюминия, больше, чем у пенополиуретанового понтона.

Срок службы алюминиевых понтонов около 30 лет, а вспененных полимеров - до первого капитального ремонта, т.к. понтоны из вспененных полимеров имеют свойство насыщения, что усложняет подготовку к огневым

работам.

Окончательно принимаем к установке алюминиевый понтон типа «АЛЬПОН».

Понтон представляет собой тонкостенный диск (диаметром на 400 мм меньше диаметра резервуара), лежащий на цилиндрических (трубчатых) поплавках, плавающих на поверхности продукта. В связи с погружением поплавков в продукт только на 50% от своего диаметра, между поверхностью продукта и понтона образуется свободное пространство, которое заполняют пары хранимой жидкости.

В понтонной конструкции используются наиболее стойкие к коррозии сплавы алюминия. Такие типы понтонов считаются наиболее надежными и практически непотопляемыми.

Понтон оснащен всем необходимым для его эксплуатации оборудованием:

- один или два люка — лаза (в соответствии с ГОСТ 31385-2008), которые при откачке продукта ниже фиксированного положения понтона выполняют также роль дыхательного клапана;

- для уплотнения образовавшегося зазора между понтоном и стенкой резервуара используется затвор мягкого типа ЗМП (или полужесткого типа ПЗП);

- необходимое количество затворов — кожухов, способствующих перемещению понтона вдоль вертикальных направляющих, которые в свою очередь предназначены для ручного отбора проб и размещения КИП;

- два противоповоротных устройства, предотвращающих поворот понтона под воздействием струй нефтепродукта;

- снятие статического напряжение обеспечивается системой заземление из токопроводящих кабелей, соединяющих понтон с кровлей резервуара;

- удаление жидкости с поверхности понтона происходит посредством дренажных устройств.

С точки зрения экономической целесообразности затраты на приобретение понтона быстро окупаются за счет сокращения потерь от испарения на 98%.

Конкурентные преимущества алюминиевого понтона «Альпон»:

- отсутствие затрат на эксплуатацию и ремонт;

- четко определенные сроки монтажа понтона, независимо от климатических условий и времени года;

- легкость монтажа без применения дополнительных механизмов и конструкций, загрузка деталей понтона производится в готовый резервуар через люк-лаз первого пояса;

- отсутствие необходимости в антикоррозионной защите понтона.

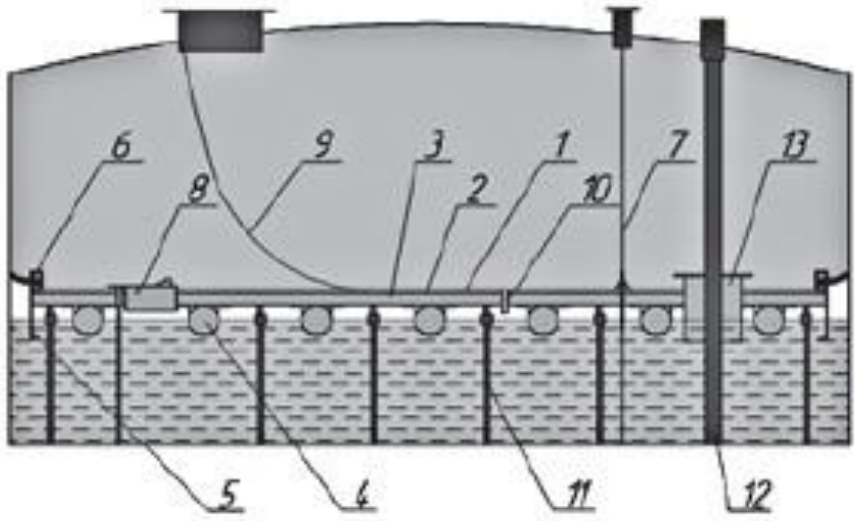

Рис. 3.3. Конструкция понтона «Альпон»:

1. Настил. 2. Верхняя балка. 3. Нижняя балка. 4. Поплавок. 5. Периферийная юбка. 6. Периферийный затвор. 7. Противоповоротное устройство. 8. Люк-лаз. 9. Кабель заземления. 10. Дренажное устройство. 11. Стационарная опора. 12. Направляющая резервуара. 13. Затвор направляющей.

3.2. Реконструкция резервуара с целью соблюдения противопожарной безопасности

3.2.1. Анализ пожарной опасности на объекте

Пожарная опасность технологического процесса определяется:

- пожароопасными свойствами веществ, находящихся в обращении и их количеством;

- возможностью образования горючих концентраций в резервуарах, на территории резервуарного парка;

- опасностью повреждений резервуаров и коммуникаций;

- возможностью появления источников зажигания;

- путями распространения пожара.

Рассмотрим основные из этих факторов.

Пожароопасные концентрации внутри технологического оборудования могут образовываться при условии, что:

- имеется паровоздушное пространство;

- рабочая температура жидкости находится между нижним и верхним пределами воспламенения с учетом коэффициента безопасности $\Delta t = 10°C$.

$$t_{нтп} - \Delta t < tp < t_{втп} + \Delta t;$$

где: $t_{нтп}$ и $t_{втп}$ - нижний и верхний температурные пределы воспламенения;

t_h - рабочая температура жидкости.

Возможность создания взрывоопасных концентраций внутри резервуара в летний и зимний период хранения показана в таблице 3.2.

Таблица 3.2. Оценка горючести среды в резервуарах

№№ п/п	Тип резервуара и нефтепродуктов в них	Наличие паровоздушного пространства	Рабочая температура, °С	Температурные пределы воспламенения, ° С		Заключение
				t нпв - 10	t впв +10	
1	2	3	4	5	6	7
	ЛЕТО			tр=20 °С		
1	РВС бензин	есть	+20	-45	+15	Горючая концентрация не образуется, т.к. tраб >>tвпв+10
2	РВС керосин	есть	+20	+14	+35	Концентрация паров керосина взрывоопасна, т.к. tнпв-10 < tр < tвпв+10
3	РВС дизтоплива	есть	+20	64	108	Горючая концентрация паров не образуется, т.к. tраб << tнпв -10
	ЗИМА			tр=-20 С		
4	РВС бензин	есть	-20	-45	-15	Горючая концентрация образуется, т.к. tнпв-10 < tр < tвпв+10
5	РВС керосин	есть	-20	+14	+35	Концентрация паров керосина не взрывоопасна, т.к. tраб << tнпв-10
6	РВС дизтоплива	есть	-20	+64	+108	Горючая концентрация дизтоплива не взрывоопасна, т.к. tраб<<tнпв-10

Кроме специфических источников зажигания могут иметь место и другие источники зажигания, например, искры электрогазосварочных работ, тепловые проявления электрического тока, разряды атмосферного электричества, неосторожное обращение с огнем и другие.

При производстве электрогазосварочных работ возможно загорание отложений масла и нефтепродуктов, сухой травы, деревянных конструкций и материалов, а также взрыв образовавшихся местных горючих концентраций с последующим горением.

Тепловые проявления электрического тока имеют место в связи с тем, что в резервуарном парке эксплуатируется большое количество устройств, потребляющих электрическую энергию: электрозадвижки, электродвигатели, различные приборы производственной автоматики. Особую опасность представляет собой перегрузка силовых электрических сетей, вызываемая увеличением нагрузки на электродвигатели, засорением электрозадвижек, различными неисправностями электросистемы и электрооборудования.

3.2.2. Разработка стационарной системы пожаротушения и охлаждения резервуара

Стационарная установка охлаждения резервуара состоит из горизонтального кольца орошения (оросительного трубопровода с устройством для распределения воды - перфорации) и подходящего к кольцу сухого стояка.

Кольцо орошения размещено в верхнем поясе стенок резервуара и поделено на четыре равных части. Диаметр (внутренний) кольца орошения 80 мм, отверстия в кольце орошения диаметром 5 мм, расстояние между отверстиями от 320 мм, отверстия расположены по направлению к стенке резервуара под углом.

К каждой четверти кольца орошения подходит сухой стояк диаметром 80 мм, соединенный горизонтальным водопроводом (проложенным под землей на глубине h = 1,5 м) с наружным противопожарным водопроводом резервуарного парка, через задвижку с ручным приводом для обеспечения подачи воды при пожаре.

Кольцо орошения и сухие стояки, подходящие к нему, выполнены из стальной электросварной трубы (сталь-3, 89/3 ГОСТ 3262).

Конструктивные элементы установки охлаждения показаны на рис. 3.4.

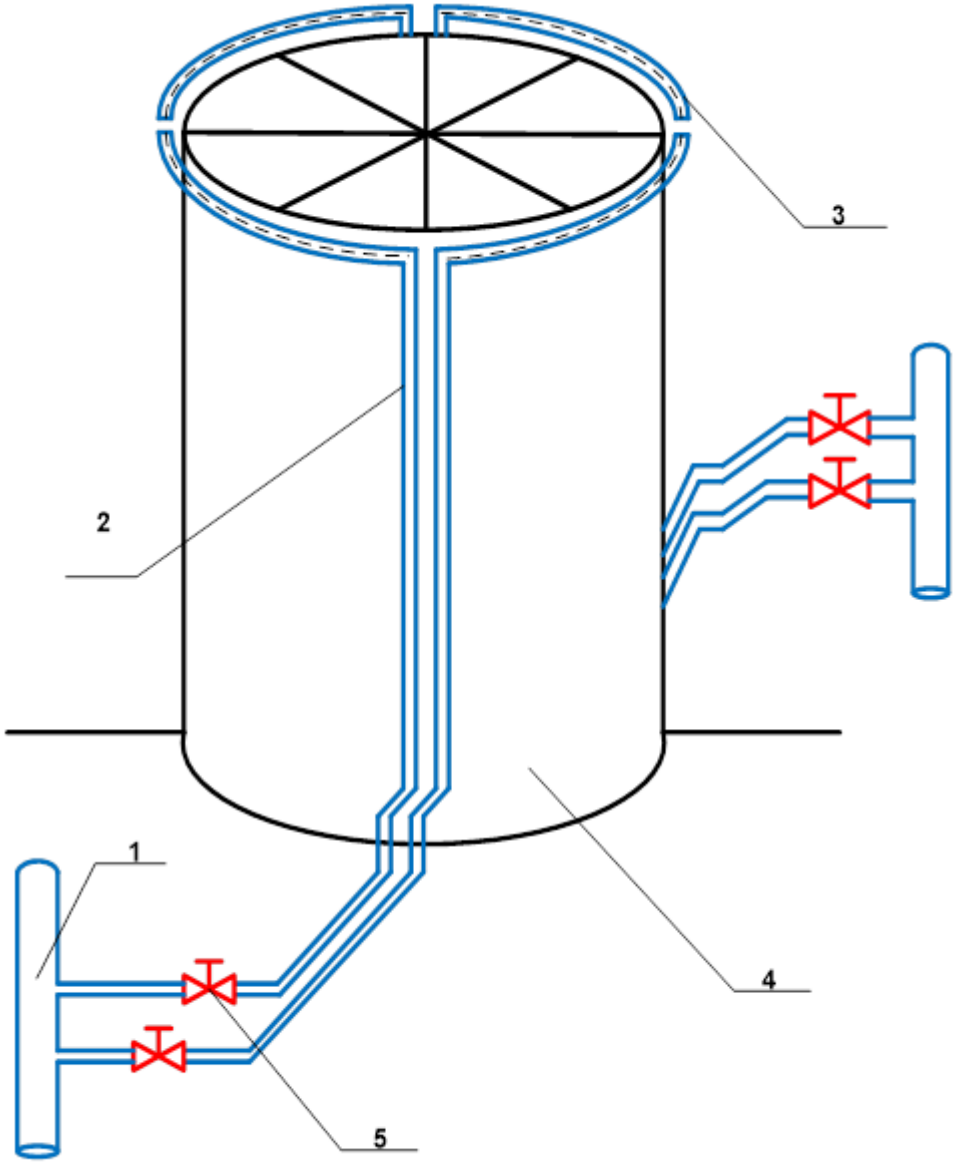

Рис. 3.4. Конструктивные элементы установки охлаждения резервуара

1. Противопожарный водопровод.

2. Стояк ($d_{СТ}$ = 80 мм).

3. Кольцо орошения ($d_К$= 80 мм) с орошающими отверстиями ($d_{ОТВ}$ = 5 мм).

4. Резервуар.

5. Ручная задвижка (РУ).

3.2.3. Описание схемы подслойного пожаротушения резервуара

Схема подслойного пожаротушения резервуара РВС-3000 представлена на рис. 3.5.

Принцип работы системы подслойного пожаротушения резервуара:

В СППР поступает сигнал о пожаре от термочувствительного кабеля. Данный кабель располагается по периметру верхнего пояса РВС. Одновременно от термоизвещателей поступает сигнал в пожарное депо на выезд пожарных машин.

Раствор пенообразователя получается в результате работы пожарной машины или бака-дозатора. Баки-дозаторы срабатывают оперативнее. Для присоединения пожарных машин предусмотрены гидранты и пожарные рукава.

Электроприводные задвижки на сети растворопровода у стенки резервуара открываются дистанционно. Пожарные рукава подключаются к напорным узлам с высоконапорными генераторами. Отсекающие задвижки открываются вручную для подачи раствора пенообразователя к пеногенераторам.

При возникновении пожара система автоматики запускает подачу воды в бак-дозатор. Давление в баке-дозаторе возрастает, эластичная емкость сдавливается, в результате чего из нее вытесняется пенообразователь, поступая в смеситель-дозатор. Одновременно туда же поступает вода. Из смесителя-дозатора происходит подача под давлением раствора пенообразователя на пеногенераторы.

Высоконапорные пеногенераторы находятся за пределами зоны обваловки. Из них низкократная пленкообразующая пена поступает в напорные трубопроводы, оснащенные разрывной мембраной с целью герметизации трубопровода между РВС и пеногенератором.

При срабатывании СППР под действием давления пены мембрана разрывается, открывая для пены проход в РВС. Далее пена распределяется по внутренней разводке и всплывает на поверхность, образуя негорючую и воздухонепроницаемую пленку.

При работе СППР зона воспламенения локализуется по направлению от краев к центру.

Время прохождения пены от пеногенератора до поверхности продукта в РВС составляет от 40…60 секунд.

