

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)  
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»  
 Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и  
 продуктов переработки»  
 Отделение нефтегазового дела

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

| Тема работы   |
|---|
| «Технология проведения ремонтных работ резервуара вертикального стального типа РВС 2000 м3 на месторождении Западно-Сибирского региона» |

УДК 571.16

Студент

| Группа | ФИО             | Подпись | Дата |
|--------|-----------------|---------|------|
| 32Б3А  | Новоселов Д. Е. |         |      |

Руководитель

| Должность | ФИО          | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|--------------|------------------------|---------|------|
| профессор | Саруев Л. А. | профессор, д.т.н.      |         |      |

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО            | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|----------------|------------------------|---------|------|
| ассистент | Макашева Ю. С. |                        |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО           | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------|------------------------|---------|------|
| ассистент | Немцова О. А. |                        |         |      |

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

| Руководитель ООП | ФИО          | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|--------------|------------------------|---------|------|
| <b>ОНД ИШПР</b>  | Брусник О.В. | к.п.н, доцент          |         |      |



|  |   |
|--|---|
| <p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b><br/> <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p> | <p>Аналитический обзор по литературным источникам. Выбор технологии проведения ремонтных работ резервуара вертикального стального. Расчет габаритов конструкции РВС, расчет на прочность и устойчивость резервуара. Ресурсоэффективность, социальная ответственность, заключение.</p> |
|--|---|

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Перечень графического материала</b><br/> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p> |  |
|--|--|

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**  
*(с указанием разделов)*

| Раздел  | Консультант               |
|---|---------------------------|
| «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» | Макашева Ю. С., ассистент |
| «Социальная ответственность»                                      | Немцова О. А., ассистент  |
|   |                           |
|   |                           |

**Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:**

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p> |  |
|--|--|

**Задание выдал руководитель:**

| Должность | ФИО                   | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----------------------|------------------------|---------|------|
| профессор | Саруев Лев Алексеевич | профессор,<br>д.т.н    |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                          | Подпись | Дата |
|--------|------------------------------|---------|------|
| 32Б3А  | Новоселов Дмитрий Евгеньевич |         |      |

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)  
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»  
Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»  
 Уровень образования бакалавриат  
 Отделение нефтегазового дела  
 Период выполнения \_\_\_\_\_ (осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН**  
**выполнения выпускной квалификационной работы**

|  |            |
|--|------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 13.06.2018 |
|--|------------|

| Дата контроля | Название раздела (модуля) / вид работы (исследования) | Максимальный балл раздела (модуля) |
|---------------|---|------------------------------------|
| 12.03.2018    | <i>Введение</i>                                       | 10                                 |
| 14.03.2018    | <i>Литературный обзор</i>                             | 10                                 |
| 28.03.2018    | <i>Характеристика объекта</i>                         | 8                                  |
| 15.04.2018    | <i>Обоснование для ремонта резервуара</i>             | 7                                  |
| 29.04.2018    | <i>Выбор и технология проведения ремонтных работ</i>  | 15                                 |
| 01.05.2018    | <i>Расчетная часть</i>                                | 15                                 |
| 05.05.2018    | <i>Финансовый менеджмент</i>                          | 10                                 |
| 12.05.2018    | <i>Социальная ответственность</i>                     | 10                                 |
| 19.05.2018    | <i>Заключение</i>                                     | 7                                  |
| 25.05.2018    | <i>Презентация</i>                                    | 8                                  |

Составил преподаватель:

| Должность | ФИО          | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|--------------|------------------------|---------|------|
| профессор | Саруев Л. А. | профессор, д.т.н.      |         |      |

**СОГЛАСОВАНО:**

| Руководитель ООП | ФИО          | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|--------------|------------------------|---------|------|
| <b>ОНД ИШПР</b>  | Брусник О.В. | к.п.н, доцент          |         |      |

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

|               |                                |
|---------------|--------------------------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                     |
| з-2Б3А        | Новоселову Дмитрию Евгеньевичу |

|                     |  |                           |  |
|---------------------|--|---------------------------|--|
| <b>Институт</b>     | <b>Инженерная школа<br/>природных ресурсов</b> | <b>Кафедра</b>            | <b>ТХНГ</b>  |
| Уровень образования | Бакалавриат                                    | Направление/специальность | 21.03.01. Нефтегазовое<br>дело Профиль<br>«Эксплуатация и<br>обслуживание объектов<br>транспорта и хранения<br>нефти. Газа и продуктов<br>переработки» |

**1. Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

*1.1* Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих.

Обоснование технологии проведения ремонтных работ резервуара вертикального стального №1 типа РВС-2000 м3, установленного на УПСВ-2 месторождении Западно-Сибирского региона

**2. Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

**2.1** Оценка затрат на материалы и оборудование, оплату труда.

Оценка затрат на материалы.  
Оценка затрат на оплату труда.  
Оценка отчислений на социальные нужды.

**3. Перечень графического материала:**

Таблицы

**Дата выдачи задания для раздела по линейному графику**

**Задание выдал консультант:**

|                  |               |                                   |                |             |
|------------------|---------------|-----------------------------------|----------------|-------------|
| <b>Должность</b> | <b>ФИО</b>    | <b>Ученая степень,<br/>звание</b> | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
|                  | Макашева Ю.С. |                                   |                |             |

**Задание принял к исполнению студент:**

|               |                              |                |             |
|---------------|------------------------------|----------------|-------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                   | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
| з-2Б3А        | Новоселов Дмитрий Евгеньевич |                |             |

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

|               |                              |
|---------------|------------------------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                   |
| 32Б3А         | Новоселов Дмитрий Евгеньевич |

|                            |             |                                  |                                     |
|----------------------------|-------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Институт</b>            | <b>ИШПР</b> | <b>Кафедра</b>                   | <b>Отделение нефтегазового дела</b> |
| <b>Уровень образования</b> |             | <b>Направление/специальность</b> |                                     |

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

|   |  |
|---|--|
| <p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, рабочая зона) и области его применения</p> | <p>Объектом исследования является Резервуар РВС-2000 м<sup>3</sup> технологический №1 установленный на Западно-Полуденном месторождении Тюменской области.<br/>Резервуар предназначен для разделения нефти и воды для дальнейшего производства.<br/>Резервуар изготовлен методом листовой сборки, марка стали 09Г2С.<br/>Вид хранимого продукта – товарная нефть.<br/>Рабочее место расположено на открытом воздухе. РВС-2000 находится на территории УПСВ-2 Западно-Полуденного месторождения Тюменской области. Местность заболоченная, равнинная. Климат умеренный.</p> |
|---|--|

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

|   |   |
|---|---|
| <p><b>1. Производственная безопасность</b><br/>1.1. Исследование обнаруженных вредоносных условий при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей очередности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её ассоциация с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты;</li> <li>– (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</li> </ul> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> </ul> <p>пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</p> | <p>Вредные факторы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Превышение уровня шума</li> <li>2. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны</li> <li>3. Климатические условия</li> <li>4. Повреждение в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися</li> <li>5. Недостаточная освещенность рабочей зоны</li> </ol> <p>Опасные факторы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электрическая дуга и искры при сварке</li> <li>2. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов</li> <li>3. Взрывоопасность и пожароопасность</li> <li>4. Электрический ток</li> </ol> |
| <p><b>2. Экологическая безопасность:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> </ul>   | <p>При ремонте резервуара воздействия оказывают как производственные процессы, так и объекты</p>  |

|  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>                                | <p>постоянного и временного назначения.<br/>Ремонт резервуара сопровождается:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- загрязнением атмосферного воздуха;</li> <li>- повреждением почвенно-растительного покрова;</li> </ul>   |
| <p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul> | <p>Для данного района характерны чрезвычайные ситуации природного характера: паводковые наводнения; лесные и торфяные пожары; ураганы; сильные морозы (ниже -40°С); метели и снежные заносы и антропогенного характера: пожары; взрывы паровоздушных смесей; отключение электроэнергии, возможные отказы и неисправности на объектах УПСВ.</p> |
| <p><b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>   | <p>РД 09-364-00 «Типовая инструкция по организации безопасного проведения огневых работ на взрывоопасных взрывопожароопасных объектах»;<br/>РД 23.020.00-КТН-053-17 «Правила технической эксплуатации резервуаров магистральных нефтепроводов и нефтебаз»</p>  |

|   |  |
|---|--|
| <b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b> |  |
|---|--|

**Задание выдал консультант:**

| Должность             | ФИО                         | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------|---------|------|
| Ассистент кафедры ЭБЖ | Немцова Ольга Александровна |                        |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                          | Подпись | Дата |
|--------|------------------------------|---------|------|
| 32Б3А  | Новоселов Дмитрий Евгеньевич |         |      |

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 109 с., 10 рис., 24 табл., 37 источников, 3 прил.

Ключевые слова: резервуар, расчет, ремонт, срок эксплуатации, этап, испытание, охрана труда, промышленная безопасность, металл.

Объектом исследования является резервуар вертикальный стальной типа РВС 2000м3

Цель работы – выбор технологии проведения ремонтных работ резервуара вертикального стального типа РВС-2000 м3.

В процессе исследования проводились расчет габаритов конструкции РВС, расчет на прочность и устойчивость резервуара. Рассмотрены и проанализированы виды ремонтных работ, проведение гидравлического испытания. Приведены мероприятия по охране труда и безопасности ремонта, охране окружающей среды, технико-экономическая часть.

В результате исследования был произведен сравнительный анализ ремонтных работ резервуара. На основании полученных результатов было выявлено, что проведение капитального ремонта резервуара имеет ряд преимуществ, таких как, увеличение срока эксплуатации резервуара и экономическая выгода.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: технология и организация выполнения работ, подготовительные работы, земляные работы, монтаж патрубков резервуара и люков-лазов, сварочно-монтажные работы резервуара, реконструкция шахтной лестницы, гидравлические испытания резервуара и т.д.

|                   |             |                     |                |             |  |                             |             |               |
|-------------------|-------------|---------------------|----------------|-------------|--|-----------------------------|-------------|---------------|
|                   |             |                     |                |             | <i>Технология проведения ремонтных работ резервуара вертикального стального типа РВС 2000 м3</i> |                             |             |               |
| <i>Изм.</i>       | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i>     | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |  |                             |             |               |
| <i>Разраб.</i>    |             | <i>Новосёлов ДЕ</i> |                |             | <i>Реферат</i>   | <i>Лит.</i>                 | <i>Лист</i> | <i>Листов</i> |
| <i>Руковод.</i>   |             | <i>Саруев Л.А.</i>  |                |             |  |                             | <i>1</i>    | <i>109</i>    |
| <i>Консульт.</i>  |             |                     |                |             |  | <b><i>ТПУ гр. 32Б3А</i></b> |             |               |
| <i>Рук-ль ООП</i> |             | <i>Брусник О.В.</i> |                |             |  |                             |             |               |



Экономическая эффективность/значимость работы: трудозатраты при ремонте резервуара меньше, чем строительство нового резервуара. В то время на ремонт резервуара было потрачено 2371503,3 руб.

|             |             |                 |                |             |                |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|----------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <i>Реферат</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                | 2           |

## Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

ГВС – газовоздушная среда;

СГГ – сигнализатор горючих газов;

ЭПБ — экспертиза промышленной эксплуатации;

ПСПТ – первичные средства пожаротушения;

ПТМ – пожарно-технический минимум;

НКПР – нижний концентрационный предел распространения пламени;

БКНС – блочная кустовая насосная станция;

УПСВ – установка предварительного сброса воды;

РВС — резервуар вертикальный стальной;

УЗТ — ультразвуковая толщинометрия;

УЗК – ультразвуковой контроль;

ЛЗ — люк замерный;

ЦППН-7 – цех подготовки и перекачки нефти №7;

ЦППД-1 – цех поддержания пластового давления №1;

ПБ - промышленная безопасность;

ЛС — люк световой;

НТД – нормативно-техническая документация;

ОПО – опасный производственный объект;

РЭ - руководство по эксплуатации;

ТУ - технические условия;

ТТ- технологический трубопровод;

НК- неразрушаемый контроль;

ТС- техническое состояние;

ППР-проект производства работ;

|                   |             |                     |                |             |  |                      |             |               |
|-------------------|-------------|---------------------|----------------|-------------|--|----------------------|-------------|---------------|
|                   |             |                     |                |             | <i>Технология проведения ремонтных работ резервуара вертикального<br/>стального типа РВС 2000 м3</i> |                      |             |               |
| <i>Изм.</i>       | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i>     | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |  |                      |             |               |
| <i>Разраб.</i>    |             | <i>Новосёлов ДЕ</i> |                |             | <b>Определения, обозначения,<br/>сокращения, нормативные<br/>ссылки</b>                              | <i>Лит.</i>          | <i>Лист</i> | <i>Листов</i> |
| <i>Руковод.</i>   |             | <i>Саруев Л.А.</i>  |                |             |  |                      | 3           | 109           |
| <i>Консульт.</i>  |             |                     |                |             |  | <b>ТПУ гр. 32Б3А</b> |             |               |
| <i>Рук-ль ООП</i> |             | <i>Брусник О.В.</i> |                |             |  |                      |             |               |

КДС — клапан дыхательный стальной;

РД — руководящий документ;

н.м.р.- нефтяное месторождение.

Резервуар - емкость, предназначенная для хранения, приема, откачки и измерения объема нефти;

Ремонт резервуара - комплекс мероприятий по восстановлению технико-эксплуатационных характеристик с заменой или восстановлением элементов конструкций резервуара и оборудования с выводом резервуара из технологического режима работы и его зачисткой;

Техническое диагностирование - комплекс мероприятий по определению технического состояния резервуара, характера, места и причин возникновения обнаруженных дефектов и предоставлению данных для последующего анализа с целью назначения ремонта и (или) установления срока безопасной эксплуатации резервуара до проведения очередного комплекса таких мероприятий;

Техническое состояние - состояние оборудования и конструкций резервуара, которое характеризует их соответствие проекту, технической документации, регламентам, нормам и правилам;

Дефект, подлежащий ремонту - каждое отдельное несоответствие нормативным документам: сварных швов, основного металла конструкции резервуара, геометрических форм резервуара, а также соединительные, конструктивные детали и приварные элементы, не соответствующие нормативным документам;

Конструкция резервуара - основание и фундаменты, днище, стенка, крыша, понтон и т.п.;

Элемент конструкции резервуара - листы днища, стенки, кровли резервуара, усиливающие накладки, патрубки, люки, стойки, элементы несущей конструкции, оборудование и т.п.;

|      |      |          |         |      |   |      |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      | Определения, обозначения, сокращения,<br>нормативные ссылки | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |   | 4    |

Окрайка - часть днища резервуара, на которую опирается стенка, состоящая из краевых листов увеличенной толщины в сравнении с центральной частью, и сваренных встык.

Газоопасные работы – аработы, связанные с обследованием, очисткой, исправлением, разгерметизацией технологического оснащения, коммуникаций, в том числе работы внутри емкостей (аппараты, сушильные барабаны, печи сушильные, реакторы, резервуары, цистерны и другое подобное оборудование, а также коллекторы, тоннели, колодцы, прямки и другие аналогичные места), при коих наличествует или же не исключена вероятность выделения в рабочую зону, определяемую в согласовании с ГОСТ 12.1.005-88, взрыв, пожарные или вредные пары, газы и иные препараты, способные вызвать взрыв, пожар, оказывают вредоносное влияние на организм человека, а также работают при недостающем содержании кислорода в воздухе рабочей зоны (объемная доля ниже 20 %).