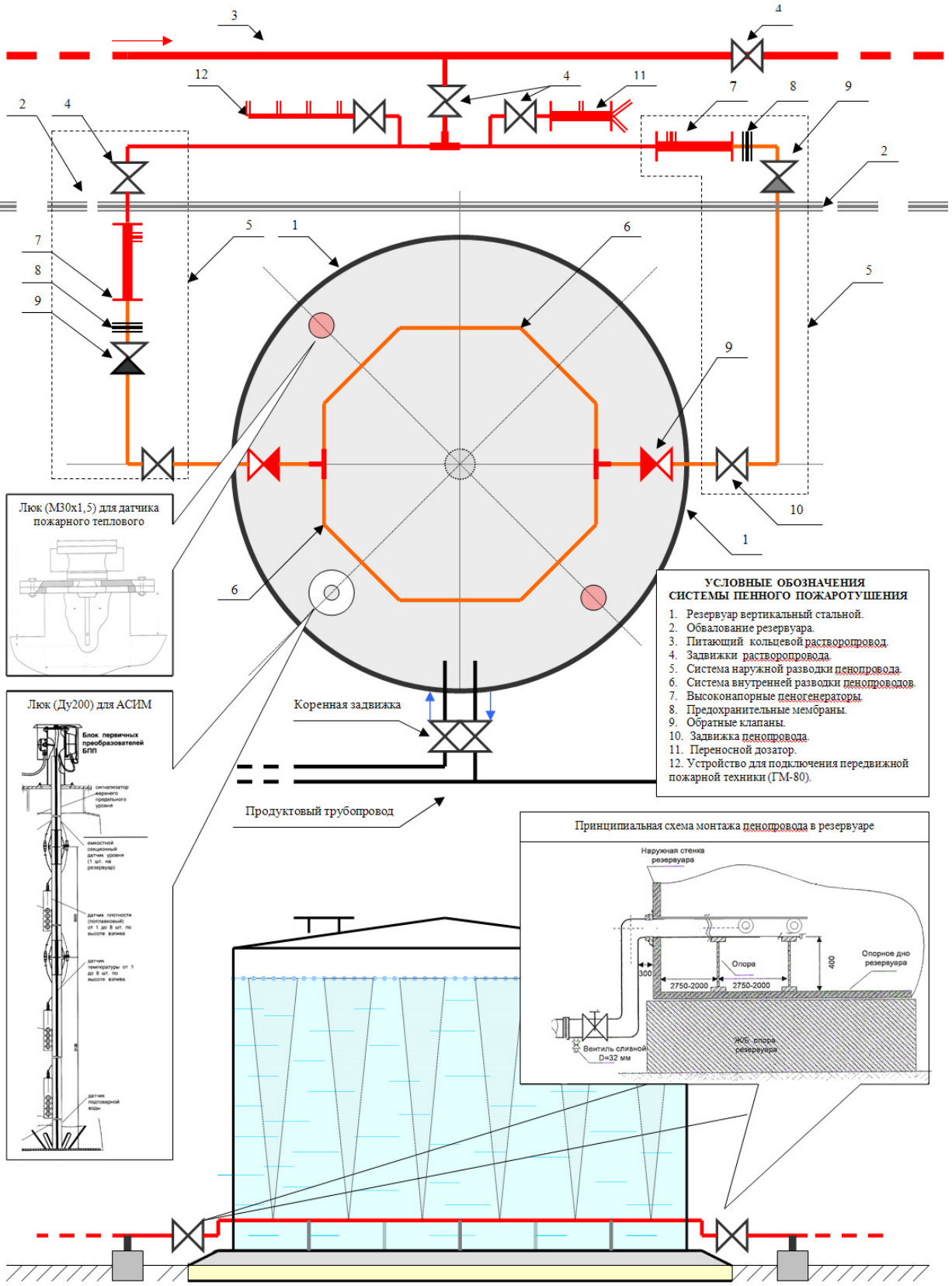

Рис. 3.5. Схема подслойного тушения резервуара РВС-3000

Характеристика пенообразователя

Принимаем пенообразователь «Orchidex AFFF F».

Пенообразователь orchidex AFFF F по техническому описанию № 003-2006 выпускается ORCHIDÉE GERMANY GmbH. Имеет сертификат пожарной безопасности, санитарно-эпидемиологическое заключение. В соответствии с классификацией ГОСТ Р50588-93 пленкообразующий фторсинтетический пенообразователь orchidex AFFF F (далее пенообразователь) относится к пенообразователям целевого назначения синтетическим фторсодержащим.

Пенообразователь выпускается с температурой застывания не выше -5°С, дополнительно может выпускается с температурой застывания не выше: -10°С; -15°С; -20°С; -25°С; -30°С; -35 °С; -40°С; -45°С.

Пенообразователь относится к трудно горючим жидкостям, не способным к самостоятельному горению. Температура вспышки в открытом тигле отсутствует. Температура самовоспламенения отсутствует до температуры кипения. Рабочие растворы пенообразователя пожаровзрывобезопасны. Пенообразователь малоопасное вещество 4 класса опасности по ГОСТ 12.1.007-76. Биологически разлагаемый продукт (степень биоразложения – не менее 80%). ПДК пенообразователя в воде водных объектов хозяйственного культурно-бытового назначения – 0,5 мг•дм-3.

Пенообразователь необходимо хранить в закрытой оригинальной таре производителя, баках-дозаторах или емкостях, изготовленных из нержавеющей стали или подходящего типа полимерных материалов. Коррозионные свойства рабочего раствора пенообразователя по отношению к сталям аналогичны коррозионным свойствам используемой воды.

Предназначен для объектов, где требуется использование пен различной кратности. Например, для тушения: пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах (пеной низкой или средней кратности); пожаров нефти и нефтепродуктов в продуктовых насосных станциях (пеной низкой, средней кратности или высокой кратности).

Таблица 3.3. Основные показатели пенообразователя

Наименование показателя	Норма	Метод испытания
1. Внешний вид	Однородная жидкость без осадка и расслоения	По ГОСТ Р 50588 п.5.1
2. Плотность при 20 ^{0}С, кг·м$^{-3}$, в пределах	1000 - 1200	По ГОСТ 18995.1
3. Кинематическая вязкость, при 20 ^{0}С, мм^2·с$^{-1}$, не более	200	По ГОСТ 33
4. Температура застывания, ^{0}С, не выше	минус 5	По ГОСТ 18995.5
5. Водородный показатель (pH) пенообразователя в пределах	6,5-10	По ГОСТ 22567.5
6. Кратность пены низкой кратности с использованием морской* и питьевой** воды, не менее	4	По НПБ 304-2001 п. 8.5.3
7. Устойчивость пены низкой кратности с использованием питьевой воды (время выделения из пены 50% объёма жидкости), с, не менее	60	По НПБ 304-2001 п. 8.5.3
8. Время тушения н-гептана пеной низкой кратности с использованием морской и питьевой воды при интенсивности (0,059$^{\pm}$0,002) дм^3·м$^{-2}$·с$^{-1}$ рабочего раствора, с, не более:	120	По ГОСТ Р 50588 п. 5.3.
9. Кратность пены средней кратности с использованием морской и питьевой воды (при увеличении концентрации рабочего раствора в три раза), не менее	40	По ГОСТ Р 50588: п. 5.2.
10. Кратность пены высокой кратности с использованием морской и питьевой воды (при увеличении концентрации рабочего раствора в три раза), не менее	500	По НПБ 304-2001 п. 8.5.5
11. Поверхностное натяжение рабочего раствора пенообразователя (приготовленного с использованием дистиллированной**** воды), не более, мН·м$^{-1}$	17,0	По п.21 НПБ 203-98
12. Межфазное натяжение рабочего раствора пенообразователя (приготовленного с использованием дистиллированной воды) на границе с н-гептаном****, не менее, мН·м$^{-1}$	2,0	По п.21 НПБ 203-98
13. Коэффициент растекания рабочего раствора пенообразователя (приготовленного с использованием дистиллированной воды) по н-гептану, более, мН·м$^{-1}$	0	По НПБ 203-98

* Модель морской воды по ГОСТ Р 50588-93;
** Питьевая вода по ГОСТ 2874-82;
*** Дистиллированная вода по ГОСТ 6709-72;
**** Гептан нормальный эталонный по ГОСТ 25828-83.

Выбор насосов

Повысительная насосная установка должна обеспечить подачу пожарного расхода системы автоматического пожаротушения 10 л/с с напором 50 м вод. ст. С учетом гарантийного напора в наружной водопроводной сети 40 м вод. ст. напор насосов составит:

Принимаем насосный агрегат CR 15-4 с подачей 15 л/с при напоре 30 м вод. ст., N = 4 кВт, КПД 82 %.

К установке принимаем два агрегата: один рабочий, один - резервный.

Выбор объема бака для мокрого хранения пенообразователя.

Воздушно-механическая пена, полученная из растворов перечисленных пенообразователей, не обеспечивает тушения пламени полярных горючих жидкостей (спиртов, ацетона, органических кислот и др.).

Для тушения полярных жидкостей в указанные растворы необходимо вводить пленкообразующие вещества (например, альгинат натрия). Первые порции пены, попадают на горящие поверхности и образуют пленку, на которую наслаивается последующие порции пены.

Эффективное тушение полярных жидкостей (спиртов, этанола, ацитона, гидразина, его производных и др.) достигается при применении пенообразователя марки ПО-1С, представляющего собой приготовленную из рафинированного алкиларилсульфоната с длинной цепью. Оптимальная концентрация пасты в растворе 10... 12 %.

Объем бака для хранения пенообразования рассчитываем из расчета 10 минутной продолжительности работы системы пенного пожаротушения.

Расчетный расход воды в системе составляет 10 л/с. При 10 % концентрации пенообразователя его секундный расход составит 1,0 л/с; объем пенообразователя необходимый для 10 минутной работе системы составит:

По правилам кроме рабочего объема пенообразователя необходимо хранение 100 % запаса пенообразователя в готовом к применению виде непосредственно на объекте (возможно в одном баке), и еще 100 % запас на складе.

Таким образом, объем емкости для хранения рабочего и запасного объема пенообразователя на объекте составит:

$$W = 0,6 \cdot 2 = 1,2 \text{ м}^3;$$

Принимаем один бак объемом 1,2 м^3.

3.2.4. Расчет огнепреградителей дыхательной арматуры резервуара

Одним из названных способов защиты резервуара служат различного вида огнепреградители, устанавливаемые на дыхательной арматуре резервуаров.

В нашем случае применим кассетные огнепреградители.

Устройство огнепреградителя показано на рисунке 2.6.

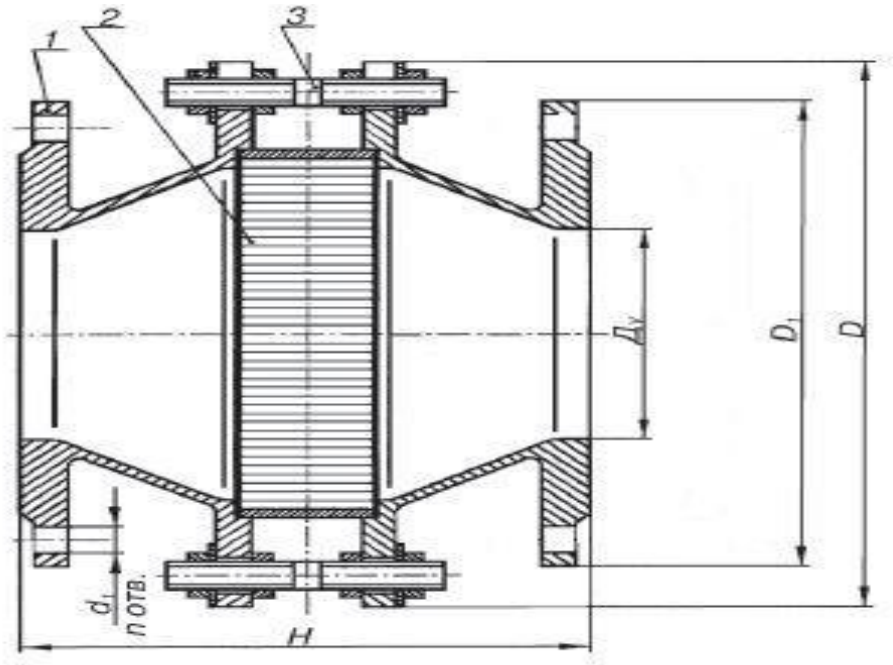

Рис. 3.6. Кассетный огнепреградитель

1 - корпус, состоящий из двух половинок;

2 - огнепреграждающий элемент (кассета);

3 - четыре соединительных шпильки.

Произведем расчет кассетного огнепреградителя по методу Я.Б. Зельдовича, в его работах показано, что на пределе распространения пламени в трубках малого диаметра достигается постоянство числа Пекле.

На пределе гашения пламени величина числа Пекле колеблется в пределах 60-80 и примерно одинакова для всех горючих смесей и огнегасящих насадок в широком диапазоне изменения условий опыта.

По этой закономерности найдём величину критического диаметра огнепреградителя.

Число Пекле применительно к данному условию выражается как

$$Pe_{кр} = \frac{u_н \cdot d_{кр}}{a},$$

где $Pe_{кр}$ – число Пекле, на пределе гашения пламени равное 65;

a – коэффициент температуропроводности;

$u_н$ – нормальная скорость распространения пламени, равная 0,44 м/с.

$$a = \frac{\lambda}{c_p \cdot \rho},$$

где λ – коэффициент теплопроводности горючей смеси;

c_p – теплоёмкость горючей смеси;

ρ – плотность горючей смеси.

Согласно уравнению газового состояния

$$pV = G\,R\,T$$

$$\rho = G / V = p / R\,T$$

где R – газовая постоянная 8,314 Дж/(моль·К);

T – температура горючей смеси 20 °С или 293К;

p – давление горючей смеси, 101325 Па;

G – количество горючей смеси.

Подставляя и решая уравнение относительно критического диаметра огнегасящего канала, получим:

$$d_{кр} = \frac{Re_{кр} \ \lambda \ R \ T}{u_н \ c_p} .$$

Величину коэффициента теплопроводности двухкомпонентной паровоздушной смеси определяем по формуле:

$$\lambda = \ _г \cdot \lambda_г + (1 - \ _г) \cdot \lambda_в ,$$

где $_г$ – содержание горючего вещества в смеси;

$\lambda_г = 0{,}36 \cdot 10^{-2}$ Вт/м·К - коэффициент теплопроводности горючего пара;

$\lambda_в = 0{,}259 \cdot 10^{-2}$ Вт/м·К - коэффициент теплопроводности воздуха при 20°С.

Запишем реакцию горения бензина в воздухе:

$$C_{7,267} \ H_{14,796} + 21{,}932 \ (O_2 + 3{,}76 \ N_2) =$$
$$= 7{,}267 \ CO_2 + 7{,}398 \ H_2O + 21{,}932 \cdot 3{,}76 N_2$$

Определяем концентрацию бензина в стехиометрической смеси с воздухом по формуле

$$_г = 1 / \Sigma \ m_i$$

где m_i – количество молей каждого из компонентов в смеси.

$$_г = \frac{1}{1+21{,}932 \cdot (1+3{,}76)} = 0{,}0092 ,$$

Таким образом, горючего компонента в парогазовоздушной смеси содержится $_г$ = 0,0092 об. доли = 0,92% об., что составляет менее 5%, следовательно в расчетах можно использовать соответствующие показатели воздуха.

Для примера рассчитаем теплопроводность паровоздушной смеси и сопоставим её с теплопроводностью воздуха, тогда:

$$\lambda = 0{,}0092 \cdot 0{,}36 \cdot 10^{-2} + (1 - 0.0092) \cdot 0{,}259 \cdot 10^{-2} = 0{,}0026 \text{ Вт/м·К},$$

из полученного значения видно, что показатели практически одинаковые.

Найдём удельную газовую постоянную для исходной смеси

$$R = 8{,}314 / (\ _{г} \cdot M)$$

$$R = 8{,}314 / (0{,}0092 \cdot 102{,}2) = 8{,}842 \text{ Дж/(моль·К)};$$

где М – молярная масса равная 102,2 кг·кмоль$^{-1}$.

Подставляем полученные данные в формулу:

$$d_{кр} = \frac{Re_{кр}\ \lambda\ R\ T}{u_{н}\ c_{p}\ p} = \frac{65 \cdot 0{,}0026 \cdot 8{,}842 \cdot 293}{0{,}44 \cdot 1{,}005 \cdot 101325} = 0{,}0098 \text{ м}$$

Безопасный (гасящий) диаметр составит:

$$d = 0{,}5 \cdot dкр$$

$$d = 0{,}5 \cdot 0{,}0098 = 0{,}0049 \text{ м}.$$

ВЫВОД. Из произведенного расчета видно, что для защиты дыхательных клапанов резервуара с бензином от проникновения пламени внутрь резервуара, огнепреградитель должен быть с диаметром отверстий в кассетах не более 0,0049 м.

Принимаем огнепреградитель с диаметром отверстий в кассетах 0,003 м, что удовлетворяет требованиям безопасности.

4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ (КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ РЕЗЕРВУАРА)

4.1. Разработка технологической карты на устранение повреждений элементов фундаментных конструкций

4.1.1. Техническое задание

Настоящая технологическая карта разработана на выполнение ремонтных работ по устранению повреждений элементов фундаментных конструкций (ж/б кольцо) резервуара для хранения нефти емкостью 3000 м^3.

В данной технологической карте рассматриваются следующие повреждения элементов фундаментных конструкций:

- разрушение ж/б кольцевого фундамента (рис. 4.1).

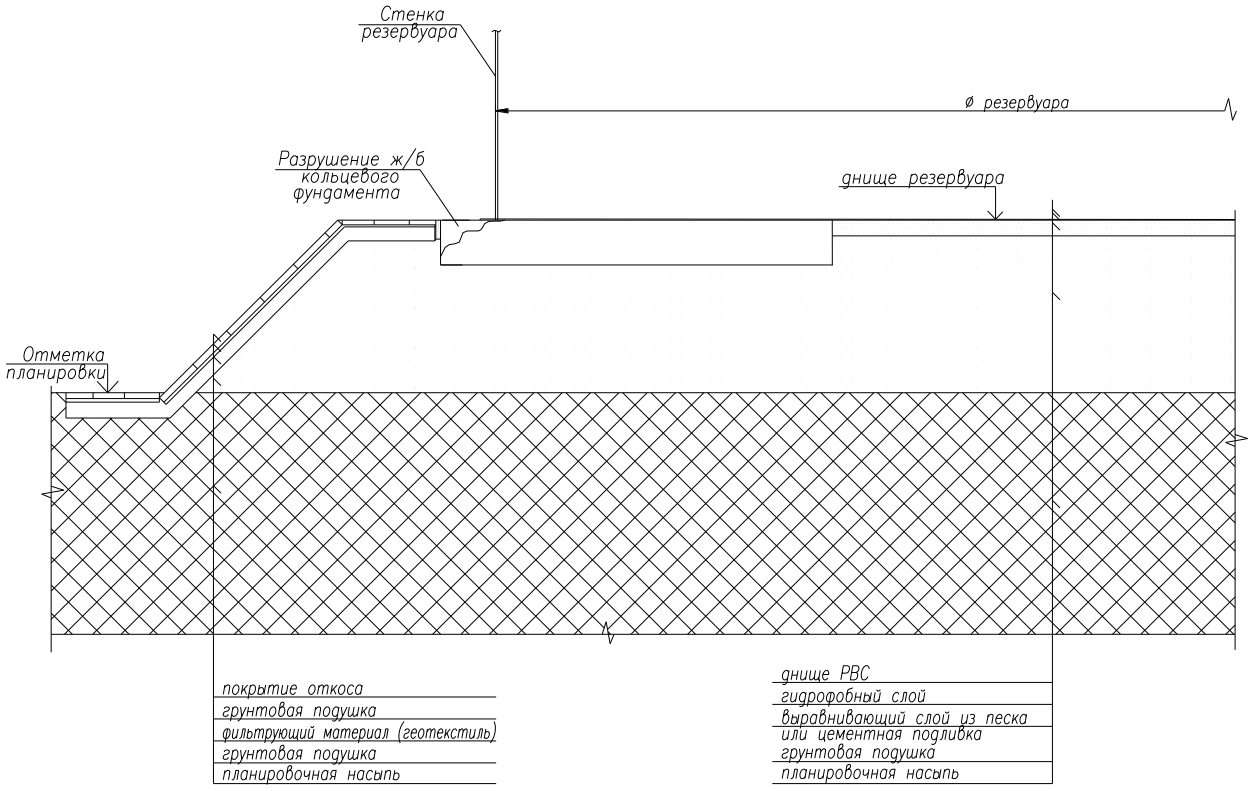

Рис. 4.1. Разрушение ж/б кольцевого фундамента

4.1.2. Технология и организация выполнения работ

Перед началом производства ремонтных работ должны быть выполнены подготовительные работы:

- подготовлена территория в пределах границ сооружений;

- возведены временные сооружения;

- стройплощадка обеспечена временными инженерными коммуникациями – водоснабжения, энергоснабжения, связи – и сетью временных дорог.

Технология строительного процесса

Производится экспертиза состояния ж/б кольцевого фундамента.

Если по результатам экспертизы не требуется замена арматуры ж/б фундамента, то к разрушенному участку ж/б кольца устанавливается опалубка и укладывается бетонная смесь. После затвердения бетонной смеси опалубку удаляют и производят ремонт отмостки.

Схема выполнения работ представлена на рис. 4.2, 4.3.

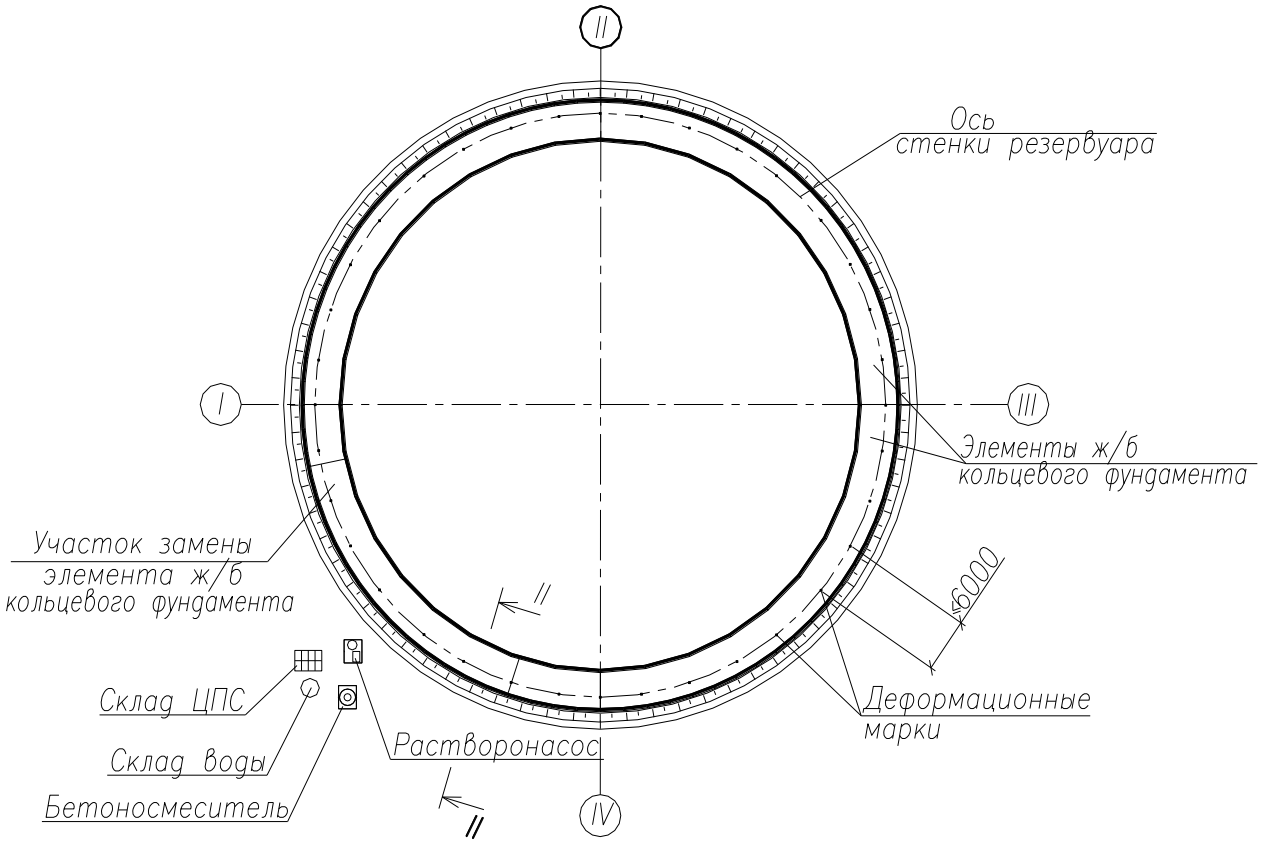

Рис. 4.2. Схема выполнения работ

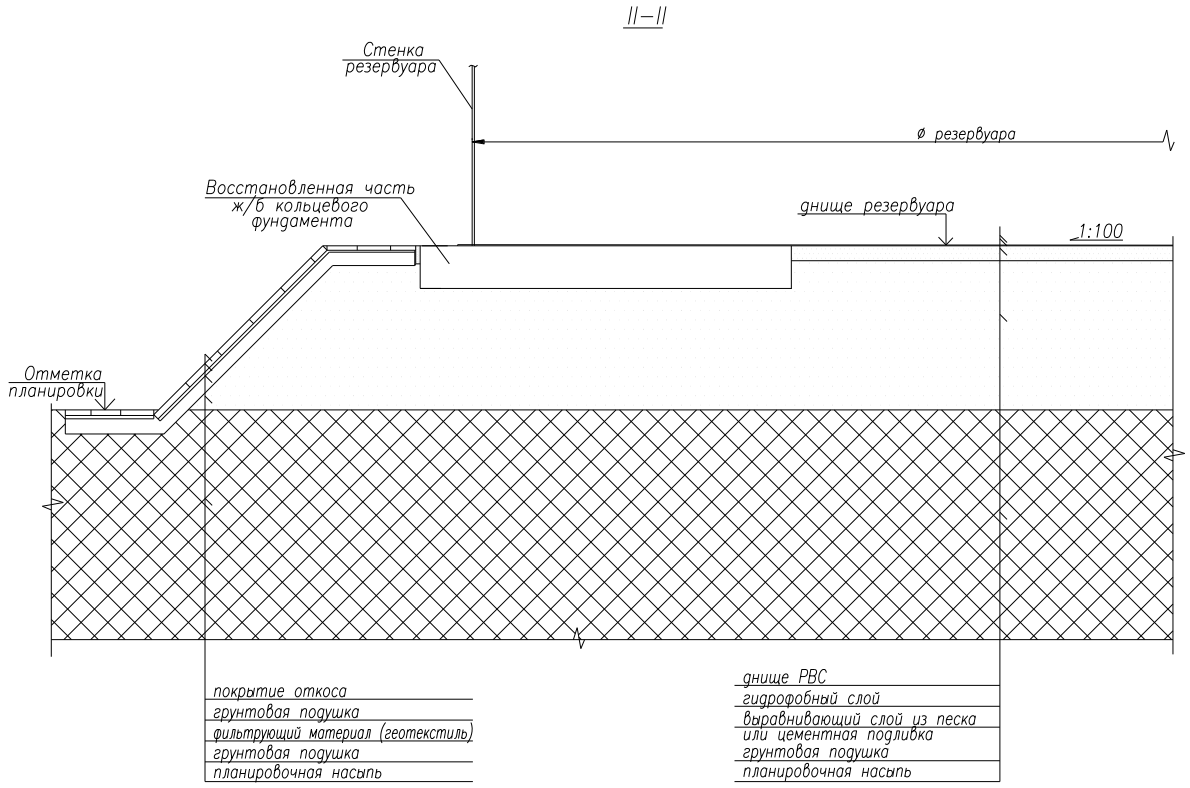

Рис. 4.3. Схема выполнения работ

4.1.3. Требования к качеству и приемке работ

Производственный контроль качества строительно-монтажных работ должен включать входной контроль изделий, материалов и оборудования, операционный контроль отдельных строительных процессов и приемочный контроль строительно-монтажных работ.

При входном контроле строительных материалов следует проверять внешним осмотром соответствие их требованиям стандартов или других нормативных документов и рабочей документации, а также наличие и содержание паспортов, сертификатов и других сопроводительных документов.

Операционный контроль должен осуществляться в ходе выполнения строительных процессов и обеспечивать своевременное выявление дефектов и принятие мер по их устранению и предупреждению.

При операционном контроле следует проверять соблюдение технологии выполнения строительно-монтажных процессов; соответствие выполняемых работ рабочим чертежам, строительным нормам, правилам и стандартам.

Систематические контрольные наблюдения ведут строительная организация, представители технического надзора заказчика и лица, инспектирующие строительство.

В таблице 4.1 приведены технологические процессы и методы их контроля при разрушении ж/б кольцевого фундамента.

Таблица 4.1. Технологический процесс ремонтных работ

№\№ п/п	Наименование технологических процессов, параметров и признаков, подлежащих контролю	Предмет контроля	Способ контроля и инструмент	Время проведения контроля	Ответствен-ный за контроль
1	2	3	4	5	6
Бетонные работы					
1	Приготовление б/с	Удобоукладываемость (П4)	Конус, линейка мет, кельма	В процессе приготовления б/с	Мастер, прораб
2	Наличие мусора, грязи и пыли на поверхности ж/б фундамента	Не допускается	Визуальный	Перед укладкой б/с	Мастер, прораб
3	Увлажнение поверхности ж/б фундамента	Необходимость	Визуальный	Перед укладкой б/с	Мастер, прораб
4	Заливка б/с на поврежденный участок ж/б фундамента	Отсутствие полостей и зазоров между ж/б фундаментом и б/с	Визуальный	В процессе работы	Мастер
5	Твердение б/с	Защита от атмосферных осадков, потери влаги	Визуальный	Пероидически	Мастер, прораб
6	Контроль прочности бетона	Соответствие проекту	Пресс, склерометр	Через 28 сут.	Лаборатория

4.1.4. Потребность в ресурсах

В таблицах 4.2, 4.3, 4.4 приведены данные для резервуара объемом 3000 м^3 (при разрушении ж/б кольцевого фундамента).

Таблица 4.2. Перечень и объем материалов

№/№ п/п	Наименование материала	Марка	Назначение	Ед. изм.	Объем на 1 м.п.
1	2	3	4	5	6
1	Сухая цементно-песчаная смесь	М-150	Приготовление б/с	м3	0,15
2	Вода пресная	-	Приготовление б/с	м3	0,03
3	Суперпластификатор	Sika ViscoCrete-3	Приготовление б/с	кг.	1,5
4	Гидрофобная добавка	Sika-1	Приготовление б/с	кг.	1,2

Таблица 4.3. Перечень машин, механизмов и оборудования

№/№ п/п	Наименование машин, механизмов и оборудования.	Тип, марка	Техническая характеристика	Назначение	Кол-во
1	2	3	4	5	6
1	Бетоносмеситель гравитационный	БГ-750	Объем -750 л. Масса-970 кг.	Приготовление б/с	1
2	Растворонасос	СО-50	Приозв-ть -7м3/час, Масса – 400 кг.	Приготовление б/с	1

Таблица 4.4. Перечень инструмента, инвентаря и приспособлений

№/№ п/п	Наименование инвентаря и инструмента	Марка, ГОСТ, ТУ	Техническая характеристика	Назначение	Кол-во
1	2	3	4	5	6
1	Нивелир	10528-90*	-	Контроль высотных отметок	1
2	Рейка нивелирная	23543-88*	-	Геодезические работы	1
3	Рулетка стальная	7502-98	-	Измерение элементов и разбивка осей	1
4	Лопата совковая	19596-87*	-	Подача б/с	2
5	Трамбовка ручная	-	-	Подбивка песчаной смеси	1
6	Лом	-	-	Рихтовка элементов	2
7	Метр складной металлический	427-75*	-	Измерение элементов	2
8	Каска винилпластовая	12.4.087-84	-	Защита головы	6
9	Строп	25573-82*	Четырехветвевой, грузоподъемностью 2 т.	Монтажные работы	1
10	Контейнеры для сухой ЦПС	26598-85	Емкость –0,3 $м^3$	Хранение ЦПС	2
11	Щетки	10597-87*	-	Очистка пов-ти ж/б фундамента	2
12	Брус планировочный	Инвентарный	-	Выравнивание уложенной б/с	1
13	Направляющие	Инвентарные	-	Выравнивание краев захватки	2
14	Метла	-	-	Очистка пов-ти ж/б фундамента	2

4.2. Технологическая карта на монтаж площадок обслуживания резервуара (кольцевая площадка, площадка люка замерного)

4.2.1. Общие положения

Технологическая карта разработана на монтаж площадок обслуживания резервуара РВС-3000.