Огневые работы – все виды электросварочных, газосварочных, бензиновых и паяльных работ, варка битума и смолы, резка металла механизированным инструментом, а также другие работы, связанные с использованием открытого огня (исключение составляет открытое сжигание за счет проведения технологического процесса: технологических и утилизационных печей и т.д.), искрообразование и нагревание до температуры, способной вызвать возгорание материалов и конструкций, скашивание травы и вырубку кустарников механизированным способом (с помощью – и электроинструмента) в пределах взрыво-и пожароопасных зон.

|      |      |          |         |      |   |      |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      | Определения, обозначения, сокращения,<br>нормативные ссылки | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |   | 5    |

|   |    |
|---|----|
| Оглавление  |    |
| Введение.....   | 9  |
| 1 Обзор литературы .....  | 12 |
| 2 Объект исследования .....                                       | 19 |
| 2.1 Краткая климатическая характеристика.....                     | 19 |
| 2.2 Краткая характеристика объекта.....                           | 19 |
| 2.3 Назначение и устройство основного оборудования резервуара.... | 21 |
| 2.4 Характеристика хранимой среды .....                           | 22 |
| 2.5 Обоснование ремонта резервуара .....                          | 23 |
| 2.6 Организационно – технологическая часть .....                  | 26 |
| 2.6.1 Подготовительные работы .....                               | 27 |
| 2.6.2 Подготовка резервуара к проведению работ .....              | 28 |
| 2.6.3 Организация строительной площадки .....                     | 29 |
| 2.6.4 Проведение очистки резервуара.....                          | 30 |
| 2.6.5 Техническое диагностирование.....                           | 35 |
| 2.6.6 Разработка и согласование проекта ремонта .....             | 36 |
| 2.6.7 Выполнение ремонтных работ. ....                            | 36 |
| 2.6.8 Изменение конструкции шахтной лестницы .....                | 45 |
| 2.7 Гидроиспытание РВС .....                                      | 47 |
| 2.8 Повторное оформление заявки на проведение ЭПБ .....           | 48 |
| Расчетная часть .....   | 49 |
| 3.1 Определение габаритов конструкции резервуара .....            | 49 |

|            |      |              |         |      |  |                      |      |        |
|------------|------|--------------|---------|------|--|----------------------|------|--------|
|            |      |              |         |      | <i>Технология проведения ремонтных работ резервуара вертикального стального типа РВС 2000 м3</i> |                      |      |        |
| Изм.       | Лист | № докум.     | Подпись | Дата |  |                      |      |        |
| Разраб.    |      | Новосёлов ДЕ |         |      | <b>Оглавление</b>  | Лит.                 | Лист | Листов |
| Руковод.   |      | Саруев Л.А.  |         |      |  |                      | 6    | 110    |
| Консульт.  |      |              |         |      |  | <b>ТПУ гр. 32Б3А</b> |      |        |
| Рук-ль ООП |      | Брусник О.В. |         |      |  |                      |      |        |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 3.2   | Расчет стенки резервуара на прочность .....  | 54 |
| 3.2.1 | Предварительный выбор толщины стенок поясов .....  | 54 |
| 3.2.2 | Проверка стенки резервуара на прочность .....  | 58 |
| 3.3   | Проверка стенки резервуара на устойчивость .....   | 60 |
| 4     | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и<br>ресурсосбережение.....                                | 68 |
| 4.1   | Экономический расчёт конструкции резервуара .....  | 69 |
| 4.2   | Оплата труда.....  | 71 |
| 4.3   | Стоимость затрат на материалы .....  | 72 |
| 4.5   | Расчет отчислений на социальные нужды .....  | 73 |
| 4.4   | Составление сметы .....  | 75 |
| 5     | Социальная ответственность .....   | 76 |
| 5.1   | Введение .....   | 76 |
| 5.2   | Производственная безопасность .....  | 77 |
| 5.3   | Рассмотрение опасных производственных факторов и аргументация<br>процедур по их устранению .....       | 77 |
| 5.3.1 | Превышение уровня шума .....   | 78 |
| 5.3.2 | Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны<br>.....                                 | 79 |
| 5.3.3 | Повреждение в результате контакта с животными, насекомыми,<br>пресмыкающимися.....                     | 81 |
| 5.3.4 | Недостаточная освещенность рабочей зоны.....   | 82 |
| 5.3.5 | Климатические условия .....  | 83 |
| 5.4   | Исследование небезопасных производственных факторов и<br>обоснование мероприятий по их устранению..... | 85 |

|   |     |
|---|-----|
| 5.4.1 Электрическая дуга и искры при сварке .....                 | 86  |
| 5.4.2 Электрический ток.....                                      | 87  |
| 5.4.3 Взрывоопасность и пожаробезопасность .....                  | 88  |
| 5.5 Экологическая безопасность .....                              | 91  |
| 5.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....                   | 92  |
| 5.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности . | 93  |
| Заключение .....  | 95  |
| Список используемой литературы .....                              | 96  |
| Приложение А .....  | 100 |
| Приложение В .....  | 102 |

## Введение

В настоящее время надежность и эффективность работы резервуаров обеспечивается благодаря своевременному и оперативному техническому обследованию, а также качественному проведению ремонтных работ.

Это позволяет не допустить аварийных ситуаций, которые могут оказать негативное влияние на окружающую среду, безопасность окружающих, а также на рабочий процесс. Аварийные ситуации на производстве могут повлиять и на финансовую стабильность предприятия.

На месторождении Западно-Сибирского региона используются специальные технологические емкости для того что бы накопить требуемый объем для дальнейшей переработки. Таковыми являются резервуары, вмещающие общий объем подготовленной нефти и подтоварной воды не более 4000 м<sup>3</sup> (РВС-1,2). Резервуары вертикальные стальные РВС-2000 предназначены для разделения, за счет гравитационного отстоя, водонефтяной эмульсии на воду и нефть, подачи воды на БКНС-11, нефти – в насосную нефть, для дальнейшей откачки на УПН месторождения Западно-Сибирского региона.

При хранении подготовленной нефти, в процессе непрерывной эксплуатации УПСВ в резервуарах скапливается подтоварная (сеноманская) вода. В процессе подготовки нефти применяются технологии ее хранения и транспортировки. В процессе обезвоживания, обессоливания и отстаивания происходит расслоение водонефтяной эмульсии, затем в емкостях для хранения продуктов подготовки внизу образуется вода, вверху – нефть ввиду различной плотности. Эта вода содержит растворенные соли, которые являются причиной быстрого коррозионного износа, так как вода является агрессивной средой. Огромное влияние на состояния данных резервуаров оказывают механические примеси, которые входят в состав нефти.

|                   |             |                 |                |             |  |                      |             |               |
|-------------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--|----------------------|-------------|---------------|
|                   |             |                 |                |             | <i>Технология проведения ремонтных работ резервуара вертикального<br/>стального типа РВС 2000 м3</i> |                      |             |               |
| <i>Изм.</i>       | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |  |                      |             |               |
| <i>Разраб.</i>    |             | Новосёлов ДЕ    |                |             | <b>Введение</b>  | <i>Лит.</i>          | <i>Лист</i> | <i>Листов</i> |
| <i>Руковод.</i>   |             | Саруев Л.А.     |                |             |  |                      | 9           | 109           |
| <i>Консульт.</i>  |             |                 |                |             |  | <b>ТПУ гр. 32Б3А</b> |             |               |
| <i>Рук-ль ООП</i> |             | Брусник О.В.    |                |             |  |                      |             |               |



Чтобы поддерживать резервуары в работоспособном состоянии, необходимо постоянно контролировать состояние емкостей и своевременно выполнять ремонтные работы.

**Проблематика** данной темы состоит в угрозе остановки технологического процесса, а также в угрозе создания аварийной ситуации, которая может привести к высоким финансовым потерям и создать опасность для здоровья человека.

Исходя из вышесказанного, можно утверждать, что проблема, затронутая в данной ВКР, является актуальной.

### **Основные задачи и цель работы**

Целью данной выпускной квалификационной работы является выбор технологии проведения ремонтных работ резервуара вертикального стального №1 типа РВС-2000 м<sup>3</sup>, установленного на УПСВ-2 месторождении Западно-Сибирского региона.

Основными задачами являются:

- 1) изучение нормативно-технической документации;
- 2) анализ видов проведения ремонтных работ;
- 3) выбор ремонтных работ;
- 4) изучение научной литературы.

### **Актуальность**

При выборе темы выпускной квалификационной работы я руководствовался, в первую очередь, актуальностью тех или иных технологий производства работ на магистральном нефтепроводе. Также явным аспектом выбора являлись широта применения различных технологий, заинтересованность научного общества в решении проблем, связанных с упрощением и доступностью технологий на всей территории объектов нефтепровода.

Ознакомившись с некоторыми научными статьями и проанализировав все полученные данные, я пришел к выводу, что описание различных

|             |             |                 |                |             |                 |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|-----------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <i>Введение</i> | <i>Лист</i> |
|             |             |                 |                |             |                 | 10          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                 |             |

технологий ремонта резервуара будет являться актуальной темой для ВКР. Объектом ремонта я принял резервуар вертикальный стальной №1 типа РВС-2000 м<sup>3</sup>, установленный на месторождении Западно-Сибирского региона.

Ведущие инженерные компании постоянно разрабатывают более совершенные методы обследования и ремонта резервуаров. Такие решения должны улучшить надежность конструкций, увеличить их ресурс и снизить затраты на содержание и ремонтные работы. Поэтому тема данной работы является актуальной.

|             |             |                 |                |             |                 |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|-----------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <i>Введение</i> | <i>Лист</i> |
|             |             |                 |                |             |                 | 11          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                 |             |

## 1 Обзор литературы

Для обеспечения критериев надежной и безопасной эксплуатации системы трубопроводного транспорта нефти необходимо своевременно проводить и организовывать техническую диагностику ее основных элементов. Вертикальные стальные резервуары, являющиеся неотъемлемой частью технологической цепочки нефтепроводного транспорта, должны находиться в безаварийном состоянии в течение всего срока эксплуатации. Для этого в нормативных актах отечественной промышленности отнесены сроки и размеры регулярного диагностического обследования РВС. Полная техническая диагностика резервуара проводится в среднем с интервалом не реже 1 раза в десять лет, а частичная – 1 раз в 5 лет.

Выполнение полной технической диагностики состоит из: визуально измерительного контроля (ВИК), ультразвуковой толщинометрии (УЗТ), ультразвукового сканирования (УК), магнитного контроля (МК), радиографический контроль (РК), акустико-эмиссионного контроля (АЭК) и др.

Промышленная защищённость (ПБ) нефтегазового предприятия во многом определяется эксплуатационной надежностью опасных производственных объектов (ОПО), в моей работе такими считаются резервуары.

Данные объекты относятся к ОПО и требуют особого внимания к обеспечению их надежности и безотказности.

В настоящее время научное общество активно изучает перспективные возможности конструкции резервуаров для хранения нефти и газа, которые позволят существенно снизить финансовые затраты на обслуживание и ремонт резервуаров и увеличить продолжительность их эксплуатации.

|            |      |              |         |      |  |                      |      |        |
|------------|------|--------------|---------|------|--|----------------------|------|--------|
|            |      |              |         |      | Технология проведения ремонтных работ резервуара вертикального<br>стального типа РВС 2000 м3 |                      |      |        |
| Изм.       | Лист | № докум.     | Подпись | Дата |  |                      |      |        |
| Разраб.    |      | Новосёлов ДЕ |         |      | Обзор литературы   | Лит.                 | Лист | Листов |
| Руковод.   |      | Саруев Л.А.  |         |      |  |                      | 12   | 109    |
| Консульт.  |      |              |         |      |  |                      |      |        |
| Рук-ль ООП |      | Брусник О.В. |         |      |  |                      |      |        |
|            |      |              |         |      |  | <b>ТПУ гр. 32Б3А</b> |      |        |

Так по оценкам экспертов, в настоящее время 70% резервуарного парка для хранения нефтепродуктов в России составляют резервуары с возрастом 20–30 лет. Иногда восстановление оборудования, уже отслужившего свой срок, экономически более целесообразно, чем возведение нового. Это особенно актуально применительно к металлическим резервуарам большой емкости, поскольку их демонтаж и утилизация влекут за собой немало проблем.

Компания ООО НПФ «Политехника» предлагает использовать инновационную технологию продления срока эксплуатации металлических и бетонных резервуаров с использованием мягких полимерных материалов [1]. По сути, в процессе реставрации резервуаров внутреннюю полость емкости оборачивают вкладышем из полимерных материалов, которые имеют ряд неоспоримых достоинств:

1. Полимеры – отличное средство против коррозии. Как показывает практика, основная часть коррозионного износа в процессе эксплуатации приходится на нижнюю часть корпуса, где подтоварная вода, осаждающаяся из нефтепродуктов и насыщенная химически активными элементами, вызывает коррозию днища и нижней части первого пояса, а также на верхнюю часть корпуса и кровлю, подверженных воздействию газовой среды, в которой присутствуют весьма активные коррозионные агенты. Технология установки полимерных вкладышей в надземный или подземный резервуар позволяет полностью восстановить герметичность резервуара и продлить срок его службы для дальнейшей эксплуатации.

2. Экономическая выгода. Реставрация резервуара с применением полимерного вкладыша в 5-6 раз выгоднее капитального ремонта. Не требуются затраты на замену изношенных стальных листов, пораженных коррозией. А при штатных условиях эксплуатации также отсутствуют дополнительные расходы, связанные с обслуживанием резервуара изнутри.

|      |      |          |         |      |                  |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------|------|
|      |      |          |         |      | Обзор литературы | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                  | 13   |

3. Минимизация потерь продукта. Исключаются утечки из резервуара из-за микротрещин, возникших вследствие деформации швов стенки и дна. Вкладыш обеспечивает полную герметичность.

4. Оперативность. Все монтажные работы выполняются в рекордно короткие сроки (от 3 дней) и с минимальным использованием ручного труда.

5. Мобильность. Транспортные размеры позволяют доставлять полимерный вкладыш в труднодоступные районы с наименьшими затратами на логистику

6. Пожаробезопасность. При данной технологии не требуется проведение огневых работ, что особенно важно для предприятий нефтепереработки или органического синтеза. Не требуется оформление разрешительных документов на проведение ремонтных работ.

7. Долговечность. Ресурс службы восстановленного с помощью полимерного вкладыша резервуара – до 5 лет и может продлеваться многократно заменой на новый вкладыш с обязательным контролем состояния металлических стенок резервуара.

8. Экологичность. Полимерные материалы, применяемые для восстановления резервуаров, химически и биологически инертны – они не гниют, не разлагаются, не поражаются грибом, не оказывают влияния на качество хранящегося продукта [2].

Также в настоящее время активно вводятся в эксплуатацию гибридные резервуары. Гибридные резервуары соединяют в себе прочность традиционных стальных резервуаров типа РВС, при наименьшей толщине стенки и массе системы, с мобильностью и надежностью эластичных резервуаров.

Гибридный резервуар исполняется в форме раскрытого с торцов вертикального цилиндра, собранного из изогнутых дугой гофрированных (волна) покрытых цинком стальных листов (0,7-1,2 мм), соединенных между собой болтами, который устанавливается на кольцевом ленточном бетонном фундаменте или на кольцевом стальном уголке, закрепленном в грунте с

|      |      |          |         |      |                  |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------|------|
|      |      |          |         |      | Обзор литературы | Лист |
|      |      |          |         |      |                  | 14   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                  |      |

поддержкой винтообразных свай. Гофрированный цилиндр гибридного резервуара отвечает за механическую прочность и стабильность конструкции к наружным влияниям и оснащается тремя видами вкладышей.

Сборка производится из трех основных слоев:

1. Первый слой укладывается непосредственно на внутреннюю (стальную) стенку цилиндра. Данный вкладыш реализован из прочного нетканого полотна на подобие Дорнит, которое гарантирует защиту от механических повреждений следующих слоев герметичных оболочек;

2. Второй слой – непроницаемый вкладыш-стакан из синтетической ткани с двусторонним ПВХ или ТПУ покрытием, назначен для герметичности содержания налитого в него продукта или дополнительной защиты от утечки при установке третьего внутреннего вкладыша в случае его повреждения;

3. Третий внутренний вкладыш закрытого типа может устанавливаться в исключительных ситуациях, требующих полной защиты и герметичности. По требованию заказчика, ГР оснащают сливо-наливными и дренажными отводами (от ДУ50 до ДУ200 и более), также возможна комплектация воздушным патрубком для выпуска воздуха.