Все работы должны производиться в соответствии с требованиями:

- СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть I. Общие требования»;

- СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть II. Строительное производство»;

- ПБ 03-605-03 «Правила устройства вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов»;

- ПБ 10-382-00 «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъёмных кранов».

4.2.2. Порядок производства работ

Таблица 4.5. Порядок производства работ

Выполняемые работы	Оборудование, приспособления, материалы, средства защиты	Состав бригады	Примечания
1. Подготовительные работы			
Перед началом работ выполнить следующие мероприятия: - провести вводный и первичный инструктаж рабочих по ОТ представителем заказчика; - в службе пожарной охраны провести вводный инструктаж рабочих с записью в журнал инструктажей и целевой инструктаж с записью в наряде-допуске; - участок работ оградить сигнальной лентой на деревянных опорах или за существующие сооружения (высота ленты 1,2 м, шаг опор 5-9 м); - проверить наличие искрогасителей на кране и гидравлическом подъемнике; - получить наряд-допуск на работы на высоте; - получить наряд-допуск на огневые и газоопасные работы; - лицом, обязанным проводить анализ газовоздушной среды, сделать анализ воздушной среды на отсутствие взрывоопасных концентраций газа (концентрация углеводородов нефти не выше ПДК 300 мг/м^3) газоанализатором «Калион-1В». Места			

проведения анализа ГВС определяются лицом, выдающим наряд-допуск. Анализ ГВС должен проводиться перед началом работ, после перерывов в работе и во время проведения работ с периодичностью указанной в наряде-допуске в зависимости от конкретных условий, но не реже чем через 1 час; - обеспечить место проведения огневых работ следующими первичными средствами пожаротушения: - кошма войлочная или асбестовое полотно размером 2х2 м –2 штуки; - при проведении сварочных работ – не менее 2 шт. (ОУ-10); - лопаты, топоры, ломы (5 комплектов), пожарные рукава со стволами (4 комплекта); - при проведении работ должно быть обеспечено дежурство пожарного расчета на автоцистерне			
Опасные и вредные производственные факторы: 1. Расположение рабочих мест вблизи перепада по высоте 1,3 м и более; 2. Передвигающиеся конструкции, грузы; 3. Обрушение незакрепленных элементов конструкций резервуара; 4. Падение вышерасположенных материалов, инструмента; 5. Повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; 6. Опрокидывание машин, падение их частей			
2. Основные работы			
2.1 Монтаж кольцевой площадки обслуживания резервуара			
Монтаж кольцевой площадки обслуживания производится из готовых секций. Установить секцию прилегающую к кольцевой площадке.	Кран КС-45721 (1 шт.), гидравлический подъемник АГП-22 или инвентарные подмости, рулетка 3м (1 шт.), УШС-3 (1шт.), сварочный пост (1 шт.), шлифмашинка (1шт), каска (5 шт.), костюм х/б (2 шт.), сапоги кирзовые (4 пар), рукавицы х/б (2 пары), костюм брезентовый (2 шт.), рукавицы брезентовые (2 пары), щиток сварочный (1 шт), очки защитные (1шт.), костюм х/б ИТР (1 шт.)	Монтажник - 1 чел, машинист подъемника - 1 чел, крановщик – 1 чел, сварщик - 1 чел, мастер	Согласно схем
Приварить ее к кольцевой площадке, приварить подкладные пластины к кровле резервуара, секцию к ним, приварить ограждение к площадке.			
2.2 Монтаж площадок обслуживания пеногенераторов			
1. К монтажу площадок обслуживания пеногенераторов на стенке резервуара приступить после завершения сварочно-монтажных работ стенки и кровли	Подъемник гидравлический АГП-22, чертилка (1 шт.), рулетка 3м.(1 шт.), каска (3 шт.), костюм х/б ИТР(1 шт.), сапоги кирзовые (2 пары), очки защитные (2 пары), костюм брезентовый (2 шт.),	Монтажник - 2 чел, мастер	Согласно схем

резервуара. На стенке и кровле резервуара разметить места положение подкладных пластин площадки обслуживания и лестницы. Подкладные пластины должны располагаться не ближе 5-ти номинальных толщин стенки от оси горизонтальных швов стенки резервуара и не ближе 10-ти номинальных толщин стенки от оси вертикальных швов стенки, а так же от края любого другого конструктивного элемента	рукавицы брезентовые (2 пары), костюм х/б (1шт.), рукавицы х/б (1 шт.)		
2. Приварить накладные пластины, согласно разметки на стенке резервуара швом Н1 катет 5 мм, на кровле швом Н1 катет 4. Зачистить сварные швы	Подъемник гидравлический АГП-22, рулетка 3м (1 шт.), сварочный пост (1 шт.), шлифмашинка (1 шт), каска (4 шт.), костюм х/б (1 шт.), сапоги кирзовые (4 пары), рукавицы х/б (1 пара), костюм брезентовый (2 шт.), рукавицы брезентовые (2 пары), щиток сварочный (1 шт), очки защитные (1шт.), костюм х/б ИТР (1 шт.)	Монтажник - 1 чел, машинист подъемника - 1 чел, сварщик - 1 чел, мастер	
3. Застропить площадку обслуживания помощи 4-х ветвевого стропа. Поднять и подвести ее к стенке резервуара. Выполнить сварку кронштейнов крепления площадки обслуживания к подкладным пластинам. Застропить лестницу, подвести ее в проектное положение. Выполнить приварку кронштейнов лестницы к подкладным	Кран КС-45721 (1 шт.), гидравлический подъемник АГП-22 или инвентарные подмости, рулетка 3м (1 шт.), УШС-3 (1шт.), лупа 10х (1 шт.) сварочный пост (1 шт.), шлифмашинка (1 шт), каска (5 шт.), костюм х/б (2 шт.), сапоги кирзовые (4 пар), рукавицы х/б (2 пары), костюм брезентовый (2 шт.), рукавицы брезентовые (2 пары), щиток сварочный (1 шт.), очки защитные (1шт.),	Монтажник - 1 чел, машинист подъемника - 1 чел, крановщик – 1 чел, сварщик - 1 чел, мастер	

пластинам, а саму лестницу к площадке обслуживания. Проконтролировать сварочные швы визуально-измерительным контролем – 100% швов	костюм х/б ИТР (1 шт.)		
4. Аналогичным способом выполнить монтаж второй площадки обслуживания с лестницей.			
2.3 Монтаж кронштейнов			
1.К монтажу кронштейнов на стенке резервуара приступить после завершения сварочно-монтажных работ стенки резервуара. На стенке резервуара разметить места положение подкладных пластин кронштейнов. Подкладные пластины должны располагаться не ближе 5-ти номинальных толщин стенки от оси горизонтальных швов стенки резервуара и не ближе 10-ти номинальных толщин стенки от оси вертикальных швов стенки, а так же от края любого другого конструктивного элемента.	Подъемник гидравлический АГП-22, чертилка (1 шт.), рулетка 3м.(1 шт.), каска (3 шт.), костюм х/б ИТР(1 шт.), сапоги кирзовые (2 пары), очки защитные (2 пары), костюм брезентовый (2 шт.), рукавицы брезентовые (2 пары), костюм х/б (1шт.), рукавицы х/б (1 шт.)	Монтажник - 2 чел, мастер	Согласно схем
2. Приварить накладные пластины, согласно разметки швом Н1 катет 6 мм. Зачистить сварные швы.	Подъемник гидравлический АГП-22, рулетка 3м (1 шт.), сварочный пост (1 шт.), шлифмашинка (1 шт), каска (4 шт.), костюм х/б (1 шт.), сапоги кирзовые (4 пары), рукавицы х/б (1 пара), костюм брезентовый (2 шт.), рукавицы брезентовые (2 пары), щиток сварочный (1	Монтажник - 1 чел, машинист подъемника - 1 чел, сварщик - 1 чел, мастер	Согласно

	шт), очки защитные (1шт.), костюм х/б ИТР (1 шт.)		
3.Выполнить сварку кронштейнов крепления трубопроводв к подкладным пластинам Т1 катет 5. Проконтролировать сварочные швы визуально-измерительным контролем – 100% швов	Гидравлический подъемник АГП-22 или инвентарные подмости, рулетка 3м (1 шт.), УШС-3 (1шт.), лупа 10х (1 шт.) сварочный пост (1 шт.), шлифмашинка (1 шт), каска (5 шт.), костюм х/б (2 шт.), сапоги кирзовые (4 пар), рукавицы х/б (2 пары), костюм брезентовый (2 шт.), рукавицы брезентовые (2 пары), щиток сварочный (1 шт.), очки защитные (1шт.), костюм х/б ИТР (1 шт.)	Монтажник - 1 чел, машинист подъемника - 1 чел, сварщик - 1 чел, мастер	Согласно

4.2.3. Контроль качества

Визуально измерительный контроль 100 % сварных соединений.

При возникновении дефектов основного металла и сварных швов дефекты устранить по специально разработанной технологической карте на устранение дефектов.

4.2.4. Техника безопасности при производстве работ

Работы производить в строгом соблюдении последовательности и технологии производства отдельных видов работ, указанных в технологических картах.

Для обеспечения безопасности производства работ рекомендуется выполнение следующих мероприятий:

- работы производить специализированными бригадами;

- на монтажной площадке, в зоне, где ведутся монтажные работы, не допускается нахождение посторонних лиц.

- ввиду наличия большого количества проездов через существующие подземные коммуникации следует использовать строительные машины и механизмы преимущественно на пневмоходу;

- огневые работы внутри резервуара производить только при организации принудительной вентиляции;

- внутри резервуара организовать искусственное освещение при помощи светильников или ручных переносных ламп напряжением не более 12 В;

- работы на высоте 1,3 м производить с использованием предохранительных поясов;

- при работе с краном выполнять требования правил безопасного выполнения работ с кранами.

- для подачи сигналов машинисту грузоподъемного механизма стропальщик обязан пользоваться знаковой сигнализацией, рекомендуемой Ростехнадзором России. При обслуживании несколькими стропальщиками сигналы машинисту грузоподъемного механизма должен подавать старший стропальщик. Сигнал «Стоп» может быть подан любым работником, заметившим опасность.

- строповку или обвязку грузов следует осуществлять в соответствии со схемами строповки;

- стропальщик, может находиться возле груза во время его подъема или опускания, если груз поднят на высоту не более 1000 мм от уровня площадки;

- растроповку монтируемых элементов конструкций, установленных в проектное положение, следует производить после их надежного закрепления.

- во время перерывов в работе не допускается оставлять поднятые монтируемые элементы на весу. Не допускается выполнять монтажные работы на высоте в открытых местах при скорости ветра 15 м/с и более, а также при грозе, гололедице и тумане, исключающем видимость в пределах фронта работ.

- при ветре 6 баллов (скоростью 12,4 м/с) и более работы с участием стреловых грузоподъемных механизмов должны быть прекращены.

4.3. Технологическая карта на выполнение монтажных работ при ремонте стенки резервуара установкой промежуточных колец жесткости

4.3.1. Порядок производства работ

1. Разместить места установки опорных ребер кольца жесткости на стенке (рисунок 4.3).

Разметку производить с учетом соблюдения расстояний от сварных швов стенки (вертикальных и горизонтальных) и предполагаемых швов приварки накладок опорных ребер колец жесткости.

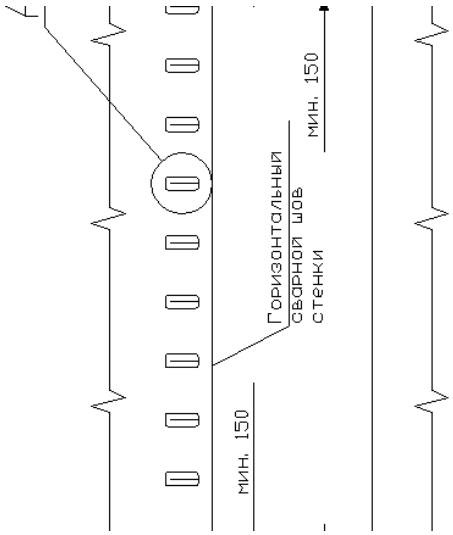

Рис. 4.3. Установка опорных ребер на стенке

2. Установить и приварить накладки опорных ребер кольца жесткости (рисунок 4.4). Накладка и опорное ребро должны быть сварены заранее.

3. Выполнить сварку элементов наладок и опорных ребер к стенке, согласно РД-25.160.10-КТН-050-0,6.

4. Выполнить контроль качества сварных соединений согласно РД-25.160.10-КТН-050-0,6.

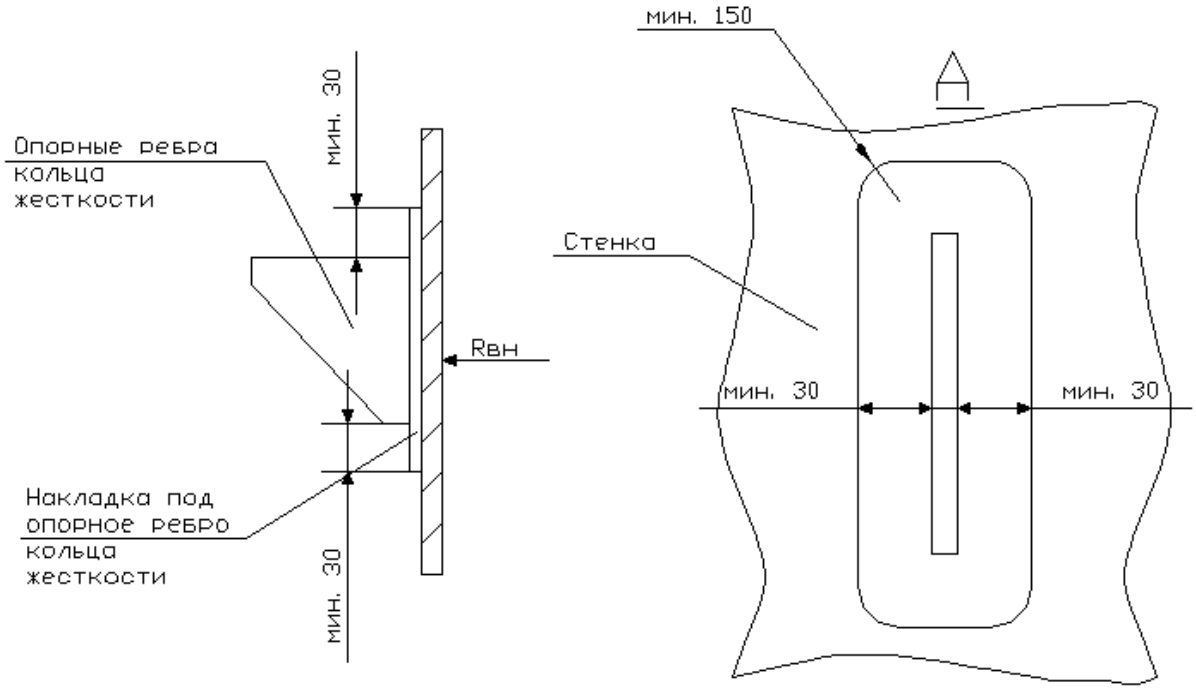

Рис. 4.4. Приварка вертикальных ребер

5. Выполнить залив резервуара водой до уровня, согласно приведенным данным проекта на ремонт.

6. Выполнить установку элементов колец жесткости (рисунок 3.5, 3.6) на прихватках к опорным ребрам. Элементы колец жесткости устанавливаются последовательно с соблюдением проектных зазоров друг относительно друга и стенки. Установка элементов колец жесткости должна выполняться без динамических воздействий на стенку резервуара.

7. Выполнить приварку элементов колец жесткости к опорным ребрам, согласно РД-25.160.10-КТН-050-0,6.

8. Выполнить контроль качества сварных соединений, согласно РД-25.160.10-КТН-050-0,6.

9. Выполнить установку и сварку вертикальных и горизонтальных накладок, соединяющих элементы кольца жесткости друг с другом (рисунок 3.6, узел Б, вид В).

10. Выполнить контроль качества сварных соединений, согласно РД-25.160.10-КТН-050-0,6.

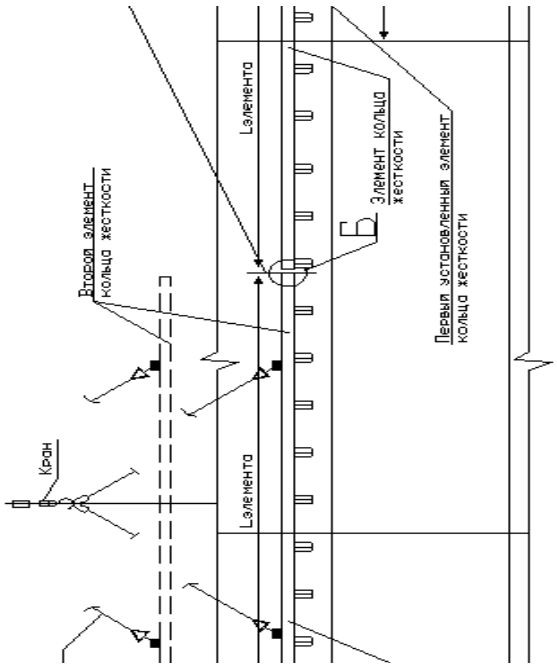

Рис. 4.5. Установка элементов кольца жесткости

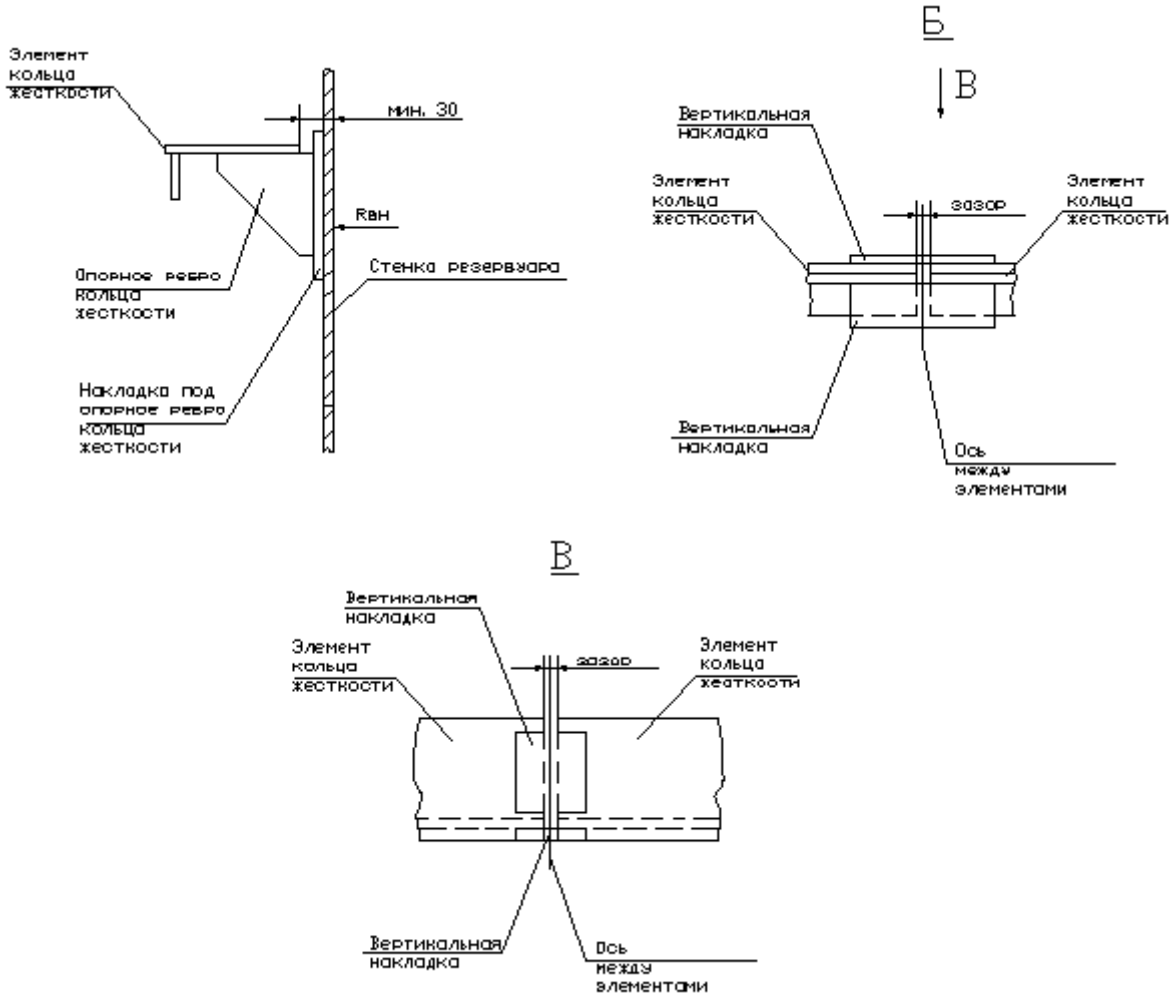

Рис. 4.6. Установка элементов кольца жесткости (деталировка)

4.3.2. Контроль качества

Перед установкой элемента кольца жесткости произвести входной контроль по следующим параметрам:

- наличие паспортов (сертификатов) завода-изготовителя на элементы конструкции РВС;

- комплектность поставки согласно отправочным ведомостям;

- соответствие данных сертификатов на металл проектным;

- протокол качества на конструкции резервуара;

- наличие в составе сопроводительной документации на изделия рабочих чертежей (КМД) изготовителя;

- соответствие конструктивных решений, принятых в рабочих чертежах КМД конструктивным решениям рабочего проекта;

- разделка кромок под сварку;

- толщина листа;

- качество поверхности листов (на превышение параметров вмятин, забоин, окалины и др. нормативным требованиям;

- качество кромок листа (отсутствие неровностей, заусенцев, забоин и завалов, превышающих 1 мм.);

- ширина детали;

- длина детали;

- серповидность по длине и ширине.

В процессе установки и сварки произвести пооперационный контроль по следующим параметрам:

- разделка кромок стенки под сварку;

- соответствие зазоров в собираемых кромках;

- смещение кромок в стыках после сварки;

- визуально-измерительный контроль качества сварных швов;

- контроль качества мест удаления сборочных приспособлений;

После завершения всех ремонтных работ производится приемочный контроль отремонтированных конструкций резервуара в целом до, во время и после проведения гидравлических испытаний резервуара.

4.3.3. Ведомость машин и механизмов

Таблица 4.6. Ведомость машин и механизмов

№ п/п	Наименование	Ед.изм.	Кол	Примечание
1	Кран автомобильный	шт.	1	
2	Автомобиль грузовой	шт.	1	
3	Автогидроподъёмник	шт.	1	
4	Комплект для сварки (сварочный полуавтомат, подающий механизм, горелка, пост ручной дуговой сварки и т. д.)	компл.	1	
5	Шлифмашинка	шт.	2	
6	Щетка стальная	шт.	2	
7	Слесарный инструмент	компл.	2	
8	Шаблон сварщика УШС	шт.	2	
9	Контактный термометр	шт.	2	
10	Шаблоны	компл.	1	
11	Оборудование для контроля сварных соединений и мест приварки приспособлений	компл.	1	

Примечание:

Количество единиц оборудования рассчитывается и уточняется с учетом конкретных объемов работ и требуемых темпов их выполнения.

Подбор крана

Фактическая грузоподъемность крана ( ) должна быть больше или равна допустимой ( ) и определяется по формуле:

где – масса поднимаемого груза;

– масса грузозахватного приспособления;

– масса навесных монтажных приспособлений;

– масса усиления поднимаемого элемента в процессе монтажа.

Для монтажа конструкций используется канатный четырехветвевой строп 4СК1-3,2.

$$= 1,0 + 0,00645 + 0,008 = 1,1 \text{ т.}$$

Продольная привязка крана к оси L, (м), вычислена по формуле

$$L = а + Б + 0,5 \cdot К,$$

где а - расстояние до выступающей части резервуара, м;

Б - минимальное расстояние от крана до резервуара по [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**], м;

К - база крана, м;

$$L = 1,6 + 2,0 + 0,5 \cdot 7,5 = 7,3 \text{ м.}$$

Выбираем кран КС-2571 Б.

Технические характеристики:

- базовое шасси	ЗИЛ-433362
- габаритные размеры	10100х2420х3200 мм
- максимальная грузоподъемность	7,0 т
- длина стрелы	9,3-15,3 м
- привод рабочих операций	гидравлический
- масса крана	10,6 т
- радиус поворота	5-8,5 м

Внешний вид крана представлен на рисунке 4.7.

Рис. 4.7. Автокран КС-2571 Б

Подбор автогидроподъемника

Максимальная высота подъема при выполнении работ 11 м.

Выбираем автогидроподъемник на базе шасси ISUZU SOCAGE T 315.

Внешний вид подъемника представлен на рис. 4.8.

Рис. 4.8. Автогидроподъемник ISUZU SOCAGE T 315

Автогидроподъемник телескопический ISUZU SOCAGE T 315 представляет собой небольшой автомобиль грузового типа с установленной на нём телескопической T318 автовышкой Socage.

Люлька на вышке изолирована.

Технические характеристики:

- рабочая высота подъема	7-18 м
- вылет	10 м
- максимальная грузоподъемность	250 кг
- угол поворота	360 град.

4.3.4. Требования к разработке специальных приспособлений и оснастки

Такелажные средства, устройства и приспособления, применяемые при производстве ремонтных работ, должны проектироваться в соответствии с ОСТ 36-128-85 «Устройства и приспособления монтажные. Методы расчета и проектирования».

При выполнении технологических операций по ремонту стенки резервуара в зоне недопустимых дефектов применяются следующие приспособления:

- траверса для монтажа ремонтных вставок;
- строп 2-х ветвевой для демонтажа дефектных участков стенки;
- навесная люлька для доступа к месту производства работ;
- горизонтальная перекладина и вертикальные стойки жесткости с косынками;
- клинья со скобами для закрепления вставки;
- скобы строповочные;
- гребенки для закрепления монтажных стыков;
- шаблонные гребенки для закрепления вертикальных стыков и прилегающих участков стенки;
- приспособления сборочные для сборки монтажных стыков;
- ловители;
- упоры;
- тяговые приспособления.

При проектировании применяемых при производстве ремонтных работ приспособлений и оснастки следует соблюдать следующие требования:

- обеспечивать прочность, устойчивость и надежность их работы;
- выбирать оптимальные в технико-экономическом отношении схемы;
- обеспечивать безопасность и удобство эксплуатации;
- применять экономичные профили и эффективные материалы;
- предусматривать технологичность изготовления, перевозки и сборки, возможность многократного использования;
- разрабатывать монтажные соединения, как правило, на болтах, а инвентарные и типовые - только на болтах;
- обеспечивать доступность осмотра, очистки, окраски, исключать возможность скопления влаги.

Лебёдки, контактные блоки, крюки и другие механические узлы и детали, применяемые в такелажных средствах и грузозахватных приспособлениях должны соответствовать требованиям «Правилам устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов».

Такелажные средства, устройства и приспособления следует рассчитывать на нагрузки, их сочетания и воздействия, исходя из фактической ситуации их применения.

Марки сталей для устройств и приспособлений из стальных конструкций следует назначать в зависимости от степени ответственности и условий эксплуатации.

Все элементы приспособлений и устройств, привариваемых к стенке резервуара, должны располагаться на расстоянии не менее 100 мм от сварных швов стенки.

Порядок применения приспособлений и оснастки описан в п.1 «Последовательность и методы производства технологических операций» настоящей технологической карты.

4.3.5. Состав бригады

Таблица 4.7. Состав бригады

№,п/п	Наименование профессий	Численность рабочих
1	Бригадир	1
2	Монтажник	2
3	Сварщик	2
4	Специалист ПТО (оформление технической документации)	1
5	Специалист ВИК	1
6	Дефектоскопист	1
7	Машинист автокрана	1
8	Машинист автогидроподъёмника	1
9	Водитель грузового автомобиля	1

4.3.6. Техника безопасности при производстве работ

Все монтажные работы, в том числе работы по перемещению грузов кранами, производить под руководством лица, ответственного за безопасное производство работ в соответствии с требованиями:

Перед началом работ все исполнители должны быть ознакомлены с проектом ППР и пройти инструктаж по правилам безопасного ведения работ в резервуарном парке.

Лица, выполняющие работы на высоте 3-х метров и более, обязаны пользоваться испытанными предохранительными поясами и приспособлениями, пользоваться ящиками или сумками для инструмента и крепежных материалов, опускать все необходимые для работы предметы веревкой.

При работе на высоте, следует пользоваться инерционными предохранительными устройствами типа ПВУ-2.

Все металлические леса (подмости), электрооборудование и механизмы, которые могут оказаться под током, должны быть надежно заземлены.

Запрещается нахождение людей под и над монтируемыми элементами конструкций.

Запрещается производить работы по монтажу при скорости ветра более 10 м/с, а также менее 10 м/с, если парусность элемента может отклонить грузовой канат на угол, превышающий 30.

На монтажной площадке кроме радиосвязи должен быть установлен порядок обмена условными сигналами между лицом, руководителем монтажа, машинистом крана и монтажниками. Также должна быть налажена служба оповещения возникновения чрезвычайных ситуаций.

Элементы монтируемых конструкций во время перемещения краном должны удерживаться от раскачивания и вращения пеньковыми оттяжками.
Особое внимание обращать на то, что при повороте крана расстояние между хвостовой частью и корпусом резервуара должно быть не менее1 м. В случаях невозможности полного поворота платформы крана ограничить его работу сектором поворота.

До начала огневых и газосварочных работ ответственный за их проведение обязан согласовать эти работы с местной пожарной охраной, службами по технике безопасности.

В зоне проведения ремонтных работ должно быть установлено противопожарное оборудование и инвентарь: огнетушители, бочки с водой, песок, лопаты, багры и т. п.

Запрещается накапливать в зоне выполнения работ строительный мусор и горячие отходы. Должен быть организован регулярный вывоз мусора.

При просвечивании рентгеновскими аппаратами или гамма-дефектоскопами необходимо оградить зону, в пределах которой уровень

радиации превышает допускаемую величину, а на границах зоны вывесить предупредительные знаки установленной формы.

Перечень средств защиты работающих

Средства защиты рабочих должны обеспечивать предотвращение или уменьшение действия опасных и вредных производственных факторов.

Средства защиты не должны быть источником опасных и вредных производственных факторов.

Средства защиты должны отвечать требованиям технической эстетики и эргономики.

Выбор конкретных средств защиты работающих должен осуществлять из «Перечня основных видов средств защиты работающих» по ГОСТ 12.4.011-89, с учетом требований безопасности для данного процесса или вида работ и климатических условий во время ремонта.

Меры пожарной безопасности

При ремонте резервуаров необходимо строго соблюдать правила пожарной безопасности и требования ППБ 01-03, РД 09-364-00, РД-13.220.00-КТН-575-06.

Перед проведением огневых работ должен оформляться наряд-допуск. В наряде – допуске должен быть предусмотрен весь объем работ в течение указанного в нем срока и отражены основные меры безопасности.

Огневые работы в резервуарном парке должны проводиться в светлое (дневное) время суток (за исключением аварийных случаев).