Наглядным примером сборки гибридного резервуара является рисунок 1

|      |      |          |         |      |                  |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------|------|
|      |      |          |         |      | Обзор литературы | Лист |
|      |      |          |         |      |                  | 15   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                  |      |



Рисунок 1 – Гибридный резервуар

После установки и подключения вкладышей на резервуар устанавливается кровля, которая выполняется из оцинкованного листа или гибкой ПВХ мембраны.

Из достоинств данной конструкции выделяют: малые потери при большом и малом дыхании, взрывобезопасность, внушительный срок эксплуатации, легкость монтажа и демонтажа конструкции и вместимость [2].

При изучении и анализе научной литературы мною был отмечен еще один тип резервуаров, который уже нашел использование на просторах нашей страны и активно укрепляет свои позиции.

Эластичные топливные склады – это резервуары, соединенные коллектором, насосным дозатором, мачтовой системой освещения и противопожарной системой, а также массовой выдачей и получением топлива.

|      |      |          |         |      |                  |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------|------|
|      |      |          |         |      | Обзор литературы | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                  | 16   |

Система зарекомендовала себя как высокоэффективное решение в топливной логистике, сокращающее сроки поставки, монтажа и начала работ [3].

В основе склада – передвижные эластичные резервуары (ПЭР), для изготовления которых применяется высокопрочная капроновая ткань баллистического (полотняного) плетения с двусторонним покрытием. Ее прочность в 7 раз превышает прочность стали – полоска композитного эластомера шириной 50 мм выдерживает нагрузку от 180 до 750 кг, она обеспечивает механическую прочность материала на разрыв и прокол. Тканевая основа композита с двух сторон покрыта стойким к нефти полимерным эластомером, который обеспечивает герметичность и прочность сварной оболочки резервуара. Сварка производится токами высокой частоты. По своему назначению ПЭРы делятся на несколько основных типов в соответствии с химическими свойствами наливного продукта. «Политехника» выпускает резервуары, стойкие даже к агрессивным средам. Конструктивно все резервуары выполнены одинаково, отличие составляет лишь материал оболочки. Каждое изделие проходит испытания на герметичность, а одна ёмкость из партии подвергается гидравлическим испытаниям: на несколько суток заполняется водой с избытком до 50%. Контроль качества материалов, технологического процесса и приемка готовой продукции осуществляется в соответствии с требованиями стандартов ГОСТ-ИСО 9000. Также вся продукция соответствует принятым стандартам и разрешена к применению Федеральной службой по технологическому, экологическому и атомному надзору.

Достоинствами данной конструкции принято считать:

1. экологическая чистота;
2. прочность и надёжностью;
3. срок эксплуатации – 25 лет;
4. многократная применимость;
5. неподверженность коррозии;

|      |      |          |         |      |                  |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------|------|
|      |      |          |         |      | Обзор литературы | Лист |
|      |      |          |         |      |                  | 17   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                  |      |



б. легкость установки [3].

Из всего вышеперечисленного в данном разделе можно с уверенностью говорить о том, что наука активно ищет все более новые и оптимальные решения с целью обеспечить максимальную безопасность окружающей среды и труда, а также сократить финансовые затраты на содержание и обслуживание резервуаров.

|      |      |          |         |      |                  |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------|------|
|      |      |          |         |      | Обзор литературы | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                  | 18   |

## 2 Объект исследования

### 2.1 Краткая климатическая характеристика

Согласно данным, приведенным в таблице 2.1, взятых из источника [4], климат Тюменской области является резко-континентальным и характеризуется продолжительной суровой зимой и сильными повсеместными метелями. Основная часть территории сильно заболочена, влажность воздуха высокая.

Таблица 2.1 - Краткая климатическая характеристика

| Температура наружного воздуха |                            |   |                         |  | Район по скоростному напору ветра          | Район по толщине стенки гололёда              | Строительно-климатическая зона |
|-------------------------------|----------------------------|---|-------------------------|--|--|---|--------------------------------|
| средне годовая (— минус), °С  | абсолютная минимальная, °С | среднемесячная температура воздуха в январе, °С | абсолютный максимум, °С | Среднемесячная температура *УР <sup>а</sup> воздуха в июле, °С |  |   |                                |
| -3,1÷+1,0                     | - 55                       | -22   | +34                     | +16,9  | II (давление ветра 30 кгс/м <sup>2</sup> ) | II (нормативная толщина стенки гололёда 5 мм) | IV                             |

### 2.2 Краткая характеристика объекта

Резервуар РВС-2000 м<sup>3</sup> технологический №1 установлен на месторождении Западно-Сибирского региона. Характеристики резервуара представлены в таблице 2.2.

|            |      |              |         |      |   |                      |      |        |
|------------|------|--------------|---------|------|---|----------------------|------|--------|
|            |      |              |         |      | <i>Технология проведения ремонтных работ резервуара вертикального стального типа РВС 2000 м<sup>3</sup></i> |                      |      |        |
| Изм.       | Лист | № докум.     | Подпись | Дата |   |                      |      |        |
| Разраб.    |      | Новосёлов ДЕ |         |      | <b>Объект исследования</b>  | Лит.                 | Лист | Листов |
| Руковод.   |      | Саруев Л.А.  |         |      |   |                      | 19   | 109    |
| Консульт.  |      |              |         |      |   | <b>ТПУ гр. 32Б3А</b> |      |        |
| Рук-ль ООП |      | Брусник О.В. |         |      |   |                      |      |        |

Таблица 2.2 - Краткая характеристика РВС-2000

|  |  |  |             |         |             |
|--|--|--|-------------|---------|-------------|
| Наименование   | РВС-2000   |  |             |         |             |
| Назначение   | Предназначен для хранения нефти и нефтепродуктов         |  |             |         |             |
| Тип резервуара                                       | Вертикальный стальной, сварной со стационарным покрытием |  |             |         |             |
| Местонахождение                                      | Месторождение Западно-Сибирского региона                 |  |             |         |             |
| Позиционный номер                                    | №1   |  |             |         |             |
| Завод-изготовитель                                   | ОАО нефтебаза «Красный Яр»                               |  |             |         |             |
| Технический проект                                   | 704-1-155С   |  |             |         |             |
| Монтажная организация                                | ООО «СМУ-1»  |  |             |         |             |
| Дата начала монтажа                                  | 08.07.2007г.   |  |             |         |             |
| Дата окончания монтажа                               | 29.09.2007 г.  |  |             |         |             |
| Вид хранимого продукта                               | Товарная нефть   |  |             |         |             |
| Полезный объем резервуара, м3.                       | 2000   |  |             |         |             |
| Диаметр резервуара по нижнему поясу, мм.             | 15180  |  |             |         |             |
| Высота цилиндрической части резервуара, мм.          | 11920  |  |             |         |             |
| Максимальный уровень нефтепродукта, мм.              | 10500  |  |             |         |             |
| Толщина листов днища резервуара, мм.                 | 6,0  |  |             |         |             |
| Толщина листов окрайки днища резервуара, мм.         | Данные отсутствуют                                       |  |             |         |             |
| Толщина листов кровли резервуара, мм.                | 5,0  |  |             |         |             |
| Толщина листов стенок резервуара, мм.                |  |  |             |         |             |
| Номер пояса  | Толщина  | Номер пояса<br>Толщина   | Номер пояса | Толщина | Номер пояса |
| 1  | 8,0  | 3<br>8,0   | 5           | 5,0     | 7           |
| 2  | 8,0  | 4<br>5,0   | 6           | 5,0     | S           |
| Данные о металле резервуара                          |  | - окроек   |             | 09Г2С   |             |
|  |  | -днище   |             | 09Г2С   |             |
|  |  | -корпус  |             | 09Г2С   |             |
|  |  | -кровля  |             | 09Г2С   |             |
| Перечень оборудования, установленного на резервуаре: |  | Клапан дыхательный КДС- 1500/500 — 2шт., люк для замеров — 3 шт., люк световой — 1 шт., уровнемер — 1шт. |             |         |             |

|      |      |          |         |      |                     |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
|      |      |          |         |      | Объект исследования | Лист |
|      |      |          |         |      |                     | 20   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                     |      |

### 2.3 Назначение и устройство основного оборудования резервуара

Резервуар вертикальный стальной РВС-2000 №1 предназначен для разделения, за счет гравитационного отстоя, водонефтяной эмульсии на воду и нефть, подачи воды на БКНС-11, нефти – в насосную нефть, для дальнейшей откачки на УПН.

Клапан дыхательный «КДС 1500/500» предназначен для максимального сокращения потерь нефтепродукта при дыхании резервуара с одновременным предотвращением превышения в нем разрешенных величин давления или вакуума.

Устройство клапана: устройства рассчитаны на давление 200 мм вод. ст. и вакуум 25 мм вод. ст. При увеличении давления в газовом пространстве резервуара свыше 200 мм вод. ст. открывается клапан давления, а при падении давления ниже атмосферного на 25 мм вод. ст. открывается клапан вакуума.

Замерный люк (ЛЗ) специализирован для отбора проб и замера значения нефтепродуктов в резервуарах.

По устойчивости к климатическим факторам окружающей среды люк изготавливается в исполнении ЛЗ измерительного УХЛ (холодный климат с нижним пределом рабочей температуры до  $-60^{\circ}\text{C}$ ), Категория 1 по ГОСТ 15150-69.

ЛЗ состоит из корпуса, крышки, педали, прокладки резинового и откидного блока с гайкой.

Корпус ЛЗ в нижней части имеет фланец, с помощью которого он крепится к резервуару через прокладку. В глазу корпуса располагается рычажный элемент, на котором установлена крышка с резиновым уплотнением, обеспечивающая герметичность измерительного люка ЛЗ в закрытом состоянии. Крепление крышки в закрытом положении выполняется гайкой откидного болта.

|      |      |          |         |      |                     |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
|      |      |          |         |      | Объект исследования | Лист |
|      |      |          |         |      |                     | 21   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                     |      |

Световой люк (ЛС) назначен для обеспечения доступа солнечного света внутрь резервуара и его проветривания при дефектоскопии, проведении ремонтных работ и уборке, а также для подъема крышки, когда рабочий кабель поврежден.

ЛС устанавливается на крыше резервуара над хлопушей, которая монтируется на приемо-раздаточном патрубке.

По стабильности к воздействию климатических факторов внешней среды люк световой ЛС изготавливается в исполнении УХЛ, категории 1 по ГОСТ 15150-69.

Стационарные поплавковые уровнемеры с пружинной балансировкой типа УРДУ-10 (далее – уровнемеры) с локальным считыванием предназначены для контроля уровня нефти и нефтепродуктов в резервуаре [5].

## 2.4 Характеристика хранимой среды

Таблица 2.3 - Аналитический контроль технологического процесса

|                  |   |   |                                |                          |
|------------------|---|---|--------------------------------|--------------------------|
| Подтоварная вода | ТТ подтоварной воды на выходе с РВС-1,2 | Массовая концентрация нефти, мг/дм <sup>3</sup> | не более 50 мг/дм <sup>3</sup> | МВИ № 02-24/Х1-МИ-7-2012 |
|                  |   | Механические примеси, мг/дм <sup>3</sup>        | не более 50 мг/дм <sup>3</sup> | МВИ № 02-24/Х1-МИ-6-2011 |

|      |      |          |         |      |                     |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
|      |      |          |         |      | Объект исследования | Лист |
|      |      |          |         |      |                     | 22   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                     |      |

Таблица 2.4 - Физические и химические свойства пластовой воды

| Наименование                     | Ед. изм.          | Количество |
|----------------------------------|-------------------|------------|
| Плотность воды                   | г/см <sup>3</sup> | 1,018      |
| Содержание ионов                 | мг/л              |            |
| Cl <sup>-</sup>                  |                   | 19733,0    |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>    |                   | 744,9      |
| Ca <sup>2+</sup>                 |                   | 923,4      |
| Mg <sup>2+</sup>                 |                   | 181,0      |
| Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> |                   | 11098,0    |
| Fe                               |                   | 7,2        |
| SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>     |                   | 9.8        |
| Br <sup>-</sup>                  |                   | 101.0      |
| pH                               |                   | 7.4        |

## 2.5 Обоснование ремонта резервуара

Обоснованием для проведения ремонта резервуара, является заключение экспертизы промышленной безопасности (ЭПБ) резервуара РВС-2000 м<sup>3</sup> технологический №1.

Целью экспертизы промышленной безопасности (далее ЭПБ) РВС считается определение соотношения объекта экспертизы, предъявляемым к нему требованиям промышленной безопасности, определение технического состояния, критериев и срока последующей безопасной эксплуатации.

В состав экспертизы входит:

- анализ технической документации (на этом этапе экспертная организация проверяет подлинность и наличие всех необходимых нормативных и технических документов);
- наружный и внутренний осмотр конструкций резервуара, визуально-измерительный контроль (в ходе данного мероприятия участники комиссии визуально осматривают резервуар на наличие видимых нарушений эксплуатации объекта и правильность установки оборудования);
- функциональное диагностирование (по результатам функционального диагностирования устанавливают соответствие паспортным

|      |      |          |         |      |                     |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
|      |      |          |         |      | Объект исследования | Лист |
|      |      |          |         |      |                     | 23   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                     |      |

параметрам фактического режима работы и фактического нагружения резервуара);

- определение действующих повреждающих факторов и механизмов повреждения, выбор методов неразрушающего контроля (устанавливают восприимчивость материала конструкций резервуара к проведению неразрушающего контроля);

- оценка качества соединений элементов резервуара;

- оценка выявленных дефектов, составление ведомости дефектов и повреждений (на данном этапе подготавливается заключительная документация и составляется ведомость дефектов);

- оценка остаточного ресурса и пригодности резервуара к дальнейшей эксплуатации;

- оценка соотношения объекта экспертизы требованиям промышленной безопасности;

- неразрушающий контроль металла и сварных соединений (в состав данного процесса входит проверка конструкций резервуара на прочность и герметичность при помощи специальных устройств).

Данный этап содержит следующее: ультразвуковая толщинометрия, ультразвуковой контроль сварных соединений, геодезические измерения и нивелирование [9].

Рассмотрим более подробно каждую из них:

1) Ультразвуковая толщинометрия (УЗТ) выполняется при помощи толщиномера ультразвукового.

Измерения толщины стенки проводились с наружной стороны резервуара. На 1-2 поясах измерения проводились на каждом листе в трёх точках по высоте листа, на 3-м поясе по четырём диаметрально противоположным образующим в трёх точках по высоте листа, на 4-8 поясах – вдоль шахтной лестницы, по три измерения на листе.

|      |      |          |         |      |                     |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
|      |      |          |         |      | Объект исследования | Лист |
|      |      |          |         |      |                     | 24   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                     |      |

Толщина листов днища и настила кровли измерялась по двум взаимно перпендикулярным диаметральному направлениям, по три измерения на каждом листе.

2) Ультразвуковой контроль (УЗК) производится при помощи ультразвукового дефектоскопа. Контроль проведён выборочно на листах 1, 4, 6, 8 т.к. по результатам визуально-измерительного контроля поверхностных дефектов сварных швов и подозрений на наличие скрытых дефектов, возникших в процессе эксплуатации резервуара не обнаружено.

3) Контроль отклонения от вертикали образующих стенки резервуара производится при помощи теодолита. Контроль отклонения стенки от вертикали осуществлялся по 8-ми образующим снаружи резервуара. Образующие расположены вблизи вертикальных сварных швов, первая образующая расположена вблизи вертикального сварного шва №1.