На время выполнения огневых работ в резервуарном парке за обвалованием ремонтируемого резервуара должен быть установлен пожарный пост из работников пожарной охраны объекта или членов ДПД с

распределением обязанностей и действий при возникновении угрозы аварии или пожара со следующими средствами пожаротушения:

- пожарной автоцистерной (с объемом цистерны не менее 2000 л), заполненной рабочим раствором пенообразователя с концентрацией, соответствующей техническим характеристикам применяемого пенообразователя (1, 3 или 6 %), установленной на водоисточнике (гидранте, водоеме);

- огнетушители порошковые ОП-10, или углекислотные ОУ-10 – 10 штук или один огнетушитель ОП-100;

- кошма войлочная или асбестовое полотно размером 2х2 - 2 шт;

- ведра, лопаты, топоры, ломы.

К проведению огневых работ допускаются лица (электросварщики, газорезчики) прошедшие специальную подготовку и имеющие квалификационное удостоверение и талон по технике пожарной безопасности. Электросварщики должны иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже III.

Применяемые при проведении работ сварочное оборудование, переносной электроинструмент, освещение, средства индивидуальной защиты должны соответствовать требованиям РД-25.160.10-КТН-050-06.

Перед началом электросварочных работ необходимо проверить исправность изоляции сварочных кабелей и электродержателей, а также плотность соединений всех контактов. Расстояние от сварочных кабелей до баллонов с кислородом должно быть не менее 0,5 м, до баллонов с горючими газами – не менее 1 м.

Кабели, подключенные к сварочным аппаратам, распределительным щитам и другому оборудованию, а также в местах сварочных работ, должны быть надежно изолированы от действия высокой температуры, химических воздействий и механических повреждений.

Соединять сварочные кабели следует при помощи опрессовывания, сварки, пайки и специальных зажимов.

Подключение сварочных кабелей к электродержателю, свариваемому изделию и сварочному аппарату должно выполняться при помощи медных кабельных наконечников, скрепленных болтами с шайбой.

Электросварочная установка на время работы должна быть заземлена. Помимо заземления основного электросварочного оборудования в сварочных установках следует непосредственно заземлять тот зажим, к которому присоединяется проводник, идущий к свариваемому изделию (обратный проводник).

Над передвижными и переносными электросварочными установками, используемыми на открытом воздухе, должны быть сооружены навесы из негорючих материалов для защиты от атмосферных осадков.

На корпусе электросварочного аппарата должен быть указан инвентарный номер, дата следующего измерения сопротивления изоляции и принадлежность к подразделению.

При проведении на резервуаре огневых работ электросварочные агрегаты должны быть установлены с наружной стороны обвалования (по возможности с наветренной стороны) на расстоянии не менее 20 м от резервуаров с нефтью.

При проведении огневых работ на резервуарах с применением строительных лесов и подмостей все деревянные конструкции должны быть защищены от попадания искр листами железа или асбеста.

Пользоваться редукторами, используемыми для снижения давления, имеющими неисправные или с истекшим сроком поверки манометры – запрещается.

Расстояние от баллонов до источников открытого огня должно быть не менее 5 м, и не менее 1 м от источников тепла. Баллоны должны быть защищены от прямых солнечных лучей и от других источников тепла. Запрещается подогревать баллоны для повышения давления

Рукава для газовой резки, редукторы, газовые горелки должны подвергаться периодическим испытаниям. Рукава перед началом работы

необходимо осматривать на наличие трещин и надрезов. Общая длина рукавов для газовой резки должна быть не более 30 м, рукав должен состоять не более чем из трех отдельных кусков, соединенных между собой специальными двусторонними ниппелями, закрепленных хомутами.

Закрепление газоподводящих шлангов на присоединительных ниппелях аппаратуры, горелок, резаков и редукторов должно быть надежным и выполнено с помощью хомутов.

Шланги для газовой резки и сварки должны быть предохранены от попадания искр, воздействия высоких температур, ударов и других повреждений. При укладке не допускаются их перекручивание, сплющивание и перегибание.

При проведении электросварочных, газорезки и газосварочных работ запрещается:

- приступать к работе при неисправной аппаратуре;

- хранить в сварочных кабинах одежду, легковоспламеняющиеся жидкости, горючие жидкости и другие горючие материалы;

- допускать к самостоятельной работе учеников, а также работников, не имеющих квалификационного удостоверения и талона по технике пожарной безопасности;

- допускать соприкосновение электрических проводов с баллонами со сжатыми сжиженными и растворимыми газами;

- отогревать замерзшие трубопроводы, вентили, редукторы и другие детали газосварочного оборудования открытым огнем;

- допускать соприкосновения кислородных баллонов редукторов и другого газосварочного оборудования с различными маслами, промасленной одеждой и ветошью;

- производить продувку рукавов для горючих газов кислородом и кислородного шланга - горючими газами, а также взаимозаменять рукава во время работы;

- пользоваться рукавами со следами масел, жиров, а также присоединять к шлангам тройники, вилки для питания нескольких горелок;

- пользоваться одеждой и рукавицами со следами масел, жиров и других нефтепродуктов;

- работать от одного водяного затвора двум сварщикам.

По окончании огневых работ место их проведения должно быть тщательно проверено и убрано от огарков, окалины и других горючих материалов и веществ. Персонал, выполняющий огневые работы, должен быть выведен с места работ, а наряд - допуск закрыт.

Ответственный за проведение огневых работ обязан обеспечить наблюдение в течение 3 часов после завершения огневых работ за местом, где проводились огневые работы.

5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

5.1. Общие положения

Технико-экономические обоснование (ТЭО) разрабатывается с целью обоснования технической возможности и экономической целесообразности строительства сложных производственных нефтегазодобывающих и нефтегазоперерабатывающих комплексов, предприятий, цехов и отдельных объектов в данном районе и в намеченные сроки.

Для определения сметной стоимости к ТЭО составляем локальную смету.

При последующем проектировании сметную стоимость по ТЭО превышать нельзя.

5.2. Расчет сметной стоимости капитального ремонта РВС-3000

№ п/п	№ поз.	Шифр и № позиции норматива. Наименование работ и затрат. Единица измерения	Количество	Стоим. ед. руб.			Общая стоимость, руб.			
				всего	материалы	экс. маш.	всего	Оплата труда осн. раб.	материалы	экс. маш.
				оплата труда осн. раб.		В т.ч. опл. труда мех.				в т.ч. опл.труда мех.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Раздел 1. п.3. Ремонт ограждения и площадок обслуживания										
1	1	Е-09-03-040-01 Демонтаж защитных ограждений оборудования, 1т. конструкции	0,732	1246,40 815,61	326,74	104,05 1,51	912,36	597,03	239,17	76,16 1,11
		Объём 0,457+0,275								
		Накладные расходы	84,15 =(99,0*(0,85))				503,33			
		Сметная прибыль	57,8 =(85*0,85*(0,8))				345,72			
2	2	Е-09-03-040-01 Демонтаж защитных ограждений оборудования, 1т. конструкции	3,542	1246,40 815,61	326,74	104,05 1,51	4414,75	2888,89	1157,31	358,55 5,35
		Объём 0,522+3,02								
		Накладные расходы	84,15 =(99,0*(0,85))				2435,50			
		Сметная прибыль	57,8 =(85*0,85*(0,8))				1672,87			
3	3	Ц38-01-001-04 Изготовление. Листовые конструкции массой свыше 0,5т (бункеры, сборники, отстойники, мерники без внутренних устройств и др.), сборка с помощью лебедок ручных (с установкой и снятием их в процессе работы) или вручную (мелких деталей), 1т...	3,02	8732,37 1183,14	6854,57	694,66 6,31	26371,75	3573,08	20700,80	2097,87 19,06
		Накладные расходы	56,11 =(66,0*(0,85))				2015,19			

		Сметная прибыль	32 '=(40*(0,8))				1149,48			
4	4	С101-1844 Сталь угловая, т **Объём 0,5+0,63+0,027+0,54**	1,697	6038,79			10247,83		10247,83	
5	5	С101-1627 Сталь листовая углеродистая, т **Объём 0,85+0,72+0,36+0,014**	1,944	6419,99	6419,99		12480,46		12480,46	
6	6	С101-1923 Сталь швеллерная, т	0,69	9012,50	9012,50		6218,63		6318,63	
		Итого по разделу 1					**60645,78**	**7059,0**	**51044,20**	**2542,58 25,52**
		Сметная стоимость материалов					**51044,20**		**51044,20**	
		Всего накладные расходы					**4954,02**			
		Всего сметная прибыль					**3168,07**			
		Раздел 2. п.5. Ремонт днища РВС								
7	7	Е09-02-014-02 Демонтаж элементов резервуаров стальных вертикальных цилиндрических для нефти и нефтепродуктов вместимость 5000м^3, днище из листовых заготовок МДС (81-36.2004 п.3.3.1д), 1т конструкций	19,798	1348,37 309,55		1038,82 77,71	26695,03	6128,47		20566,56 1538,50
		Объём 5.78+0,38+12,78+0,385+0,473								
		Начисления: Н3=0.7, Н4=0.7, Н5=0.7, Н48=0								
		Накладные расходы	84,15 '=(99,0*(0,85))				6451,76			
		Сметная прибыль	57,8 '=(85*0,85*(0,8))				4431,51			
8	8	Ц38-01-001-04 Изготовление. Листовые конструкции массой свыше 0,5т (бункеры, сборники, отстойники, мерники без внутренних устройств и др.), сборка с помощью лебедок ручных (с установкой и снятием	6,9	8732,37 1183,14	6854,57	694,66 6,31	60253,35	8163,67	47296,53	4793,15

		их в процессе работы) или вручную (мелких деталей), 1т...								
		Накладные расходы	56,1 '=(66,0*(0,85))				4604,24			
		Сметная прибыль	32 '=(40*(0,8))				2626,31			
9	9	С101-1844 Сталь угловая, т **Объём 6,9+0,014+0,173**	7,087	6038,79	6038,79		42796,90		42796,90	
10	10	С101-1627 Сталь листовая углеродистая, т **Объём 0,12+0,102+0,025**	0,247	6419,99	6419,99		1585,74		1585,74	
11	11	С101-1923 Сталь швеллерная, т **Объём 0,332+0,129**	0,461	9012.50	9012,50		4154,76		4154,76	
12	12	Е09-02-014-02 Демонтаж элементов резервуаров стальных вертикальных цилиндрических для нефти и нефтепродуктов вместимость 5000м^3, днище из листовых заготовок МДС (81-36.2004 п.3.3.1д), 1т конструкций	20,623	2089,44 442,21	163,20	1484,03 111,01	43090,52	9119,70	3365,67	30605,15 2289,36
		Объём 6,75+0,473+13,4								
		Накладные расходы	84,15 '=(99,0*(0,85))				9600,72			
		Сметная прибыль	57,8 '=(85*0,85*(0,8))				6594.44			
13	13	Е09-02-014-01 Монтаж связей и распорок из одиночных и парных уголков, гнутосварных профилей для пролетов до 24м при высоте здания до 25м, 1т конструкций	0,302	1609,52 540,41	443,42	625,69 48,36	486,07	163,20	133,91	188,96 14,60
		Объём 0,173+0,129								
		Накладные расходы	84,15 '=(99,0*(0,85))				149,62			
		Сметная прибыль	57,8				102,77			

			'=(85*0,85*(0,8))							
14	14	Ц39-02-008-06 Ультразвуковая дефектоскопия оборудования и конструкций одним преобразователем сварных соединений перлитного класса с двух сторон, прозвучивание поперечное, положение сварного соединения потолочное, толщина металла до 20мм, 1м	346	42,14 26,35	5,11	10,68	14580,44	9117,10	1768,06	3695,28
		Накладные расходы	74,8 '=(88,0*(0,85))				6819,59			
		Сметная прибыль	48 '=(60*(0,8))				4376,21			
15	15	Е08-01-002-01 Устройство основания под фундаменты, 1м^{3}основания	78	57,04 18,33	0,34	38,37 2,84	4449,12	1429,74	26,52	2992,86 221,52
		Выч. ресурсы С408-0141:[М-(113,71=94,76*1,1)]								
		Накладные расходы	113,9 '=(134,0*(0,85))				1880,79			
		Сметная прибыль	54,4 '=(80*0,85*(0,8))				898,29			
16	16	С407-0032 Грунт гидрофобный, м^3	78	180,49	180,49		14078,22		14078,22	
		Итого по разделу 2					**212170,15**	**34121,88**	**115206,31**	**62841,96 4107,52**
		Сметная стоимость материалов					**115206,31**		**115206,31**	
		Всего накладные расходы					**29506,72**			
		Всего сметная прибыль					**19029,53**			
		Раздел 3. п.6.Ремонт стенки								
		Демонтажные работы								
17	17	Е09-03-013-01 Монтаж укрепления стенки, 1т конструкций	1,768	1200,11 479,18	308,19	412,74 31,07	2121,79	847,19	544,88	729,72 54,93
		Объём: 0,36+1,408								
		Накладные расходы	84,15				759,13			

			'=(99,0*(0,85))							
		Сметная прибыль	57,8 '=(85*0,85*(0,8))				521,43			
18	18	Ц38-01-006-01 Изготовление. Сборка с помощью крана на автомобильном ходу листовые конструкции массой до 0,5т (бачки, течки. воронки, желоба, лотки и пр.), 1т конструкций	0,3	5829,20 1477,98	575,93	3775,29 130,31	1748,76	443,39	172,78	1132,59 39,09
		Вычт. ресурсы: С101-2215: [М-(6641.28=6241.80*1.064)]								
		Накладные расходы	56.1 '=(66,0*(0,85))				270,67			
		Сметная прибыль	32 '=(40*(0,8))				154,39			
19	19	С101-1923 Сталь швеллерная, т	1,45	9012,50	9012,50		13068,13		13068,13	
20	20	С101-1627 Сталь листовая углеродистая, т	0,3	6419,99	6419,99		1926,00		1926,00	
21	21	Е09-02-014-04 Демонтаж элементов резервуаров стальных вертикальных цилиндрических для нефти и нефтепродуктов вместимость 5000м^3, днище из листовых заготовок МДС (81-36.2004 п.3.3.1д), 1т конструкций	17,4	1660,59 127,09		1533,50 58,83	28894,27	2211,37		26682,90 1023,64
		Начисления: Н3=0.7, Н4=0.7, Н5=0.7, Н48=0								
		Накладные расходы	84,15 '=(99,0*(0,85))				2722,26			
		Сметная прибыль	57,8 '=(85*0,85*(0,8))				1869,84			
22	22	Е09-03-013-01 Демонтаж металлических конструкций, 1т конструкций	3,648	624,35 335,43		288,92 21,75	2277,63	1223,65		1053,98 79,34
		Объём: 0,324+3,324								

		Поправки: ОЗП: *0.7; ЭМ: *0,7; ЗПМ: *0,7; М: *0								
		Накладные расходы	84,15 '=(99,0*(0,85))				1096,47			
		Сметная прибыль	57,8 '=(85*0,85*(0,8))				753,13			
		Монтажные работы								
23	23	Е09-02-014-04 Монтаж элементов резервуаров стальных вертикальных цилиндрических для нефти и нефтепродуктов вместимостью 5000м^3, стенка из рулонных заготовок, 1т конструкций	20,52	2709,77 181,55	337,50	2190,72 84,04	55604,48	3725,41	6925,50	44953,57 1724,50
		Накладные расходы	84,15 '=(99,0*(0,85))				4586,10			
		Сметная прибыль	57,8 '=(85*0,85*(0,8))				3150,05			
24	24	Е09-03-013-01 Монтаж металлических конструкций, 1т конструкций	4.388	1200,11 479,18	308,19	412,74 31,07	5266,08	2102,64	1352,34	1811,10 136,34
		Объём: 0,57+0,494+3,324								
		Накладные расходы	84,15 '=(99,0*(0,85))				1884,10			
		Сметная прибыль	57,8 '=(85*0,85*(0,8))				1294,13			
		Демонтажные работы								
25	25	Е09-02-014-04 Демонтаж элементов резервуаров стальных вертикальных цилиндрических для нефти и нефтепродуктов вместимость 5000м^3, днище из листовых заготовок МДС (81-36.2004 п.3.3.1д), 1т конструкций	1,06	1660,59 127,09		1533,50 58,83	1760,23	134,72		1625,51 62,36
		Начисления: Н3=0.7, Н4=0.7, Н5=0.7, Н48=0								
		Накладные расходы	84,15 '=(99,0*(0,85))				165,84			

		Сметная прибыль	57,8 '=(85*0,85*(0,8))				113,91			
		Монтажные работы								
26	26	Е09-03-013-01 Монтаж металлических конструкций, 1т конструкций	1,06	1200,11 479,18	308,19	412,74 31,07	1272,11	507,93	326,68	437.50 32,93
		Накладные расходы	84,15 '=(99,0*(0,85))				455,13			
		Сметная прибыль	57,8 '=(85*0,85*(0,8))				312,62			
27	27	С101-1627 Сталь листовая углеродистая, т	22,13	6419,99	6419,99		142074,38		142074,38	
		Объём: 20,63+1,5								
		Демонтажные работы								
28	28	Е09-03-013-01 Демонтаж металлических конструкций, 1т конструкций	1,648	624,35 335,43		288,92 21,75	1028,93	522,79		476,14 35,84
		Объём: 1,408+0,24								
		Поправки: ОЗП: *0.7; ЭМ: *0,7; ЗПМ: *0,7; М: *0								
		Накладные расходы	84,15 '=(99,0*(0,85))				495,33			
		Сметная прибыль	57,8 '=(85*0,85*(0,8))				340,23			
29	29	Ц39-02-008-06 Ультразвуковая дефектоскопия оборудования и конструкций одним преобразователем сварных соединений перлитного класса с двух сторон, прозвучивание поперечное, положение сварного соединения потолочное, толщина металла до 20мм, 1м	506,6	42.14 26,35	5.11	10,68	21348,13	13348,91	2588,73	5410,49
		Накладные расходы	74,8 '=(88,0*(0,85))				9984,98			
		Сметная прибыль	48 '=(60*(0,8))				6407,48			
		Итого по разделу 3					278390,92	25098,00	168979,4	84313,50

									2	3188,97
		Сметная стоимость материалов					168979,42		168979,42	
		Всего накладные расходы					22420,01			
		Всего сметная прибыль					14917,21			
		Раздел 4. Пожаротушение								
30	30	Ц12-18-003-07 Изготовление узла трубопроводов из труб легированных сталей, монтируемого в помещениях или на открытых площадках в пределах цехов, диаметр трубопровода наружный 159 мм, 100 мм	1,1	2944,42 1389,72	473,27	1081,43 45,40	3238,86	1528,69	520,60	1189,57 49,94
		Объём: 38+72								
		Накладные расходы	56,1 '=(66,0*(0,85))				885,61			
		Сметная прибыль	32 '=(40*(0,8))				505,16			
31	31	Ц12-01-002-12 Трубопровод в помещениях или на открытых площадках в пределах цехов, монтируемый из готовых узлов, на условное давление не более 2,5 МПа, диаметр труб наружный 159 мм, 100 мм трубопровода	1,7	6073,01 1136,19	255,11	4681,71 235,34	10324,12	1931,52	433,69	7958,91 400,08
		Объём: 68+102								
		Накладные расходы	74,8 '=(88,0*(0,85))				1744,04			
		Сметная прибыль	48 '=(60*(0,8))				1119,17			
32	32	Ц12-02-002-12 Д. Трубопровод из стальных труб с фланцами и сварными стыками на условное давление не более 2,5 МПа из готовых узлов и секций на эстакадах, кронштейнах и других специальных	0,34	1531,08 229,02		1302,06 72,46	520,57	77,87		442,70 24,64

		конструкциях, диаметр трубопровода наружный 159мм МДС 18-37.2004...								
		Объём: 22+12								
		Начисления: Н3=0.3, Н4=0.3, Н5=0.3, Н48=0								
		Накладные расходы	74,8 '=(88,0*(0,85))				76,68			
		Сметная прибыль	48 '=(60*(0,8))				49,20			
33	33	Ц12-02-002-18 Д. Трубопровод из стальных труб с фланцами и сварными стыками на условное давление не более 2,5 МПа из готовых узлов и секций на эстакадах, кронштейнах и других специальных конструкциях, диаметр трубопровода наружный 530мм МДС 18-37.200...	0,34	2683,17 543,68		2139,49 128,55	912,28	184,85		727,43 43,71
		Объём: 7+27								
		Начисления: Н3=0.3, Н4=0.3, Н5=0.3, Н48=0								
		Накладные расходы	74,8 '=(88,0*(0,85))				170,96			
		Сметная прибыль	48 '=(60*(0,8))				109,71			
34	34	За пределами р-ра								
		Ц12-02-002-13 Д. Трубопровод из стальных труб с фланцами и сварными стыками на условное давление не более 2,5 МПа из готовых узлов и секций на эстакадах, кронштейнах и других специальных конструкциях, диаметр трубопровода наружный 219мм МДС 18-37.2004...	0,12	1732,18 284,52		1447,66 82,82	207,86	34,14		173,72 9,94
		Начисления: Н3=0.3, Н4=0.3, Н5=0.3, Н48=0								
		Накладные расходы	74,8				32,97			

			'=(88,0*(0,85))							
		Сметная прибыль	48 '=(60*(0,8))				21,16			
35	35	Ц12-02-002-15 Д. Трубопровод из стальных труб с фланцами и сварными стыками на условное давление не более 2,5 МПа из готовых узлов и секций на эстакадах, кронштейнах и других специальных конструкциях, диаметр трубопровода наружный 325мм МДС 18-37.2004...	0,235	2045,96 374,66	1671,30 101,30		480,81	88,05		392,76 23,81
		Начисления: Н3=0.3, Н4=0.3, Н5=0.3, Н48=0								
		Накладные расходы	74,8 '=(88,0*(0,85))				83,67			
		Сметная прибыль	48 '=(60*(0,8))				53,69			
36	36	Ц12-12-001-18 Арматура фланцевая с ручным приводом или без привода водопроводная на условное давление до 4 МПа, диаметр условного прохода 500 мм, 1шт.	3	1159,11 189,40	346,16	623,55 50,82	3477,33	568,20	1038,48	1870,65 152,46
		Накладные расходы	74,8 '=(88,0*(0,85))				539,05			
		Сметная прибыль	48 '=(60*(0,8))				345,92			
37	37	Ц12-12-001-15 Арматура фланцевая с ручным приводом или без привода водопроводная на условное давление до 4 МПа, диаметр условного прохода 300 мм, 1шт.	3	589,19 107,52	127,10	354,57 31,65	1767,57	322,56	381,30	1063,71 94,95
		Накладные расходы	74,8 '=(88,0*(0,85))				312,30			
		Сметная прибыль	48 '=(60*(0,8))				200,40			
38	38	Ц12-12-001-13	3	335,31	66,23	196,40	1005,93	218,04	198,69	589,20

		Арматура фланцевая с ручным приводом или без привода водопроводная на условное давление до 4 МПа, диаметр условного прохода 200 мм, 1шт.		72,68		17,91				53,73
		Накладные расходы	74,8 '=(88,0*(0,85))				203,28			
		Сметная прибыль	48 '=(60*(0,8))				130,45			
39	39	Ц12-12-001-06 Арматура фланцевая с ручным приводом или без привода водопроводная на условное давление до 4 МПа, диаметр условного прохода 40 мм, 1шт.	8	38,20 30,05	6,88	1,27	305,60	240,40	55,04	10,16
		Накладные расходы	74,8 '=(88,0*(0,85))				179,82			
		Сметная прибыль	48 '=(60*(0,8))				115,39			
		Итого по разделу 3					180312,74	19706,82	91113,80	69492,12 4210,05
		Сметная стоимость материалов					91113,80		91113,80	
		Всего накладные расходы					17700,76			
		Всего сметная прибыль					11324,62			
		Итого по смете					1308518,20	120054,93	755767,11	432696,16 22241,99
		Матер. ресурсы не учтенные в расценках					2402,96			
		Материалов					292456,13			
		Сметная стоимость материалов					755767,11		755767,11	
		Сметная стоимость материалов без оборудования					755767,11			
		Всего накладные расходы					**112598,26**			
		Всего сметная прибыль					**69943,67**			

6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Производственная и экологическая безопасность при выполнении работ при строительстве резервуаров

Рабочим местом является резервуар вертикальный стальной РВС 3000 м3 на ПСП «Лугинецкое» расположенное в Парабельском районе Томской области в 400км к северо-западу от г. Томска. Климат в районе проведения работ континентальный, что проявляется в больших месячных и годовых колебаниях температуры воздуха. При выполнении работ на ПСП „Лугинецкое" могут иметь место вредные и опасные проявления факторов производственной среды для человека.

6.1. Производственная безопасность

При сооружение резервуара особую опасность представляют машины и различные технологические установки под напряжением, а также процесс сварочных работ. Резервуар, рассматриваемый в данной работе, находится в Новосибирской области, где преобладает суровый климат и резкие перепады температур. Опасные и вредные факторы, присутствующие при выполнении различных работ указаны в таблице 1.: [26]

Таблица 6.1 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении работ по сооружению резервуара

	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74-ССБТ с измен. 1999 г.)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Сооружение резервуара РВС – 5000 м^3	1. Повышенный шум; 2. Ультразвук; 3. Отклонение	1.Опасность термических ожогов во время сварки;	ГОСТ 12.3.003-86 ПОТ Р М 020-2001 СН 2.2.4/2.1.8.562-

	показателей климата; 4.Электромагнитные поля радиочастот.	2. Опасность поражения электрическим током; 3. Опасность механических повреждений.	96 ГОСТ 12.1.003-83

6.1.1 Анализ вредных производственных факторов и мероприятия по их устранению

Вредными производственными факторами называются факторы, отрицательно влияющие на работоспособность или вызывающие профессиональные заболевания и другие неблагоприятные последствия.

Повышенный шум

Источниками шума являются звуки, вызванные в результате производственной деятельности машин, используемых при сооружение резервуара (плетевозы, панелевозы, бетономешалки, самосвалы, бульдозеры, экскаваторы, автопогрузчики, автокран, башенный кран, землеройные машины). Действие шума на человека определяется влиянием на слуховой аппарат и многие другие органы и системы организма, в том числе и нервную систему.

Допустимые значения уровня шума не более 80 дБА

Меры борьбы с шумом. Общая классификация средств и методов защиты от шума приведена в ГОСТ 12.1.029-80:

использование средств, снижающих шум. К акустическим средствам защиты относятся звукоизоляция, звукопоглощение, виброизоляция, вибродемпфирование. Применяются звукоизолирующие экраны, кожухи, кабины, облицовки, прокладки, опоры, конструктивные разрывы, демпферы, а также глушители шума - реактивные, абсорбционные, комбинированные. Для защиты от непосредственного, прямого воздействия шума используют звукоизолирующие экраны, перегородки и средства

индивидуальной защиты (СИЗ): наушники; соблюдение режима труда и отдыха. При внедрении организационных технических мероприятий уровень шума не превышал допустимых значений.

Ультразвук

Ультразвуковые колебания, при строительстве резервуара могут возникать при работе движущихся частей машин, а также при ультразвуковой сварке (сварке давлением, осуществляемая под воздействием ультразвуковых колебаний) такой вид сварки сопровождается звуковыми колебаниями, лежащими в диапазоне ультразвука и инфразвука.

Инфразвук менее 20 Гц оказывает негативное влияние на органы слуха, вызывая утомление, чувство страха, головные боли и головокружения, а также снижает остроту зрения. Особенно неблагоприятно воздействие на организм человека инфразвуковых колебаний с частотой 4 - 12 Гц.

Вредное воздействие ультразвука (более 20 кГц) на организм человека выражается в нарушении деятельности нервной системы, снижении болевой чувствительности, изменении сосудистого давления, а также состава и свойств крови.

Характеристикой воздушного ультразвука на рабочих местах являются уровни звукового давления в децибелах в третьоктавных полосах со среднегеометрическими частотами 12,5, 16, 20, 25, 31,5, 40, 50, 63, 80, 100 кГц. В таблице 2. приведены нормативные значения уровня звукового давления согласно ГОСТ 12.1.001-89:

Таблица 6.2 – Допустимый уровень звукового давления.

Среднегеометрические частоты третьоктавных полос, кГц	Уровень звукового давления, дБ
12,5	80
16	80(90)*
20	100
25	105
31,5 – 100,0	110

*Допускается по согласованию с заказчиком устанавливать значение

показателя, указанное в скобках.

Для того, чтобы минимизировать действие ультразвука на человека следует:

- подбирать оборудования соответствующее ГОСТ 12.2.051;
- запретить непосредственный контакт работающих с рабочей поверхностью оборудования в процессе его обслуживания, жидкостью и обрабатываемыми деталями во время возбуждения в них ультразвука;
- для защиты рук от возможного неблагоприятного воздействия контактного ультразвука в твердой или жидкой средах необходимо применять две пары перчаток - резиновые (наружные) и хлопчатобумажные (внутренние) или только хлопчатобумажные;
- для защиты работающих от неблагоприятного воздействия воздушного ультразвука следует применять противошумы по ГОСТ 12.4.051.

Отклонение параметров климата

Климат представляет комплекс физических параметров воздуха, влияющих на тепловое состояние организма. Максимальная температура для Томской области составляет +37 ^{o}C, минимальная -50 ^{o}C.

Мероприятия по снижению неблагоприятного воздействия метеорологических условий на организм человека-работающие в зимний период года должны быть обеспечены спецодеждой с теплозащитными свойствами. При температуре воздуха -40 ^{0}C и ниже необходима защита органов дыхания и лица.

В летний период работающие должны быть обеспечены головными уборами исключающие перегрев головы от солнечных лучей.

6.1.2. Анализ опасных производственных факторов и мероприятия по их устранению

Опасными производственными факторами называются факторы, способные при определенных условиях вызывать острое нарушение здоровья и гибели человека.

Опасность термических ожогов во время сварки

Сварка, применяемая при сооружение резервуара, наплавка и резка открытой и полузакрытой электрической дугой сопровождаются выделением мощной лучистой и тепловой энергии. Такая энергия способна вызывать поражение слизистой оболочки глаз и ожоги незащищённых участков тела.

На незащищенных участках тела лучистое и тепловое излучение вызывает покраснения и ожоги различной степени. Степень ожога зависит от расстояния незащищенных частей тела до источника излучения. Кроме ожогов лучистой энергией существует опасность поражения брызгами расплавленного металла или шлака, причем особо интенсивное разбрызгивание происходит при процессах выполняемых электрической дугой переменного тока.

Для максимальной защиты при проведение сварочнх работ необходимо использовать следующие меры предосторожности:

- применение защитных стекол;
- применение спецодежды (брезентовой с огнестойкой пропиткой, ботинки из толстой кожи, брезентовые или спилковые перчатки).

Опасность поражения электрическим током

При строительстве возникает необходимость использования электрической энергии для обеспечения бесперебойной работы устройств, аппаратов и машин.

Основные непосредственные причины электротраматизма

Возникновение электротравмы в результате воздействия электрического тока или электрической дуги может быть связано:

- с одновременным прикосновением человека к двум токоведущим неизолированным частям (фазам, полюсам) электроустановок, находящихся под напряжением;
- с однофазным (однополюсным) прикосновением неизолированного от земли (основания) человека к неизолированным токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением, или к металлическому корпусу электрооборудования, оказавшегося под напряжением;
- с приближением на опасное расстояние человека к неизолированным от земли токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением.

Согласно ГОСТ 61140-2012 для максимальной защиты персонала необходимо предпринимать следующие меры:

- изолировать токоведущие части оборудования;
- заземлять точки источника питания или искусственной нейтральной точки;
- примененять СИЗ, не проводящие токи;
- устанавливать знаки предостережения в местах повышенной опасности.