4) Нивелирования наружного контура днища проводится при помощи нивелира [9].

Нивелирование днища осуществлялось в 8 точках днища снаружи резервуара. Точки измерения расположены вблизи вертикальных сварных швов.

На основании проведения экспертизы были получены ведомость дефектов (Приложение В) и заключение экспертизы промышленной безопасности.

Заключение.

На основании анализа технической и эксплуатационной документации, результатов технического диагностирования, расчета на прочность и оценки остаточного ресурса установлено: резервуар РВС-2000 м<sup>3</sup>, технологический №1, установленный на месторождении Западно-Сибирского региона, на момент проведения экспертизы находится в неработоспособном состоянии и не соответствует предъявляемым ему требованиям промышленной безопасности.

|      |      |          |         |      |                     |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
|      |      |          |         |      | Объект исследования | Лист |
|      |      |          |         |      |                     | 25   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                     |      |



Резервуар РВС-2000 м<sup>3</sup>, технологический №1, установленный на месторождении Западно-Сибирского региона, не может быть допущен к дальнейшей эксплуатации.

## **2.6 Организационно – технологическая часть**

Виды ремонтных работ.

Техническое обслуживание (ТП) считается наименьшим по объему и содержанию видом ремонта, выполняемого в процессе эксплуатации и заключается в периодическом и своевременном выполнении работ по предотвращению раннего износа, устранению мелких повреждений и неисправностей. Текущие ремонты разделяются на профилактические, количественные и качественные, заранее определенные и запланированные по объему и реализации, а внеплановые – по фактическому техническому состоянию, определяемому в процессе эксплуатации и проверок.

Текущий ремонт проводится в плановом порядке без очистки резервуара по заблаговременно созданному графику.

Капитальный ремонт (КР) – Комплекс мероприятий и работ, производимый с целью восстановления технических характеристик, связанных с выводом резервуара из эксплуатации [10].

Из вышесказанного можно с уверенностью заявить, что в нашем случае будет производиться капитальный ремонт резервуара.

### **Структура капитального ремонта резервуара:**

- подготовительная работа;
- техническая диагностика;
- разработка и координация проекта ремонта;
- разработка и согласование проекта производства работ;
- ремонтные работы;
- устройство защиты от коррозии;
- контроль качества ремонтных работ;

|      |      |          |         |      |                     |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
|      |      |          |         |      | Объект исследования | Лист |
|      |      |          |         |      |                     | 26   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                     |      |

– испытания на гидравлическую прочность, стабильность и герметичность;

– документация и эксплуатационная приемка [9].

### **2.6.1 Подготовительные работы**

Подготовительная работа включает следующие мероприятия:

1) Создание проекта работ, который должен включать:

- подготовка резервуара к работе;
- проведение очистки;
- безопасность труда;
- пожарная безопасность;
- компоновка оборудования, используемого для очистки [15].

Проект должен быть утвержден главным инженером и согласован со службой пожарной безопасности.

На период проведения работ назначается ответственный за решение организационных вопросов и контроль соблюдения требований промышленной безопасности на объекте.

Работы по очистке резервуаров могут выполняться ремонтными подразделениями эксплуатирующей организации или специализированными предприятиями, имеющими в состав подготовительных работ, входят следующие мероприятия:

1) Создание проекта производства работ, который обязан содержать:

- подготовку резервуара к проведению работ;
- проведение очистки;
- обеспечение безопасности проведения работ;
- обеспечение пожарной безопасности;
- схему размещения оборудования, применяемого при очистке.

Проект должен быть утвержден главным инженером и согласован со службой противопожарной безопасности.

|      |      |          |         |      |                     |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
|      |      |          |         |      | Объект исследования | Лист |
|      |      |          |         |      |                     | 27   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                     |      |

На период проведения работ возлагается ответственность за решение организационных вопросов и контроль за соблюдением требований промышленной безопасности на объекте, соответствующей лицензии. В нашем случае к работе были привлечены подрядчики. Также неотъемлемой частью подготовительных работ является создание и утверждение следующих документов:

- акт готовности резервуара к очистным работам;
- наряд допуск на проведение газоопасных работ (аналогичные, периодически повторяющиеся газоопасные работы не требуют создания нового наряда допуска, их необходимо занести в журнал).

Перед началом работ все связанные с резервуаром трубопроводы должны быть перекрыты задвижками и оборудованы специальными заглушками с хвостовиком [15].

### **2.6.2 Подготовка резервуара к проведению работ**

Деятельность по производству подготовительных работ перед ремонтно-восстановительными работами:

1. Вокруг РВС определяется опасная зона, равная 2D от стены РВС во всех направлениях, границы которой четко обозначены предупреждающими знаками, плакатами, надписями с установкой стеллажного ограждения;
2. Установлены знаки безопасности "не курить", "легковоспламеняющиеся" у входа на площадь и возле открытых люков;
3. Безопасность (регистрация в журнале обучения) и целевое обучение (с разрешением);
4. Рабочие обеспечены спецодеждой и основными средствами защиты;
5. Первичными средствами пожаротушения на рабочем месте;
6. Обеспечивается дежурным пожарным постом АС-40 на рабочем месте;

|      |      |          |         |      |                     |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
|      |      |          |         |      | Объект исследования | Лист |
|      |      |          |         |      |                     | 28   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                     |      |

7. Сливные воронки, канализационные колодцы и другие устройства, связанные с канализацией, перекрытия и надежно герметизированные устройства из негорючих материалов;

8. Подготовлены приборы контроля газо-воздушной среды;

9. Разработана схема вскрытия квадрата резервуара;

10. Вскрытие бака каре;

11. Указывается место и оформляется проект размещения материалов, оборудования, временных сооружений, мест отдыха, расстановки оборудования на месте производства работ и маршруты перемещения техники. Схема согласована с руководителями УПСВ и пожарной охраны. Освобождается место проведения строительных и монтажных работ от легковоспламеняющихся и горючих продуктов, материалов, посторонних предметов, ликвидируется замазученность;

12. Все механизмы с двигателем внутреннего сгорания обеспечиваются исправными искрогасителями;

Согласовывается с ответственным за эксплуатацию энергохозяйства и утверждается у главного энергетика предприятия схема расположения потребителей энергии, прокладка временных кабельных линий и точек, подключение потребителей энергии;

13. Место производства работ обеспечивается связью с диспетчером нефти (оператором), каждые два часа сообщается диспетчеру о ходе проведения работ по зачистке резервуара

14. Оформляется разрешение на вывод из эксплуатации резервуара.

15. Отключается ЭХЗ резервуарного парка, с оформлением акта [9].

### **2.6.3 Организация строительной площадки**

Для организации проездов в каре резервуара и на строительной площадке на участке выполняются следующие работы:

- планировка съезда в каре РВС бульдозером с последующей

|      |      |          |         |      |                     |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
|      |      |          |         |      | Объект исследования | Лист |
|      |      |          |         |      |                     | 29   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                     |      |

отсыпкой песком;

- укладываются дорожные плиты ПДГ 6,0х2,0х0,14 в месте съезда;
- выполняется планировка бульдозером и уплотнение вручную трамбованием площадки для работы у основания паспортных РВС, площадка должна быть уплотнена до несущей способности, отвечающей паспортным характеристикам применяемых автомобильных кранов - КС-35714 и КАМАЗ-53213;

- подготавливаются площадки для изготовления и сборки металлоконструкций, складирования материалов и установки оборудования.

Место проведения работ обеспечено первичными средствами пожаротушения.

Крышка колодца ливневой канализации, расположенного в непосредственной близости от резервуара, плотно закрывается и присыпается песком толщиной не менее 10 см.

Устанавливается распределительный щит электрического питания. Устанавливается сварочное оборудование. Прокладываются кабели сечения и марки, соответствующие схеме временного электроснабжения площадки. Подводящие ток кабели прокладываются на временных опорах.

Подключение к энергоснабжению выполняется электриком станции.

Устанавливаются трансформаторы и устройства защиты отключения электропитания - УЗО, гарантирующие защиту от механических повреждений и случайного прикосновения [9].

## **2.6.4 Проведение очистки резервуара**

### **2.6.4.1 Размыв донных отложений**

В ряде случаев для размыва донных отложений используют специальные устройства типа «Диоген» или «Тайфун», сущность метода основана активном вращательном воздействии на нефть, что приводит жидкость в движение и размывает отложения с помощью специального

|      |      |          |         |      |                     |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
|      |      |          |         |      | Объект исследования | Лист |
|      |      |          |         |      |                     | 30   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                     |      |

устройства, включающего в себя пропеллер и асинхронный двигатель с автоматическим приводом, установленные на нижнем поясе резервуара.

Также существуют специальные комбинированные методы, сущность которых заключается в одновременном проведении операций заполнения резервуара через систему размыва и откачки его через приемо-раздаточный патрубок [15].

В нашем случае ввиду конструктивных решений подобные устройства отсутствуют и применяться не могут.

#### **2.6.4.2 Опорожнение резервуара**

Наиболее распространенным методом является перекачка из одного резервуара в другой при помощи насосов.

В нашем случае откачка нефти из резервуара производится при помощи нефтезаборных стояков, размещенных рядом с резервуаром. Сущность метода основана на сообщающихся сосудах, при открытии необходимых задвижек нефть перетекает в стояк, затем открывая задвижку во второй резервуар, перепускаем в него нефть.

После удаления нефти необходимо дренировать воду из резервуара через сифонный кран в дренажные емкости. Перед дренированием необходимо осмотреть сифонный кран на наличие течи через сальниковые уплотнения, проверить работоспособность поворотного механизма.

В процессе дренирования жидкости необходимо проверять уровень жидкости. Как только уровень опустится ниже нижней образующей люка-лаза, дренирование необходимо закончить [15].

#### **2.6.4.3 Зачистка внутренней поверхности резервуара от донных отложений**

Технологический процесс очистки резервуаров включает в себя следующие операции:

|      |      |          |         |      |                     |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
|      |      |          |         |      | Объект исследования | Лист |
|      |      |          |         |      |                     | 31   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                     |      |

- предварительная дегазация путем принудительной или естественной вентиляции (аэрации) резервуара;
- откачка жидких фракций донных отложений после пропарки резервуара или размыва отложений водой;
- удаление механических примесей из резервуара и промывка внутренней поверхности резервуара;
- контроль степени очистки внутренних поверхностей резервуара.

Результаты зачистки заносятся в журнал [15].

|             |             |                 |                |             |                            |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|----------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <i>Объект исследования</i> | <i>Лист</i> |
|             |             |                 |                |             |                            | 32          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                            |             |

### 2.6.4.3.1 Предварительная дегазация

Процесс вентиляции резервуара состоит из двух основных этапов:

1) Искусственная вентиляция осуществляется с помощью вентиляторов, выполненных во взрывозащищенном исполнении, приводимых в действие электродвигателем, подключенным к резервуару через брезентовые воздуховоды.

Скорость подачи воздуха в бак при наличии взрывоопасных концентраций в резервуаре должна быть не более 10 м / с, но не менее 2 м / с. После снижения в газовом пространстве концентрации паров ниже ПДК, скорость воздуха увеличивается, но не более 50 м/с.

Выход паров нефти осуществляется по трубам, установленным на световых люках, трубы имеют высоту 2 метра.

В ходе принудительной вентиляции не реже чем через 2 часа отбираются пробы концентрации паров нефти. При достижении в пробе концентрации паров нефти менее 2 г/м, подача воздуха в резервуар прекращается.

2) Естественная вентиляция осуществляется только после того, концентрация паров нефти в резервуаре не превышает ПДВК (2 г/м). Естественная вентиляция заключается в естественном движении воздуха через открытые люки лазы и световые и замерные люки. Концентрация паров нефти на этом этапе контролируется каждый час, результаты заносятся в журнал ведения работ [8].

### 2.6.4.3.2 Пропарка резервуара

Пропарка резервуара проводится с целью его дегазации водяным паром от стационарных котельных или от передвижных пароподающих установок (ППУ). Резервуары пропариваются при открытых верхних люках. Во время пропаривания внутри резервуара поддерживается температура не ниже 78 °С.

|      |      |          |         |      |                     |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
|      |      |          |         |      | Объект исследования | Лист |
|      |      |          |         |      |                     | 33   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                     |      |



Температура водяного пара, подаваемого в бак и на поверхности паропровода не должна превышать +120 0С.

После пропаривания, когда температура в баке достигает не более 300 С, проводится измерение загрязнения газа. При концентрации паров масла менее 2 г/м процесс дегазации останавливается паром. Если через 2 часа концентрация паров нефти в резервуаре ниже 2 г/м, процесс дегазации завершается.

Пропаривание проводят не менее 24 часов и до тех пор, пока концентрация паров масла в резервуаре не станет ниже 2 г/м.

При пропарке резервуара замеры концентрации паров нефти проводят в каре резервуаров каждый час.

Выполнение подачи пара в резервуар и выход из него паров нефти не должны приводить к превышению концентрации паров нефти над МПВХ на прилегающей территории-в котловане резервуаров РВС.

Результаты измерений концентрации паров масла в случае пропаривания и вентиляции заносятся в журнал работ по очистке резервуара и в приложение к наряду-допуску [15].

В нашем конкретном случае пропарка осуществлялась при помощи ППУ в течение 72 часов.

### **2.6.4.3.3 Очистка резервуара**

Следует начать с того, что существует 3 метода очистки резервуара:

- 1) ручной;
- 2) механизированный;
- 3) химико-механизированный.

В состав ручного способа входит промывка горячей водой из пожарных шлангов с последующей откачкой через насос.

В механизированном способе промывка осуществляется с помощью моющих машин.

|      |      |          |         |      |                     |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
|      |      |          |         |      | Объект исследования | Лист |
|      |      |          |         |      |                     | 34   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                     |      |

А при химико-механизированном способе в состав воды входят специальные растворы моющих средств, способствующих улучшению очищения.

В нашем конкретном случае очистка производилась ручным способом с откачкой промывочной воды с нефтешламом через шнековый насос в автоцистерны.

Внутри РВС рабочий должен находиться в шланговом противогазе типа ПШ-1, с принудительной подачей воздуха и надеть поверх спецодежды страховочный пояс с широкими крестообразными лямками и проверенной сигнально-спасательной веревкой.

После завершения очистки дна удаляются шламы из линии размыва донных отложений, обратного клапана. При высокой плотности отложений в труднодоступных местах допускается пропаривание острым паром от ППУ.

Тонкий слой оставшихся отложений зачищается скребками и металлическими щетками из искробезопасных цветных металлов, содранные отложения также выгружаются в оборотную тару.

Очищенные места сразу засыпаются сухим нефтеадсорбентом слоем 5-10 см, поглощающим остаточные загрязнения и газы. Нефтеадсорбент подается внутрь РВС через люк-лаз в мешках или носилках [9].

### **2.6.5 Техническое диагностирование**

По окончании подготовительных работ, эксплуатирующей организацией оформляется заявка на проведение экспертизы промышленной безопасности (ЭПБ) в организацию, имеющую соответствующую лицензию.

По окончании проведения ЭПБ было получено заключение, в состав которого вошли ведомости проведения экспертизы и найденные несоответствия.

|      |      |          |         |      |                     |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
|      |      |          |         |      | Объект исследования | Лист |
|      |      |          |         |      |                     | 35   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                     |      |

## 2.6.6 Разработка и согласование проекта ремонта

На основании выявленных дефектов составляется проект производства работ(ППР) и утверждается главным инженером организации.

ППР включает в себя:

- календарный план проведения работ;
- график поступления оборудования и материалов;
- график движения рабочих кадров и машин, режим отдыха;
- технологические карты на проведение мероприятий;
- мероприятия по сохранности оборудования и материалов;
- природоохранные мероприятия и мероприятия по охране труда [15].

## 2.6.7 Выполнение ремонтных работ.

### 2.6.7.1 Замена дефектных патрубков и люков лазов, установленных на первом поясе

Выявленные в ходе проведения ЭПБ дефекты:

- 1) На внутренней поверхности патрубка «В» Ду-250 стенки резервуара, имеются язвенные коррозии глубиной до 4 мм (рис. 2.1);
- 2) На патрубке «Ж» Ду-300 стенки резервуара, имеется сквозное отверстие по шву воротника и язвенные коррозии глубиной до 5 мм (рис. 2.1).
- 3) На внутренней поверхности патрубка лук-лаза «Г» Ду-600 стенки резервуара, имеются язвенные коррозии глубиной до 8 мм (рис. 2.1);
- 4) На патрубке люк-лаза «З» 900х600, стенки резервуара, имеется сквозное отверстие (рис. 2.1).

|      |      |          |         |      |                     |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
|      |      |          |         |      | Объект исследования | Лист |
|      |      |          |         |      |                     | 36   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                     |      |

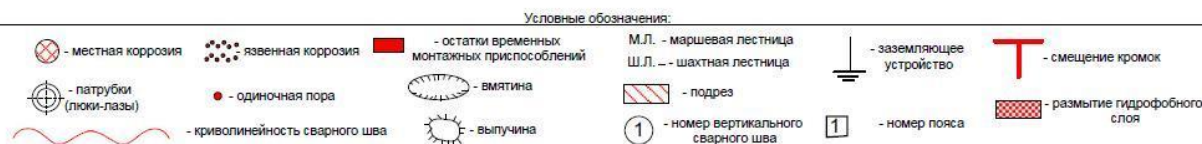
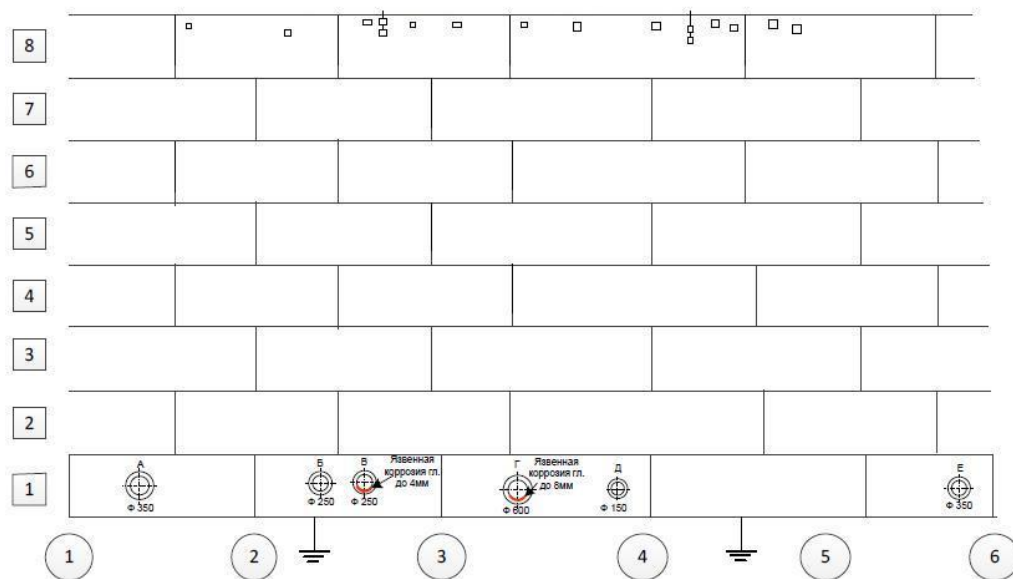


Рисунок 2.1 - Схема развёртки наружной поверхности стенки РВС-2000

Проектное решение: заменить патрубки и люки-лазы первого пояса.

### Технология ремонта.

Заменяемые патрубки удаляются вырезкой части стенки резервуара вместе с самим патрубком. Конструктивные размеры вырезаемой части определяются ППР. Перед выполнением демонтажа вокруг ремонтной зоны должна быть смонтирована рама жесткости, задачей которой является защита стенки от потери геометрической формы.

Затем необходимо произвести разметку зоны стены, вырезанной вместе с дефектным патрубком. Вертикальные соединения листовых вставок с патрубками должны располагаться на расстоянии не менее 100 мм от стыков краев днища.

Резка секции стенки трубой или люком должна осуществляться газокислородной резкой вдоль направляющих, чтобы обеспечить требуемую точность и чистоту реза. Для уменьшения деформации резания необходимо носить перемычки длиной до 50 мм с шагом 500 мм. На одной кромке следует

|      |      |          |         |      |  |                     |      |
|------|------|----------|---------|------|--|---------------------|------|
|      |      |          |         |      |  | Объект исследования | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |  |                     | 37   |

оставить дополнительную толщину, которая снимается при непосредственном прилегании и сборке вставки стенки трубы или люка.

Конструкция люка и конструктивных элементов из армирующих листов и сварных соединений, а также технология их производства должны соответствовать требованиям проектно-конструкторских стандартов [8].

Замененные патрубок или люк-лаз должны быть приварены к листовой вставке стены и контролироваться до установки в проектное положение. При этом сварочные работы выполняются в удобном пространственном положении с окантовкой узла (рис. 2.2).

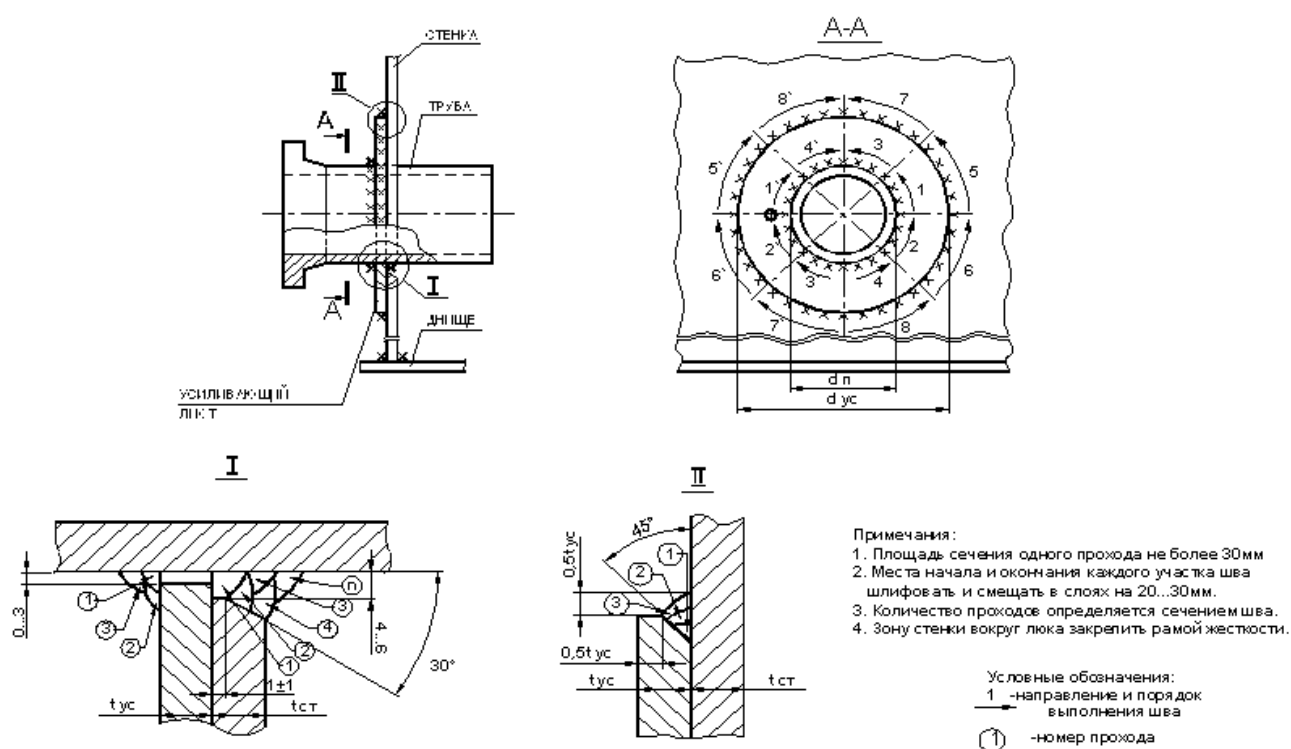


Рисунок 2.2 - Схема сварки патрубков в стенке с усиливающим листом

При разметке мест установки в стенке резервуара люков и патрубков должны соответствовать требованиям к допустимым расстояниям между швами.

Расстояние от внешнего края усиливающих накладок до оси горизонтальных стыковых швов стенки должно быть не менее 100 мм, а до оси

|      |      |          |         |      |                     |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
|      |      |          |         |      | Объект исследования | Лист |
|      |      |          |         |      |                     | 38   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                     |      |

вертикальных стен стыковых швов или между внешними краями двух соседних арматурных труб подкладок-не менее 250 мм.

Допускается перекрытие горизонтального шва стенки с армирующей лист приемно-раздаточного патрубка или люка-Ду-800-900 мм, размер не менее 150 мм от контура накладки. Площадь наложения шва должен быть проконтролирован радиографическим методом.

При монтаже люков на резервуаре нужно проконтролировать их расположение на стене и крыше в соответствии с требованиями таблицы 2.5.

Таблица 2.5 – Предельные отклонения параметров ПРП и люков

| Наименование параметра   | Предельные отклонения |               |
|--|-----------------------|---------------|
|  | люки                  | патрубки      |
| Отметка высоты установки                                       | $\pm 10$ мм           | $\pm 6$ мм    |
| Расстояние от наружной поверхности фланца до стенки резервуара | $\pm 10$ мм           | $\pm 5$ мм    |
| Поворот главных осей фланца в вертикальной плоскости           | $\pm 5^\circ$         | $\pm 5^\circ$ |

Сварные швы между вставным листом и стенкой должны быть проверены радиографическим или ультразвуковым методом по всей длине.

Сварку приёмно - раздаточных патрубков, патрубков СППТ и люков провести механизированной сваркой в среде CO<sub>2</sub>, согласно [9].

Перед сваркой проконтролировать величину и равномерность зазоров, правильности установки элементов.

Заварить сварной шов обечайки люка со стенкой изнутри резервуара при помощи механизированной сварки в среде CO<sub>2</sub>. Сварку корневого, заполняющего и облицовочного слоев шва выполнить изнутри резервуара. Подварку корня выполнить снаружи после вышлифовки корня.

Проконтролировать сварной шов обечайки со стенкой резервуара методом керосиновой пробы.

Прихватить усиливающее кольцо к обечайке и стенке резервуара швом 5-40/400.

Заварить сварные швы обечайки с усиливающим кольцом и усиливающего кольца со стенкой резервуара.

Приварить рёбра жесткости к обечайке и усиливающему кольцу.

Проконтролировать сварные швы усиливающего кольца путём подачи избыточного давления между стеной резервуара и усиливающим листом через контрольное отверстие в усиливающем листе величиной 400 мм вод. ст. [11].

### 2.6.7.2 Устранение подреза сварного шва на стенке резервуара

Выявленные в ходе проведения ЭПБ дефекты:

1) на втором поясе между 8 и 1 сварным вертикальным швом имеется подрез сварного шва, глубиной до 2 мм.

Проектное решение: произвести ремонт сварного шва.

#### Технология ремонта.

Подрезом называется дефект в виде канавки в основном металле по краям сварочного шва. Это наиболее распространенный дефект при сварке т-образных или нахлесточных соединений, но может также возникнуть и при сварке стыковых соединений (рис. 2.3)

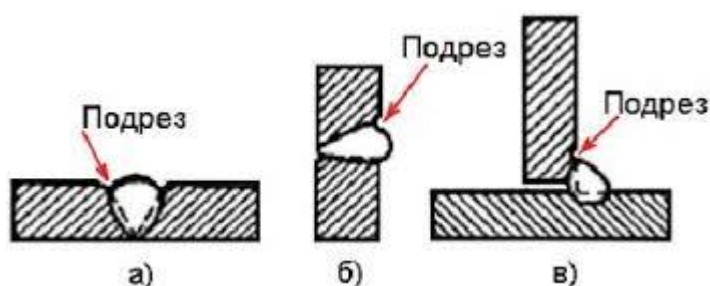


Рисунок 2.3 – Сварка стыковых соединений

Ремонт сварных швов заключается в устранении недопустимых дефектов, обнаруженных по результатам проведения ЭПБ. Стоит начать с того, что существует два вида ремонта подрезов в зависимости

|      |      |          |         |      |                     |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
|      |      |          |         |      | Объект исследования | Лист |
|      |      |          |         |      |                     | 40   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                     |      |

от глубины подреза:

1) Ремонт подрезов глубиной до 0,5 мм заключается в зашлифовке дефектного участка при помощи шлифмашинки;

2) Если глубина подреза более 0,5 мм, необходимо сначала обработать дефектную поверхность шлифовальным станком, а затем создать ПАЗ глубиной 1...2 мм, затем сварка подреза выполняется путем наложения резьбовых швов в два слоя при сварке низколегированных высокопрочных сталей и в один слой при сварке углеродистых сталей; условия сварки для ремонта недействительных подрезов ручной дуговой сваркой приведены в таблице 2.6; при коррекции локальных разрезов длина ниточного шва должна быть не менее 50 мм.

Таблица 2.6 –Режимы сварки при ремонте подрезов шва

| Номер слоя | Диаметр электрода, мм | Сварочный ток, А |
|------------|-----------------------|------------------|
| 1          | 3,0 ... 3,2           | 80 ... 90        |
| 2          | 3,0 ... 3,2           | 90 ... 100       |

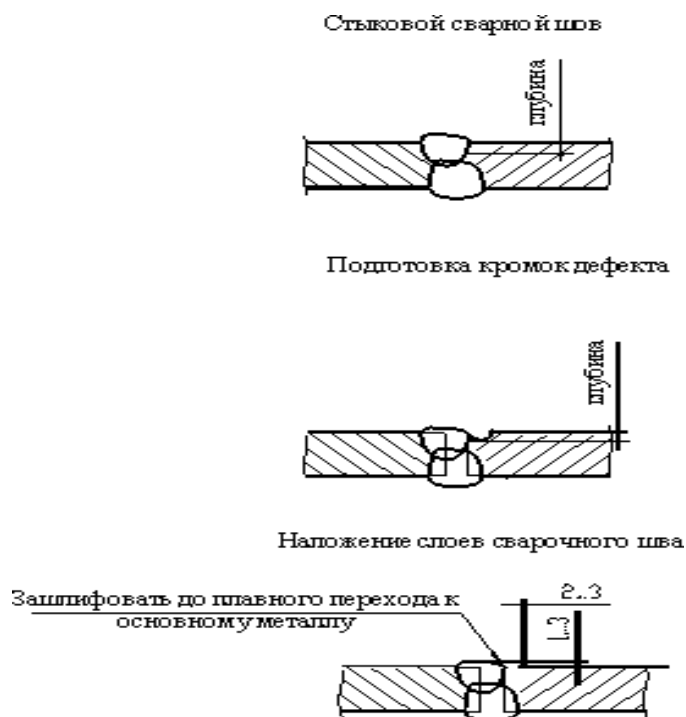


Рисунок 2.4 - Технология ремонта дефектов типа подрез



После сварки поверхность шва тщательно зачистить от шлака, околошовную зону от брызг расплавленного металла, обеспечив при этом плавный переход от наплавленного металла к основному [9].

### 2.6.7.3 Ремонт днища

Выявленные в ходе проведения ЭПБ дефекты:

На днище имеется язвенная коррозия глубиной до 1,2 мм (рис. 2.5), а также хлопун.