Опасность механических повреждений

При проведении работ по сооружению резервуаров возможность получения механических травм высока. Повреждения могут быть разной степени тяжести вплоть до летального исхода. Для предотвращения повреждений необходимо соблюдать технику безопасности.

Для выполнения работ на высоте необходимо предусмотреть наличие исправных оградительных средств по ГОСТ 12.4.059 и защитных приспособлений по ГОСТ 26887, ГОСТ 27321, ГОСТ 27372.

Организационные и технические меры по обеспечению безопасности, осуществляемые при проведении работ, применяемые средства коллективной

и индивидуальной защиты, режим проведения работ, а также по оборудованию мест отдыха, приема пищи и санитарно–гигиенических норм до начала работ:

- Оформить наряд–допуск на проведение работ повышенной опасности;
- Провести внеплановый инструктаж всем членам бригады по выполнению работ повышенной опасности, а также по правилам поведения во взрыво и пожароопасной обстановке и других опасных условиях и обстоятельствах с росписью в журнале инструктажей на рабочем месте и наряд–допуске;
- Ознакомить всех руководителей, специалистов, механизаторов и бригадиров с данным планом производства работ, выборочно опросить персонал по усвоению требований безопасности отраженных в разделе.
- Установить наличие и обозначить знаками расположение всех коммуникаций в радиусе проведения работ;
- Проверить исправность используемого оборудования;

На весь период работ, в зоне производства работ ограничить доступ лиц, не задействованных в монтажных работах. Весь персонал, задействованный на работах, должен находиться в спецодежде.

Электрический ток, электрическая дуга и металлические искры при сварке**.**

Чтобы предупредить возможность случайного проникновения к токоведущим частям, находящимся под напряжением, используются защитные сетчатые и смешанные ограждения (переносные временные ограждения и плакаты). Ограждению подлежат неизолированные токоведущие части выключателей, подающих напряжение на установки, изоляция, УЗО.

Для защиты от поражения электрическим током необходимо использовать следующие изолирующие средства индивидуальной защиты:

диэлектрические перчатки и галоши (дежурные), резиновые коврики, изолирующие подставки.

Для защиты от электрической дуги и металлических искр при сварке необходимо использовать: защитные костюмы, защитные каски или очки и т.п.

6.1.3. Пожарная безопасность на опасных производственных объектах

Меры пожарной безопасности и безопасных условий труда определяются исходя из конкретных условий проведения ремонтных работ, при условии строгого исполнения действующих норм и правил по пожарной безопасности и охране труда.

Так как резервуарные парки относятся к объектам повышенной пожаро и взрывоопасности, категории «А» данные объекты в полной мере должны быть оснащены средствами пожаротушения.

Всем работникам в обязательном порядки необходимо своевременно проходить инструктаж по пожарной безопасности.

При проведение огневых работ, служащие должны выполнять требования инструкций, принятых на производственном объекте.

При проведение огневых работ, запрещены какие – либо другие операции в резервуаре. Перед проведение огневых работ необходимо получить наряд – допуск, на выполнение работ повышенной опасности. Для организации подготовки и проведения огневых работ назначаются работники из числа инженерно-технического персонала, ответственные за проведение мероприятий, обеспечивающих пожаровзрывобезопасность подготовительных и огневых работ. При проведении огневых работ в резервуаре все люки (лазы) должны быть открыть. По окончании огневых работ место их должно быть тщательно проверено и очищено отраскаленных огарков, окалины или тлеющих предметов, а при необходимости залито водой.

Средства пожаротушение в резервуарном парке.
Автоматическая система пенного пожаротушения.

Пожароводное охлаждения резервуара.

Первичные средства пожаротушения (огнетушители ОП 50,ОУ 3 ящики с песком.

6.2. Экологическая безопасность

Согласно РД 51-1-96 при разработке проектной, прединвестиционной документации по технологическому объекту повышенной опасности необходимо ознакомится и составить аналитическую документацию, характеризующую воздействие данного объекта на окружающую среду. Оценка степени риска проводится в соответствие с нормативно – методическими документами.

Воздействие на литосферу

Строительное производство потребляет большое количество различного природного сырья: гравия, песка, щебня и прочего. При добычи сырья открытым способом нарушаются огромные площади земель. Так же при непосредственном строительстве резервуара используется большая площадь земель. При строительстве происходит серьезное нарушение ландшафта. Во – первых происходит расчистка земель, далее снятие плодородного слоя почвы и выполнение земляных работ. Большая часть разрабатываемого на строительной площадке грунта вывозятся в отвалы. Отвалы вывезенного грунта уничтожают в местах своего расположения природный ландшафт, меняют морфологию участков земной поверхности, на длительное время исключают из хозяйственного оборота территории, уничтожают растительность, способствуют эрозии, загрязняют окружающую среду.

Наиболее эффективным методом сохранения земельных ресурсов при строительстве резервуаров является рациональное использование ресурса. Этого можно добиться при соблюдение всех норм и правил, предусмотренных нормативными документами. Необходим рациональный

подход к разработке планов и расчету, используемому по применению земель, а так же его строгое соблюдение.

Основными методами сохранения земельных ресурсов являются:

- исправление ландшафта, изменённого во время работ;
- создание мелиоративных и гидротехнических сооружений;
- обработка почвы, путем внесения удобрений.

Воздействие на атмосферу

Наибольшее воздействие на атмосферу при строительстве резервуара представляют различные машины, используемые при строительстве. Второстепенное воздействие оказывают сварочные работы, работы по резке металла, покрытие резервуаров от коррозии. При работе различных частей машин и механизмов выделяются углерод оксид, азот оксид, сера диоксид, керосин, углерод. При сварочных работах выделяется сварочный аэрозоль, в состав которого входят: железа оксид, марганец и его соединения, пыль неорганическая: 70-20% двуокиси кремния, фтористые газообразные соединения (в пересчете на фтор), азот (IV) оксид, углерод оксид. Для защиты резервуара от коррозии используются импортные покрывные материалы. Чаще всего покрытие осуществляется методом распыление, что чревато выделением аэрозоля краски.

Для снижения уровня загрязнения необходимо:

- разработка и внедрение очистных фильтров на предприятиях;
- использование экологически безопасных источников энергии;
- использование безотходной технологии производства;
- борьба с выхлопными газами автомобилей.

Воздействие на гидросферу

В процессе строительства резервуара, появляется большое количество отходов производства. Утилизации таких отходов должна быть осуществлена только в специально предназначенные для этого места, не допускается сброс отходов в водные источники, во избежание загрязнений водного ресурса

Для того, чтобы воздействие при строительстве резервуара было минимальным необходимо проводить следующие мероприятия: все горюче – смазочные материалы должны быть слиты в отведенные для этого места; промышленные и бытовые отходы должны быть утилизированы в отведенные для этого места; вывоз отходов строительства должен быть санкционированным и своевременным; мойку и ремонт машин, применяемых при строительстве резервуара необходимо осуществлять только в отведенных для этого местах.

6.3. Чрезвычайные ситуации

Чрезвычайная ситуация (ЧС) - это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.
Под источником чрезвычайной ситуации понимают опасное природное явление, аварию или опасное техногенное происшествие, широко распространённую инфекционную болезнь людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошла или может возникнуть чрезвычайная ситуация (ГОСТ Р 22.0.02 - 94).

Чрезвычайные ситуации могут возникнуть в процессе эксплуатации резервуаров по различным причинам:

- по причине техногенного характера;
- попадание в резервуар молнии;
- лесные пожары.

Аварии в резервуарном парке могут привести к возникновению чрезвычайных ситуаций. Основными причинами возникновения аварий являются: коррозионные разрушения, малые и большие дыхания, перепады температур, вакуум, неверное техническое обслуживание, отказ приборов контроля и сигнализирования, факторы внешнего воздействия (молнии, ураганы и прочее).

Одними из примеров чрезвычайных ситуаций может служить прямое попадание молнии в резервуар с нефтью. Такое происшествие имеет разрушительный характер и весьма опасно. Для предупреждения попадания молний в резервуар с нефтью необходимо устанавливать молниеотводы, корпус резервуара должен быть заземлён. По периметру резервуара необходимо устанавливать заземлители через каждые 50 м по периметру. Также, заземляют все коммуникации, находящиеся на объекте.

Для защиты резервуарных парков от лесных пожаров необходимо выкорчёвывать деревья и кусты на 25 м от территории резервуарного парка.

При переливе нефтепродукта из резервуара ответственному смены следует остановить заполнение резервуара, вызвать пожарную охрану, известить своего или вышестоящего руководителя, соблюдая меры безопасности, приступить к ликвидации аварии.

При вакуумном смятии (деформации резервуара) ответственному смены необходимо остановить откачку нефтепродукта из этого резервуара, сообщить о случившемся своему непосредственному или вышестоящему руководителю и действовать согласно плану ликвидации аварий.

При появлении трещин в сварных швах или корпусе резервуар необходимо освободить от нефтепродукта полностью или частично в зависимости от способа его предстоящего ремонта.

В случае возгорания и взрывов на территории резервуарного парка старшему по смене необходимо остановить все виды перекачки, вызвать пожарную охрану, при необходимости, скорую медицинскую помощь, известить своего или вышестоящего руководителя, действовать согласно

плану ликвидации аварий. [Инструкция по охране труда для работников, занятых эксплуатацией резервуарного парка].

6.4. Безопасность труда

Требования промышленной безопасности должны соблюдаться согласно Федеральному закону «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» и Постановлению Правительства РФ «Об организации и осуществлении производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасных производственных объектах» с использованием «Методических рекомендаций по организации производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасных производственных объектах» РД 04-355-00.

При эксплуатации резервуаров и резервуарного парка необходимо при каждой, проводимой операции выполнять требования нормативных документов.

Участники работ должны быть ознакомлены с расположением технических средств, средствами связи, противопожарного инвентаря и постов медицинской помощи.

Все участники работ обеспечиваются спецодеждой, соответствующей сезону и конкретным видам работ, и необходимыми средствами индивидуальной защиты.

В соответствие с Правилами технической эксплуатации резервуаров, работники при обслуживании резервуарного парка обязаны:

- соблюдать требования нормативных актов и нормативных технических документов, устанавливающих правила ведения работ в резервуарном парке и порядок действий в случае аварии или аварийной ситуации в резервуарном парке;
- проходить подготовку и аттестацию в области промышленной безопасности;

- незамедлительно ставить в известность своего непосредственного руководителя или в установленном порядке других должностных лиц об аварии или инциденте в резервуарном парке;

–

- в установленном порядке приостанавливать работу в случае аварии или инцидента в резервуарном парке;
- в установленном порядке участвовать в проведении работ по локализации аварии в резервуарном парке.

6.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. СНиП 2.05.06–85* Магистральные трубопроводы

2. СНиП III-42–80*Магистральные трубопроводы. Правила производства работ.

3. СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство

4. СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве.

5. СНиП 23-01-99*Строительная климатология.

6. СНиП 3.02.01-87Земляные сооружения, основания и фундаменты.

7. СНиП 3.04.01-87 Изоляционные и отделочные материалы.

8. СНиП 3.05.06-85 Электротехнические устройства.

9. СНиП 2.01.07-85*Нагрузки и воздействия.

10. ВСН 004-88 Строительство магистральных трубопроводов. Технология и организация.

11. РД 153-39.4-114-01 Инструкция по ликвидации аварий и повреждений на магистральных нефтепроводах.

12. РД 03-14-2005 Положение оформления декларации промышленной безопасности и перечень включаемых в нее сведений.

13. РД-16.01-74.20.00-КТН-058-1-05 Специальные нормы проектирования и строительства магистрального нефтепровода «Восточная Сибирь -Тихий океан»

14. СП 12-135-2003 Безопасность труда в строительстве «Отраслевые типовые инструкции по охране труда

15. ППБ 01-03 Правила пожарной безопасности в РФ

16. ВППБ 01-05-99 Правила пожарной безопасности при эксплуатации магистральных нефтепроводов ОАО «Транснефть»

16. ПБ 13-407-01 «Правила безопасности при проведении взрывных работ.»

17. СТР-19.020.00-КТН-089-07 Регламент по очистке и испытанию нефтепроводов на прочность и герметичность после завершения строительно-монтажных работ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате дипломного проектирования выработаны технологии капитального ремонта и реконструкции стального вертикального резервуара для хранения нефти и нефтепродуктов емкостью 3000 м^3.

При этом были решены следующие задачи:

- изучены современные методы ремонта резервуаров, правила и порядок его проведения;

- предложены и рассчитаны мероприятия по реконструкции рассматриваемого резервуара с целью повышения его эксплуатационных характеристик (устройство алюминиевого понтона, монтаж системы пожаротушения);

- в составе технологической части проекта разработаны технологические карты на устранение типовых повреждений резервуара (ремонт стенки установкой колец жесткости, ремонт фундамента резервуара, монтаж дополнительных площадок для обслуживания);

- освещены вопросы безопасности труда и экологичности проектных решений, дана характеристика противопожарной безопасности на строительной площадке;

- рассчитана сметная стоимость работ по капитальному ремонту объекта, технико-экономические показатели проекта.

Стоимость работ составила 1 308 518 руб.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 21.1101-2009 «СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации».

2. ГОСТ 31385-2008 «Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов».

3. РД 13.000.00-ТНП-005-10 «Правила безопасной эксплуатации магистральных нефтепродуктов».

4. ОР 91.010.30-КГН-111-12 «Порядок разработки проектов производства работ на строительство, техническое перевооружение и реконструкцию объектов магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов».

5. РД-23.020.00-КТН-283-09 «Правила ремонта и реконструкции резервуаров для хранения нефти объемом 1000-50000 куб.м.».

6. РД 23.020.00-КТН-079-09 «Нормы проектирования стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти объемом 1000-50000 куб.м».

7. СП 48.13330.2011 «Организация строительства».

8. ОТТ-35.240.50-КТН-302-06 «Комплекс типовых проектных решений автоматизации НПС и резервуарных парков на базе современных технических решений и комплектующих. Общие технические требования».

9. Постановление Правительства РФ от 12 июня 2003 г. № 344 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления» (ред. от 01.07.2005, от 08.01.2009).

10. СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования.

11. СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство.

12. СНиП 2.11.03-93 «Склады нефти и нефтепродуктов»

13. СНиП II-89-90 «Генеральные планы промышленных предприятий».

14. ГОСТ 12.1.044-89 Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатурные показатели и методы их определения.

15. ПБ 03-381-00 Правила устройства вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов / Госгортехнадзор России, - М.: 2001. –167с.

16. ППБ 05-86 Правила пожарной безопасности при производстве строительно-монтажных работ. М.:, 1987.

17. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. М.2000.

18. Волков О.М. «Пожарная безопасность резервуаров с нефтепродуктами», М., Недра, 1984.

19. Сучков В.П. «Пожарная безопасность при хранении ЛВЖ и ГЖ на промышленных предприятиях», М., Стройиздат, 1985.

20. Правила эксплуатации электроутановок, ПУЭ. Энергоатомиздат, 1985.

21. Мацкин Л.А. «Эксплуатация нефтебаз». М., Недра, 1975.

22. Афанасьев В.А., Березин В.Л. Сооружение газохранилищ и нефтебаз: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1986. – 334с.

23. ВСН 311-89 Монтаж стальных вертикальных цилиндрических резервуаров. Минмонтажспецстрой. М.:, 1989.

24. Дикман Л.Г. Организация и планирование строительного производства: Управление строительными предприятиями с основами АСУ: Учеб. Для строит. Вузов – 3-е изд., перераб. И доп. – М.: Высшая школа, 1988 – 559с.

25. Мандриков А.П. Прмеры расчета металлических конструкций: Учеб. Пособие для техникумов. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Стройиздат, 1991. – 431 с.