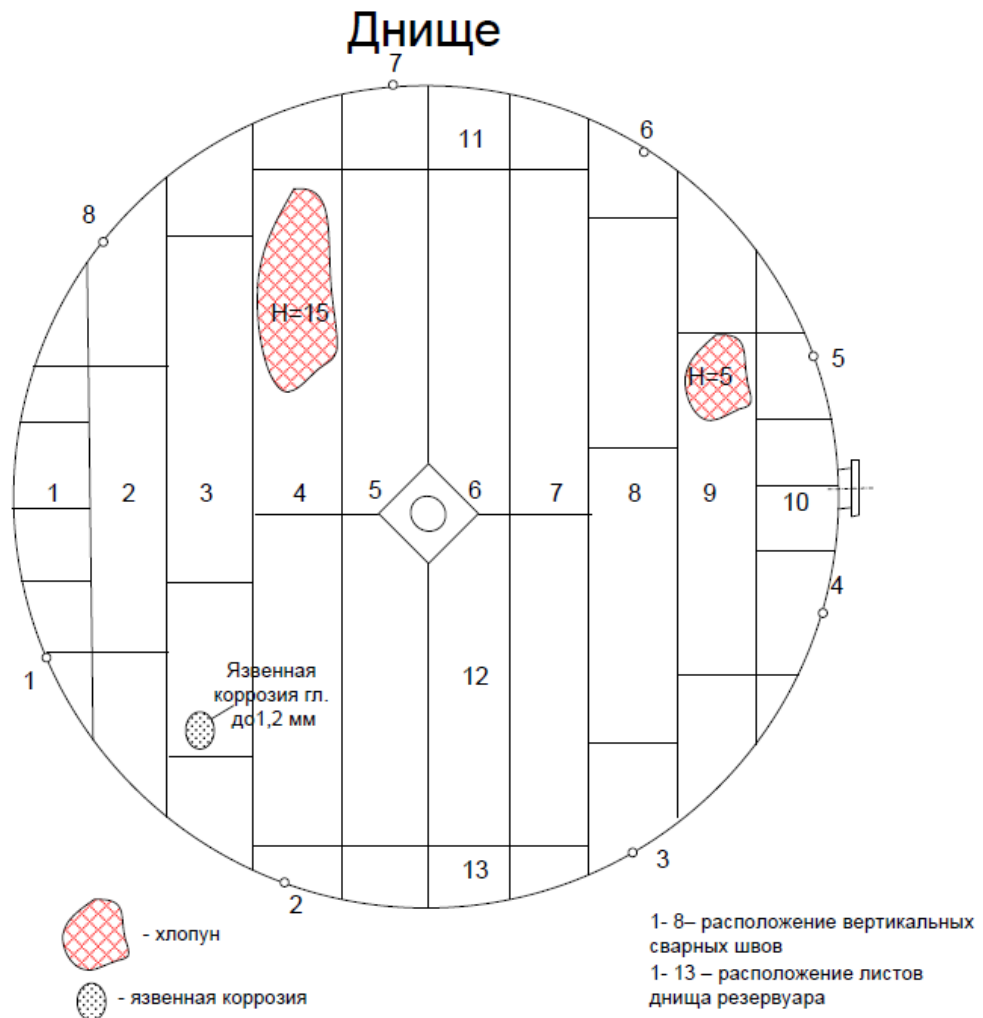


Рисунок 2.5 – Язвенная коррозия

Проектное решение: устранение язвенной коррозии.

### Технология ремонта

|      |      |          |         |      |                     |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
|      |      |          |         |      | Объект исследования | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                     | 42   |

Стоит начать с того, что методы ремонта днища резервуара достаточно разнообразны.

В зависимости от вида дефектов и их масштаба можно различать такие методы как, полная и частичная замена элементов днища. Такие методы ремонта применимы тогда, когда область поврежденного металла имеет большие значения. В ряде случаев необходимости применять такие объемные методы ремонта нет.

### Ремонт участка днища, пораженного язвенной коррозией

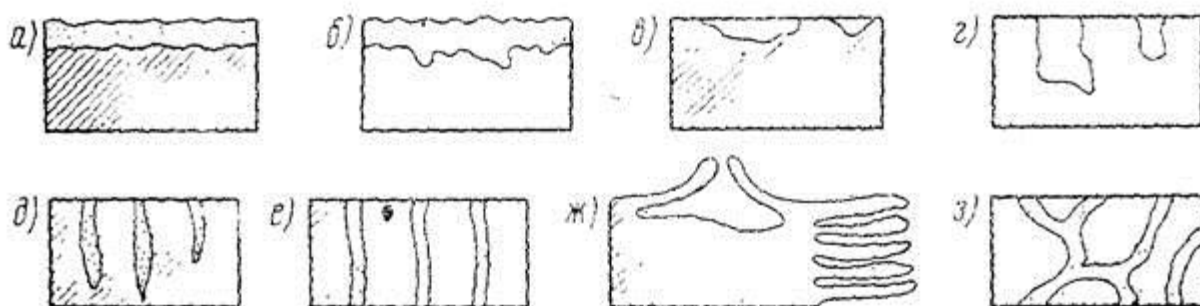


Рисунок 2.6 – Виды коррозии

а – сплошная равномерная, б – сплошная неравномерная, в – местная пятнистая, г – местная язвенная, д – точечная, е – сквозная, ж – поверхностная, з - межкристаллитная

Технология проведения локальных ремонтов имеет схожую структуру, так, например, при любых видах локальных дефектов (подрезы, хлопуны, дефекты сварного шва) в первую очередь производится удаление антикоррозионного слоя и определение масштабов места устранения дефектов.

То же самое производится и в нашем случае.

Далее необходимо с помощью металлических щеток и шлифмашинки зачистить поверхность металла. Длина вышлифованного участка должна превышать длину исправляемого участка не менее чем на 15 мм в каждую сторону.

Глубину вышлифовки принимать в зависимости от глубины распространения дефекта.

Затем производится наплавка металла с помощью сварки.

|      |      |          |         |      |                     |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
|      |      |          |         |      | Объект исследования | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                     | 43   |

Для выполнения сварки введите диаметр электродов 0,25 мм. Количество проходов принимать не менее двух. Режимы сварки взять по паспорту используемых электродов.

После ремонта днища сварных швов, производят контроль ремонтируемого участка путем внешнего осмотра.

Допускается ремонтировать одну и ту же площадь не более двух раз [8].

#### **Устранение хлопун.**

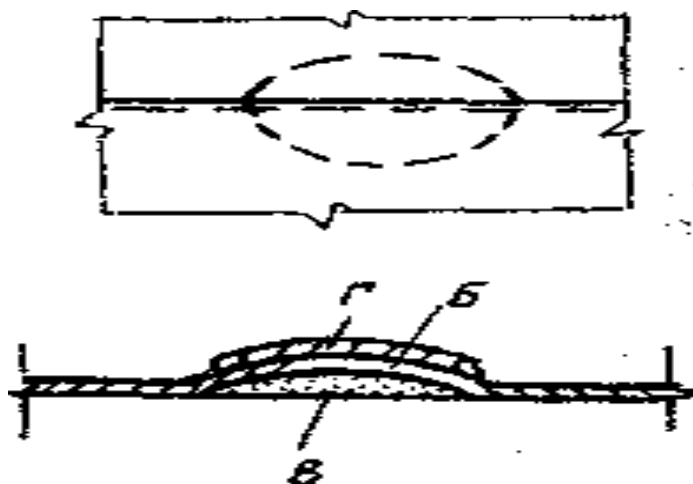


Рисунок 2.7 – Устранение хлопун

Сущность данного метода заключается в заполнении полости хлопун песчано-цементным раствором, в состав которого входят цемент, песок и вода.

Разумеется, перед ремонтными работами необходимо очистить поверхность и разметить границы ремонтной зоны.

Затем для заполнения хлопун раствором в него необходимо врезать несколько штуцеров, расположенных на расстоянии не менее 4 м.

Процесс закачки раствора нужно держать под контролем по наполнению полости хлопун. За критичное значение для оценки заполняемости принимают ход полотнища хлопун в крайних точках менее 10 мм.

Для свободного удаления воздуха из полости хлопун разрешается просверлить отверстия диаметром 10 мм.

Раствор подается с давлением  $10 \text{ кг/см}^2$  с производительностью  $5 \text{ м}^3 \text{ час}$ .

После проведенной процедуры и затвердевания состава, штуцера отрезаются отрезным кругом, и полученные отверстия закрываются при помощи накладок и приваривают их с помощью сварки, также заваривают отверстия для выхода воздуха.

Сварку накладки выполняют сварным швом типа Н 1 с катетом 6 мм за два прохода, электродами типа Э50А, диаметром не выше 4 мм. Режимы сварки принимать по паспорту используемых электродов [9].

### 2.6.8 Изменение конструкции шахтной лестницы

Выявленные в ходе проведения ЭПБ дефекты:

- 1) шахтная лестница прикреплена к стенке резервуара (рис. 2.8) посредством сварки, не болтовым соединением.

Проектное решение: смонтировать крепления шахтной лестницы на болтовые соединения.



Рисунок 2.8 – Схема резервуара PBC-2000

### Технология ремонта.

Стоит начать с того, что в конструкции резервуара лестницы предназначены для подъема на крышу или круговую площадку резервуара.

|      |      |          |         |      |                     |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
|      |      |          |         |      | Объект исследования | Лист |
|      |      |          |         |      |                     | 45   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                     |      |

Также лестницы могут использоваться при ремонтных работах, для наворачивания рулонных листов.

Существует два основных типа лестниц, устанавливаемых на резервуары:

- 1) Кольцевые лестницы. Данный вид лестниц огибает резервуар вокруг, они полностью опираются на стенку резервуара и имеют в своем составе несколько пролетов, называемых маршами. Количество и структура маршей определяется исходя из габаритов конструкции. (ГОСТ 31385-2016) [9].
- 2) Шахтные лестницы (рис. 2.9). Такой тип лестниц имеет свой собственный фундамент, к которому крепится с помощью анкерных болтов. К верхней части резервуара и к стенке они должны крепиться с помощью распорок на болтовое соединение.

Так и в нашем случае, при монтаже резервуара, нормативная документация была отличной от настоящей.



Рисунок 2.9 – Шахтная лестница

Технология ремонта заключается в отрезании действующих креплений отрезным кругом, зачистке места ремонта, приварке необходимых распорок и установке требуемого болтового соединения.

Ремонт производится путем от нижних пролетов к верхним, предварительно проверяя визуально качество соединения предыдущего крепежного элемента [8].

|      |      |          |         |      |                     |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
|      |      |          |         |      | Объект исследования | Лист |
|      |      |          |         |      |                     | 46   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                     |      |

На данном РВС установлена шахтная лестница, имеющая 5 пролетов, промежутком равным в 2 м.

## 2.7 Гидроиспытание РВС

После проведения ремонтных работ необходимо провести гидроиспытание резервуара.

Важным правилом проведения гидроиспытаний является температурный диапазон, температура окружающего воздуха должна составлять не менее +5 °С. Если температура окружающего воздуха меньше, тогда необходимо разработать специальную программу, целью которой является предотвращения замерзания воды и обмерзание стенок резервуара.

Структура проведения гидравлических испытаний состоит в следующем:

- 1) Проверка на прочность и герметичность Днища и стенок РВС при максимальном гидростатическом напряжении;
- 2) проверка на прочность и герметичность днища и стенок РВС при максимальном гидростатическом напряжении и избыточном давлении;
- 3) проверка на прочность и герметичность днища и стенок РВС при максимальном гидростатическом напряжении и вакууме.

В нашем случае резервуар будем наполнять подтоварной водой до максимального рабочего объема. Наполнение резервуара производится поэтапно на уровень каждого пояса, останавливая закачку воды для осмотра результатов наполнения каждого пояса.

Время промежуточных остановок определяется исходя из необходимого времени осмотра результатов.

Все световые и замерные люки РВС должны быть открыты.

Требования безопасности при назначении границ опасной зоны при проведении гидравлических испытаний резервуаров с защитными стенками

|      |      |          |         |      |                     |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
|      |      |          |         |      | Объект исследования | Лист |
|      |      |          |         |      |                     | 47   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                     |      |

разрабатываются с учетом конструктивных особенностей конструкции в технологической карте испытаний.

Когда свищи, течи или трещины в стене, независимо от размера дефекта, испытание должно быть прекращено и вода должна быть слита до уровня:

- полностью-если обнаружен дефект в поясе I;
- один пояс под положением дефекта-если дефект найден в поясах II-VI;
- до V пояса-при обнаружении дефектов в VII поясе и выше.

После успешного достижения рабочего объема резервуара держать в течение 72 часов.

Проверку внутреннего избыточного давления и вакуум тест проводят во время гидравлического испытания. Регулирование давления и вакуума осуществляется с помощью U-образного манометра, который снимается отдельным трубопроводом для обрушения. Избыточное давление принимается на 25%, а вакуум-на 50% больше проектного значения, если нет других указаний в проекте. Продолжительность нагрузки 30 мин.

В процессе испытания резервуара на избыточное давление, проводится 100% визуальный контроль сварных швов стационарной крыши резервуара..

На резервуар, прошедший испытание, составляется акт завершения монтажа (сборки) конструкций [15].

## **2.8 Повторное оформление заявки на проведение ЭПБ**

После успешного проведения гидравлических испытаний, эксплуатирующей организацией составляется заявка на повторное проведение ЭПБ, по результатам которого ремонтируемый нами резервуар прошел все необходимые проверки.

В заключении ЭПБ была разрешена дальнейшая эксплуатация РВС 2000м<sup>3</sup>, остаточный ресурс которого составил 14 лет.

|      |      |          |         |      |                     |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
|      |      |          |         |      | Объект исследования | Лист |
|      |      |          |         |      |                     | 48   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                     |      |

## Расчетная часть

### 3.1 Определение габаритов конструкции резервуара

Определение оптимальных размеров резервуара производится с целью снижения металлоемкости конструкции. Размерами РВС являются высота  $H$  и диаметр  $D$ .

Для резервуаров со стационарной крышей оптимальная высота в первом приближении может быть определена по формуле В.Г.Шухова (3.1), а затем уточнить по уравнению (3.3) [20]:

$$H_{\text{отп}} = \sqrt{\frac{\gamma_c \cdot R_{wy} \cdot \Delta}{\gamma_j \cdot \rho_j \cdot g}} \quad (3.1)$$

где

$\gamma_c$  - коэффициент условия работы конструкции при расчете стенки резервуара на прочность ( $\gamma_c = 0,7$  для нижнего пояса,  $\gamma_c = 0,8$  для остальных поясов) [7, табл. 2.1];

$\rho_j$  - плотность хранимой жидкости,  $\text{кг/м}^3$ ;

$\gamma_j$  - коэффициент надежности по нагрузке от гидростатического давления жидкости;  $\gamma_j = 1,1$  [3];

$\Delta$  - сумма приведенных толщин крыши и днища резервуара, определяемая в зависимости от объема резервуара  $2000 \text{ м}^3$ , она равна  $0,009 \text{ м}$ . [2, табл. 3.2]; [7, табл. 3.2];

$R_{wy}$  – расчетное сопротивление сварного стыкового шва, Па. (см. пособие к СНиП II-23-81\* по проектированию стальных конструкций, табл. 51, п.3.2) .

$$R_{wy} = R_y = \frac{\sigma_T}{\gamma_m} = \frac{270}{1.1} = 245,45 \cdot 10^6 \text{ Па}, \quad (3.2)$$

|            |              |          |         |      |   |                      |      |        |
|------------|--------------|----------|---------|------|---|----------------------|------|--------|
|            |              |          |         |      | Технология проведения ремонтных работ резервуара вертикального стального типа РВС 2000 м3 |                      |      |        |
| Изм.       | Лист         | № докум. | Подпись | Дата |   |                      |      |        |
| Разраб.    | Новосёлов ДЕ |          |         |      | Расчетная часть   | Лит.                 | Лист | Листов |
| Руковод.   | Саруев Л.А.  |          |         |      |   |                      | 49   | 109    |
| Консульт.  |              |          |         |      |   | <b>ТПУ гр. 32Б3А</b> |      |        |
| Рук-ль ООП | Брусник О.В. |          |         |      |   |                      |      |        |



$\sigma_T$  - нормативное сопротивление стали по пределу текучести, МПа  
 (для стали ст3 = 270 МПа); (ст3=C275 см. ГОСТ 27772-88  
 Приложение 1 (СТО СА 03-002-2009 табл.7.3))

$R_y$  - расчетное сопротивление стали (листового проката) при сжатии,  
 растяжении и изгибу по пределу текучести, Па;

$\gamma_m$ - коэффициент надежности по материалу (по ПБ 03-605-03, СНиП  
 2.09.03-85 [9], для стали 20  $\gamma_m = 1,1$ ).

$$H_{отп} = \sqrt{\frac{0,8 \cdot 245,45 \cdot 10^6 \cdot 0,009}{1,1 \cdot 850 \cdot 9,81}} = 13,88$$

$$H^4 - a_1 \cdot H^3 - 2 \cdot a_2 \cdot H^2 + a_2^2 = 0, \quad (3.3)$$

где

$$a_1 = \frac{\pi}{V} \cdot \left( \frac{\gamma_c \cdot R_{wy} \cdot t_{min}}{2 \cdot \gamma_{ж} \cdot \rho_{ж} \cdot g} \right)^2 = \frac{3,14}{2000} \cdot \left( \frac{0,8 \cdot 245,45 \cdot 10^6 \cdot 0,004}{2 \cdot 1,1 \cdot 850 \cdot 10} \right)^2 = 2,77; \quad (3.4)$$

$$a_2 = \frac{R_{wy} \cdot \gamma_c \cdot \Delta}{\gamma_{ж} \cdot \rho_{ж} \cdot g} = \frac{245,45 \cdot 10^6 \cdot 0,8 \cdot 0,009}{1,1 \cdot 850 \cdot 10} = 189,01; \quad (3.5)$$

где

$t_{min}$  - минимальная конструктивно необходимая толщина нижнего  
 пояса стенки резервуара ( $V = \pi \cdot R^2 \cdot H$ ), тогда

$$R = \sqrt{\frac{V}{\pi \cdot H}} = \sqrt{\frac{2000}{3,14 \cdot 12}} = 7,2$$

$D=14,4$  м, далее по таблице 3.3[7],  $t_{min} = 4$  мм;

Уравнение (3.3) будет иметь вид:

$$H^4 - 2,77 \cdot H^3 - 2 \cdot 189,01 \cdot H^2 + 35724,64 = 0,$$

|      |      |          |         |      |                 |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------|------|
|      |      |          |         |      | Расчетная часть | Лист |
|      |      |          |         |      |                 | 50   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                 |      |

Решение уравнения (3.3) имеет вид, представленный в виде графика на рисунке 3.1.

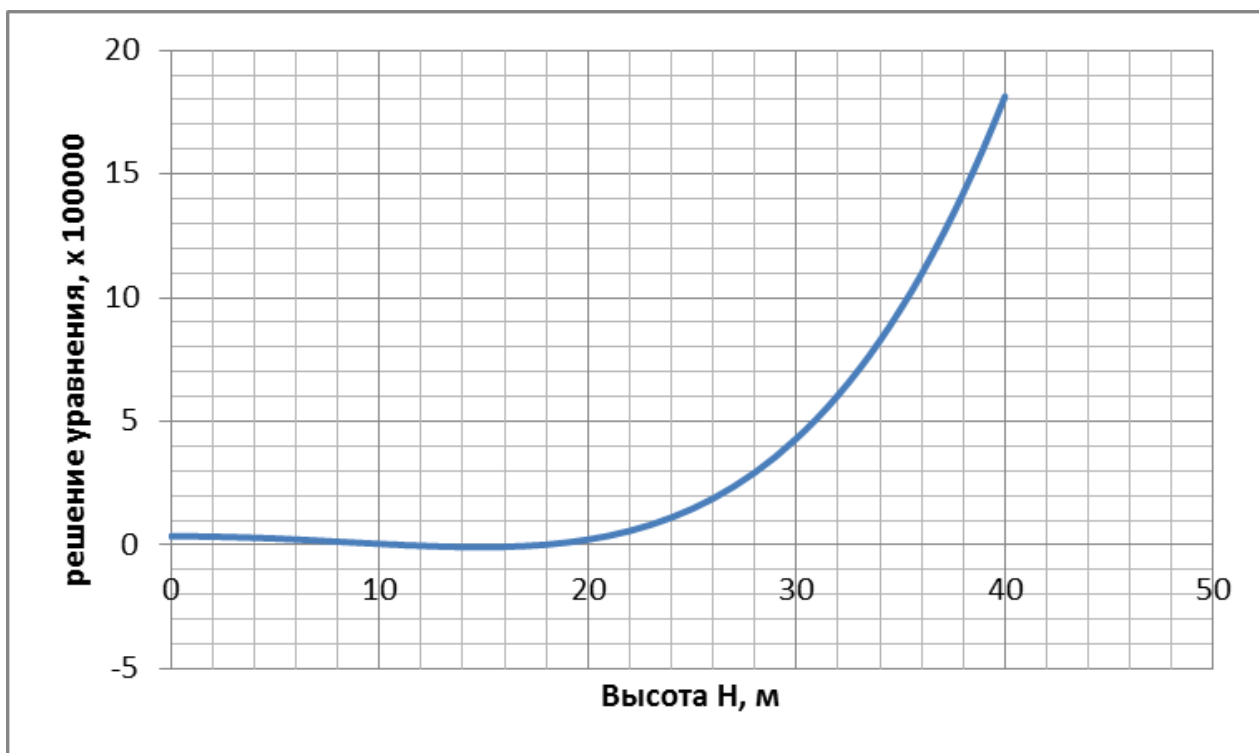


Рисунок 3.1- Графическое изображение уравнения.

Полученные значения:  $H_{\text{опт1}} = 11,23$  м;  $H_{\text{опт2}} = 17,1$  м.

Принимаем  $H_{\text{опт1}} = 11,23$  м.

Цилиндрические стенки резервуара состоят из ряда поясов высотой, равной применяемой ширине листа (1500, 1800 или 2000 мм). Принимаем листы 1500х 6000 мм (с учетом стружки 1490х5980 мм). Количество поясов определяется по формуле (3.6):

$$n_{\text{п}} = \frac{H_{\text{опт}}}{h'_{\text{л}}} = \frac{11,23}{1,49} = 7,54 \text{ поясов,} \quad (3.6)$$

где

$h'_{\text{л}}$  - высота листа с учетом подготовки кромок листа к сварке.

$$h'_{\text{л}} = h_{\text{л}} - 2 \cdot 0,005 = 1,5 - 0,01 = 1,49 \text{ м,} \quad (3.7)$$

где  $h_{л}$  - высота листа, м.

Принимаем значения количества поясов  $n = 11$ .

Строительная высота резервуара определяется умножением количества поясов на высоту листа с учетом подготовки кромок листа:

$$H_{\text{опт1}} = n_{п} \cdot h'_{л} = 8 \cdot 1,49 = 11,92 \text{ м} \quad (3.8)$$

Определяем требуемую длину развертки:

$$L = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{V}{\pi \cdot H_1}}, \quad (3.9)$$

где  $V$  - заданный объем, м<sup>3</sup>;

$$H_1 = H_{\text{опт1}} - 0,3 = 11,92 - 0,3 = 11,62 \approx 12 \text{ м} \quad (3.10)$$

$$L = 2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{\frac{2000}{3,14 \cdot 12}} = 45,75 \text{ м},$$

Пояс резервуара состоит из сваренных между собой листов, их количество определяется по формуле:

$$n_{\text{факт}} = \frac{L}{l_{л}} = \frac{45,75}{5,98} = 7,65 = 7,7 \text{ листов} \quad (3.11)$$

где  $l_{л}$  - длина одного листа, м.

Определяем фактическую длину с учетом найденного количества листов:

$$L_{\text{факт}} = n_{\text{факт}} \cdot l_{л} = 7,7 \cdot 5,98 = 46,05 \text{ м} \quad (3.12)$$

Фактический диаметр резервуара определяется по фактической длине развертки:

$$D_{\text{факт}} = \frac{L_{\text{факт}}}{\pi} = \frac{46,05}{3,14} = 14,66 \text{ м} \quad (3.13)$$

Находим радиус оболочки по фактическому диаметру резервуара

$$R = \frac{D_{\text{факт}}}{2} = \frac{14,66}{2} = 7,33 \text{ м} \quad (3.14)$$

|             |             |                 |                |             |                        |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <i>Расчетная часть</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                        | 52          |

Таким образом, фактический объем резервуара будет несколько отличаться от заданного:

$$V_{\text{стр}} = \pi \cdot R^2 \cdot H_1 = 3,14 \cdot 7,33^2 \cdot 12 = 2024,5 \text{ м}^3 \quad (3.15)$$

Погрешность в определении оптимальных габаритов резервуара определяется в соответствии с методикой, предложенной в [7]:

$$\frac{|V - V_{\text{стр}}|}{V} \cdot 100\% \leq 5\% \quad (3.16)$$

$$\frac{|2000 - 2024,5|}{2000} \cdot 100\% = 1,22\%$$

Разница между объемом номинальным и строительным деленным на номинальный объем не должна превысить 5%. Полученная по формуле (3.16) погрешность меньше заданного барьера. Все полученные данные в ходе расчетов основных габаритов резервуара сведем в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 - Основные габариты РВС

| $V_{\text{стр}}, \text{ м}^3$ | $D_p, \text{ м}$ | $R_p, \text{ м}$ | $H_{\text{опт}}, \text{ м}$ | $n_{\text{л}}, \text{ листов}$ | $n_{\text{п}}, \text{ поясов}$ |
|-------------------------------|------------------|------------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 2024,5                        | 14,66            | 7,33             | 11,92                       | 7,7                            | 8                              |

### 3.2 Расчет стенки резервуара на прочность

Номинальная толщина стенок резервуара определяется в три этапа[7]:

- предварительный выбор толщин поясов (из условия прочности и минимальной конструктивной толщины стенки);
- корректировка при проверке на прочность, включая и расчет на сейсмическое воздействие для сейсмоопасных районов (выполняется специальной организацией);
- корректировка размеров при проведении расчета на устойчивость.

#### 3.2.1 Предварительный выбор толщины стенок поясов

Стенка резервуара рассчитана на прочность согласно теории без крутящего момента в виде цилиндрической оболочки, работающей на растяжение в кольцевом направлении от действия гидростатического давления жидкости и избыточного давления газа в паровоздушном пространстве (под покрытием). Нормальные напряжения вдоль образующей стенки не учитывают потому, что они включают в себя нагрузки от собственного веса покрытия и части стенки, избыточного давления, снега и ветра, т.е. равных направлений[7].

Согласно [ПБ 03-381 00] номинальная толщина  $T$  каждого пояса стенки выбирается из ряда ассортимента, так что разница  $T$  и минус допуск составляет не менее максимум 3 значения:

$$t - \delta \geq \max(t_c + c)$$

$$t - \delta \geq \max(t_g + c)$$

$$t - \delta \geq \max(t_k + c)$$

где  $c$  - припуск на коррозию.

Минимальная расчетная толщина стенки в каждом поясе  $t_c$  для условий эксплуатации резервуара определяется по формуле:

|      |      |          |         |      |                 |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------|------|
|      |      |          |         |      | Расчетная часть | Лист |
|      |      |          |         |      |                 | 54   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                 |      |

$$t_c = \frac{\gamma_{\Pi} \cdot (\gamma_{f1} \cdot \rho_{ж} \cdot g \cdot z_{ж} + \gamma_{f1} \cdot P_{изб}^H) \cdot R}{R_y \cdot \gamma_c}$$

$$t_c = \frac{1,1 \cdot (1,1 \cdot 850 \cdot 10 \cdot 11,7 + 1,2 \cdot 2 \cdot 10^3) \cdot 7,33}{245,45 \cdot 10^6 \cdot 0,7} = 5,98 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

где

$z_{ж}$  -высота от высшего уровня жидкости до нижней кромки пояса;

$g$  -ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$P_{изб}^H$  -нормативное значение избыточного давления;  $P_{изб}^H = 2 \cdot 10^{-4}$  кН/см<sup>2</sup>;

$R$  - радиус срединной поверхности пояса стенки;

$\gamma_{f1}, \gamma_{f1}$  - коэффициенты по нагрузке,  $\gamma_{f1} = 1,1$ ,  $\gamma_{f1} = 1-2$ ;

$\gamma_{\Pi}$  -коэффициент надежности по назначению; для 3-го класса резервуара:  $\gamma_{\Pi} = 1,1$ ; для 2-го класса:  $\gamma_{\Pi} = 1,05$ ; для 3-го класса:  $\gamma_{\Pi} = 1$ .

$$z_{ж} = H_i - 30 \text{ см} \quad (3.17)$$

$$z_{ж} = 12 - 0,3 = 11,7 \text{ м}$$

В процессе эксплуатации стальные резервуары подвергаются воздействию агрессивных сред. Коррозионные процессы развиваются особенно активно, если в резервуаре хранится нефть. Кроме того, двусосное напряженное состояние, которое наблюдается в листовых конструкциях, стимулируют коррозию в сравнении с одноосным напряжением. Поэтому при расчете толщины стенки, мы не можем оставить без внимания действие коррозии на стенки резервуара (уменьшение их толщины)[7].

Учитывая, что исполнение стенки РВС рулонное, то по табл. 6.3 [7] резервуара диаметром меньше 16м,  $t_{\text{кmin}} = 4$  мм.

Принимая минусовый допуск на прокат  $\delta = 0,45$  мм. [7, табл. 6.3] при повышенной точности изготовления листового проката и припуск на коррозию

|      |      |          |         |      |                 |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------|------|
|      |      |          |         |      | Расчетная часть | Лист |
|      |      |          |         |      |                 | 55   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                 |      |

0,1 мм/год, а с учетом срока эксплуатации, который принимаем равным 20 лет[10],

$c = 0,1 \cdot 20 = 5$  мм. Таким образом, получим:

$$t_{\min} = t_{\text{кmin}} + \delta + c = 4 + 0,45 + 2 = 6,45 \quad (3.18)$$

Минимальная толщина стенки выбирается по ГОСТ 19903-74 , она будет такой же, и рассчитанная по формуле (6.18)  $t_{\min} = 7$  мм.

Минимальная расчетная толщина стенки в каждом поясе  $t_g$  для условий гидравлических испытаний определяется по формуле:

$$t_g = \frac{1,1 \cdot \rho_B \cdot g \cdot z_B \cdot R}{R_y \cdot \gamma_c} \quad (3.19)$$

где  $z_B$  -расстояние от уровня налива воды до нижней кромки пояса;

$\rho_B$  -плотность воды при гидроиспытаниях 998,2 кг/м<sup>2</sup>;

$\gamma_c$  -коэффициент условия работы при гидроиспытаниях,  $\gamma_c = 0,9$ .

Гидростатическое давление жидкости рассчитывается по формуле:

$$P_{ri} = \gamma_{f1} \cdot \rho_{ж} \cdot g \cdot z_{ж}, \quad (3.20)$$

Расчеты по формулам (3.17), (3.18), (3.19), (3.20) представлены в таблице 3.2.

|             |             |                 |                |             |                        |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <i>Расчетная часть</i> | <i>Лист</i> |
|             |             |                 |                |             |                        | 56          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                        |             |

Таблица 3.2 - Расчет толщины стенки

| Номер пояса | $Z_{ж}, Z_{в}, \text{м}$ | $t_q, \text{мм}$ | Расчетное давление от хранимого продукта, Па | Расчетное давление при гидро-испытаниях, Па | $t_c, \text{мм}$ |
|-------------|--------------------------|------------------|--|---|------------------|
| 1           | 11,7                     | 4,262796         | 119340                                       | 140147,3                                    | 4,382364         |
| 2           | 10,2                     | 3,716284         | 104040                                       | 122179,7                                    | 4,380096         |
| 3           | 8,7                      | 3,169771         | 88740  | 104212,1                                    | 3,751776         |
| 4           | 7,2                      | 2,623259         | 73440  | 86244,48                                    | 3,123456         |
| 5           | 5,7                      | 2,076747         | 58140  | 68276,88                                    | 2,495136         |
| 6           | 4,2                      | 1,530234         | 42840  | 50309,28                                    | 1,866816         |
| 7           | 2,7                      | 0,983722         | 27540  | 32341,68                                    | 1,238496         |
| 8           | 1,2                      | 0,43721          | 12240  | 14374,08                                    | 0,610176         |

Так как, начиная с четвертого пояса, толщина стенки меньше  $t_{min} >$  то номинальная толщина с четвертого по десятый пояс будет равна 14 мм. Для того, чтобы убедиться в этом, рассчитаем высоту по формуле (3.17), в пределах которой толщина стенки может быть постоянной и равной минимальной толщине:

$$t_{pi} = \frac{\gamma_{п} \cdot (\gamma_{f1} \cdot \rho_{ж} \cdot g \cdot z_{жи} + \gamma_{f1} \cdot P_{изб}^H) \cdot R}{R_y \cdot \gamma_c}$$

$$t_{min} = \frac{1,1 \cdot (1,1 \cdot 850 \cdot 10 \cdot H^* + 1,2 \cdot 2 \cdot 10^3) \cdot 7,33}{245,45 \cdot 10^6 \cdot 0,8} = 7 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

|      |      |          |         |      |                 |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------|------|
|      |      |          |         |      | Расчетная часть | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                 | 57   |



Отсюда  $H^* = 19,1$  м, до верха стенки  $H^0 = H^* + 0,3 = 19,4$  м. Высота резервуара 11,92 м, что меньше 19,1 м, следовательно можем принять толщину стенки резервуара постоянной.

### 3.2.2 Проверка стенки резервуара на прочность

Расчет проверки прочности и устойчивости выполняется для расчетной толщины ленты, которая определяется как разница между номинальной толщиной  $t$ , минус допуск на прокат и допуск на коррозию [36]:

$$t_{pmin} = t_{min} - \delta - c = 7 - 0,45 - 0,1 = 6,45 \text{ мм} \quad (3.21)$$

Поверочный расчет на прочность для каждого пояса стенки резервуара проводится по формуле [9]:

$$\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} - \sigma_1 \cdot \sigma_2 \leq \gamma_c \cdot R_y \quad (3.22)$$

где  $\gamma_c$  -коэффициент условия работы конструкции; для нижнего пояса-0,7; для остальных-0,8; при сопряжении стенки с днищем-1,2;

$\sigma_1$ -расчетное меридиальное напряжение в поперечном сечении цилиндрического резервуара, возникающее от воздействия гидростатического давления продукта и избыточного давления газа, Па;

$\sigma_2$ - кольцевое напряжение, Па.

Поскольку для цилиндрической оболочки меридиональный радиус срединной поверхности равен бесконечности, то проверка прочности поясов проводится по формуле:

$$\sigma_2 \leq \frac{R_y \cdot \gamma_c}{\gamma_n} \quad (3.23)$$

где

|      |      |          |         |      |                 |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------|------|
|      |      |          |         |      | Расчетная часть | Лист |
|      |      |          |         |      |                 | 58   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                 |      |

$$\sigma_2 = \frac{(P_{ri} + \gamma_f \cdot P_{изб}^H) \cdot R}{t_p} \quad (3.24)$$

Данные по расчетным значениям действующих напряжений на пояса РВС и критических значений представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 - Кольцевое напряжение и допустимое напряжение

| Номер пояса | $t_p$ , мм | $Z_{ж}$ , м | $\sigma_2$ , МПа | $R_y \cdot \gamma_c / \gamma_n$ |
|-------------|------------|-------------|------------------|---------------------------------|
| 1           | 6,45       | 11,7        | 161,9956         | 171,815                         |
| 2           | 6,45       | 10,2        | 141,5766         | 196,36                          |
| 3           | 6,45       | 8,7         | 121,1576         | 196,36                          |
| 4           | 6,45       | 7,2         | 100,7386         | 196,36                          |
| 5           | 6,45       | 5,7         | 80,3196          | 196,36                          |
| 6           | 6,45       | 4,2         | 59,9006          | 196,36                          |
| 7           | 6,45       | 2,7         | 39,4816          | 196,36                          |
| 8           | 6,45       | 1,2         | 19,0626          | 196,36                          |

Проведем поверочный расчет на прочность для каждого пояса по формуле (4.8), для этого найдем меридиональные напряжения для каждого пояса:

$$\sigma_1 = \frac{\sigma_2}{2} \quad (3.25)$$

Сведем полученные по формулам (3.22), (3.25) значения в таблицу 3.4.

Таблица 3.4 - Проверка прочности

| Номер пояса | $\sigma_1$ , Мпа | $\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \cdot \sigma_2}$ | $R_y \gamma_c$ |
|-------------|------------------|--|----------------|
| 1           | 80,9978          | 140,2923   | 171,815        |
| 2           | 70,7883          | 122,6089   | 196,36         |
| 3           | 60,5788          | 104,9256   | 196,36         |
| 4           | 50,36931         | 87,2422  | 196,36         |
| 5           | 40,15981         | 69,5588  | 196,36         |
| 6           | 29,95031         | 51,8755  | 196,36         |
| 7           | 19,74082         | 34,1921  | 196,36         |
| 8           | 9,531318         | 16,5087  | 196,36         |

Анализ данных, представленных в таблице, показывает, что выполняется условие прочности (3.24) и (3.25), поскольку значения действующих напряжений на стенку цистерны меньше допустимых.

### 3.3 Проверка стенки резервуара на устойчивость

Устойчивость стенки проверяется для пустого резервуара по совместному воздействию осевого сжатия параллельно генератору и сжатия от внешнего равномерного давления, перпендикулярного боковой поверхности стенки резервуара.

Проверка на устойчивость выполняется по формуле [3.26]:

$$\frac{\sigma'_1}{\sigma_{cr1}} + \frac{\sigma'_2}{\sigma_{cr2}} \leq 1 \quad (3.26)$$

где  $\sigma_{cr1}$  - критическое нормальное напряжение, Па;

|      |      |          |         |      |                 |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------|------|
|      |      |          |         |      | Расчетная часть | Лист |
|      |      |          |         |      |                 | 60   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                 |      |

$\sigma_{cr2}$  - кольцевые критические напряжения, Па;

$\sigma'_1$  - расчетное меридиональное напряжение в поперечном сечении оболочки от нагрузок направленных вдоль оси (собственный вес крыши, снеговая нагрузка, возможный вакуум, собственный вес части стен, расположенный выше рассматриваемого уровня), Па;

$\sigma'_2$  - расчетное кольцевое напряжение в поясе стенки, Па.

Критическое нормальное напряжение  $\sigma_{cr1}$  определяется по формуле:

$$\sigma_{cr1} = c \cdot E \cdot \frac{t_{pmin}}{R}$$

где  $t_{pmin}$  – расчетная минимальная толщина стенки, м;

c - коэффициент [7, табл. 2.2];

E-модуль упругости, E=2,06·10<sup>5</sup> МПа.

$$\frac{r}{t_{pmin}} = \frac{7,33}{0,00645} = 1,136 \cdot 10^3 \quad (3.27)$$

Принимаем c=0,07836 .

$$\sigma_{cr1} = c \cdot E \cdot \frac{t_{pmin}}{R} = 0,07836 \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot 10^6 \cdot \frac{6,45 \cdot 10^{-3}}{7,33} = 14,19 \cdot 10^6 \text{ Па} = 14,19 \text{ МПа}$$

Кольцевое критическое напряжение для цилиндрических оболочек с переменной толщиной стенки определяется по формуле:

$$\sigma_{cr2} = 0,55 \cdot E \cdot \frac{R}{H_r} \cdot \left(\frac{t_p}{R}\right)^2 \quad (3.28)$$

$$\sigma_{cr2} = 0,55 \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot 10^6 \cdot \frac{7,33}{11,99} \cdot \left(\frac{6,45 \cdot 10^{-3}}{7,33}\right)^2 = 1,8 \text{ МПа}$$

где  $H_r$  - редуцированная высота стенки, м.

|      |      |          |         |      |                 |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------|------|
|      |      |          |         |      | Расчетная часть | Лист |
|      |      |          |         |      |                 | 61   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                 |      |

Ниже приведен расчет редуцированной высоты.

Редуцированная высота стенки определяется по формуле:

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

где  $v = \frac{r}{t_{min}}$ ;

$$P_1 = g_{кр}' + g_{сн} + \Psi \cdot (P_{вак} - P_w^{от})$$

$$P_2 = \Psi \cdot (P_{вак} + P_w)$$

$$g_{кр}' = g_{кр} \cdot H \cdot g \cdot 10^{-3} = 4,38 \cdot 11,92 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 0,522 \text{ кН/м}^2$$

$g_{кр}'$  – удельный вес крыши (на единицу площади днища).

$P_{вак}$  - вакуум;

$P_w^{от}$  – ветровой отсос на покрытии;

$P_w$  – ветровое давление на стенку (расчет представлен ниже);

$\Psi$  - коэффициент сочетания нагрузок.

Коэффициент «с» можно аппроксимировать формулой (в пределах значений  $r/t = 800 \dots 2500$ )

$$c = 1,092 \cdot 10^{-8} \cdot \gamma^2 - 53,686 \cdot 10^{-6} \cdot \gamma + 12,59 \cdot 10^{-2} = 7,9 \cdot 10^{-2}$$

$$\gamma = \frac{r}{t_{p \min}} = \frac{7330}{6,45} = 1,136 \cdot 10^3$$

$$P_{вак} = \gamma_{f_2} \cdot P_{вак}^H = 1,2 \cdot 0,25 = 0,3 \text{ кПа}$$

$$P_w^{от} = \gamma_{f,w} \cdot w_0 \cdot c_{e_2} = 1,4 \cdot 0,23 \cdot 0,8 = 0,258 \text{ кПа}$$

$$C_{e_2} = -0,8 \text{ – по табл. СНиП 2.01.07-85}^*$$

$$P_1 = 0,522 \cdot 10^{-4} + 3,2 \cdot 10^{-4} + 0,9 \cdot (1,2 - 0,258) \cdot 10^{-4} = 4,57 \cdot 10^{-4} \text{ кН/см}^2$$

$$P_2 = 0,95 \cdot (1,2 \cdot 10^{-4} + 0,25 \cdot 10^{-4}) = 1,305 \cdot 10^{-4} \text{ кН/см}^2$$

|      |      |          |         |      |                 |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------|------|
|      |      |          |         |      | Расчетная часть | Лист |
|      |      |          |         |      |                 | 62   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                 |      |

$$\frac{(1,136 \cdot 10^3)^2}{2,06 \cdot 10^5 \cdot 10^6} \cdot \left[ \frac{4,57 \cdot 10^3}{2 \cdot 7,9 \cdot 10^{-2}} + \frac{1,305 \cdot 10^3 \sqrt{1,136 \cdot 10^3}}{0,55 \cdot (7330/H_r)} \right] = 1$$

$$H_r = 11,99 \text{ м}$$

Расчетные меридиональные напряжения для РВС определяются по формуле [13]:

$$\sigma'_1 = \frac{n_3 \cdot (Q_{\text{п}} + Q_{\text{стенки}}) + \Psi \cdot (Q_{\text{сн}} + Q_{\text{вак}} \cdot n_2)}{t_i} \quad (3.29)$$

$$\sigma'_1 = \frac{1,05 \cdot (2,626 + 4,93) \cdot 10^3 + 0,95 \cdot (11,728 + 0,916 \cdot 1,3) \cdot 10^3}{6,45} = 3,13 \text{ МПа}$$

где  $\Psi$  - коэффициент сочетания нагрузок,  $\Psi = 0,95$  [12];

$n_3$  - коэффициент надежности по нагрузке от собственного веса,  $n_3 = 1,05$  [7];

$n_2$  - коэффициент надежности по нагрузке избыточного давления и вакуума,  $n_2 = 1,3$  [2];

$Q_{\text{п}}$  - вес покрытия резервуара, Н/м;

$Q_{\text{стенки}}$  - вес вышележащих поясов стенки с учетом изоляции, Н/м;

$Q_{\text{сн}}$  - полное расчетное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия, Н/м;

$Q_{\text{вак}}$  - нормативная нагрузка от вакуума на покрытие, Н/м;

$t_i$  - расчетная толщина стенки  $i$ -го пояса резервуара, м.

Определяем нагрузки на резервуар от:

- снега [7]:

$$Q_{\text{сн}} = R_{\text{сн}}^H \cdot \mu \cdot \frac{R_p}{2} = g_{\text{сн}} \cdot \frac{R_p}{2}, \text{ Па} \quad (3.30)$$

$$Q_{\text{сн}} = \frac{3,2 \cdot 10^3 \cdot 7,33}{2} = 11728 \text{ Па}$$

|      |      |          |         |      |                 |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------|------|
|      |      |          |         |      | Расчетная часть | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                 | 63   |

где  $\mu$  - коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, для конического покрытия при симметричном варианте загрузки снегом  $\mu = 1$  [12];

$R_{CH}^H$  - нормативное значение веса снегового покрова на  $1 \text{ м}^2$  горизонтальной поверхности земли, для V снегового района (Агрыз)  $R_{CH}^H = 3,2 \text{ кПа}$  [12, табл.4].

Определяем значение вакуума на покрытие [10]:

$$Q_{\text{вак}} = P_{\text{вак}} \cdot \frac{R_p}{2} = 250 \cdot \frac{7,33}{2} = 916 \text{ Па} \quad (3.31)$$

где  $P_{\text{вак}}$  - нормативное значение вакуума в газовом пространстве, Па.

$P_{\text{вак}} = 250 \text{ Па}$  [10, табл. 2].

Для определения устойчивости конструкции РВС необходимо знать массу конструкции. Масса стенок РВС определяется последовательно по поясам (в одном поясе 7,67 листов) в соответствии с формулой:

$$m_i = S \cdot \rho \cdot t \cdot n \quad (3.32)$$

где  $n$  – количество листов в поясе  $n = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{l_{\text{листа}}} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 7,33}{6} = 7,67$  листов

$$m_i = 9 \cdot 7859 \cdot 7 \cdot 10^{-3} \cdot 7,67 = 3797,54 \text{ кг}$$

где  $S = 1,5 \times 6 = 9 \text{ м}^2$  - площадь поверхности листа,  $\text{м}^2$ ;

$\rho$  - плотность стали,  $7859 \text{ кг/м}^3$ ;

$t$  - толщина стенки листа, м;

$n$  - количество листов в поясе  $n = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{l_{\text{листа}}} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 7,33}{6} = 7,67$  листов.

$$m_{\text{ст}} = m_i \cdot n_{\text{поясов}} = 3797,54 \cdot 8 = 30,38 \cdot 10^3 \text{ кг} \quad (3.33)$$

|      |      |          |         |      |                 |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------|------|
|      |      |          |         |      | Расчетная часть | Лист |
|      |      |          |         |      |                 | 64   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                 |      |

Масса крыши резервуара определяется по формуле:

$$m_{кр} = g_{кр} \cdot V, \text{ кг} \quad (3.34)$$

где  $g_{кр}$  - масса крыши на единицу объема резервуара,

$$g_{кр} = 4,38 \text{ кг/м}^3 \text{ [7, табл. П1].}$$

$$m_{кр} = 4,38 \cdot 2000 = 8,76 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

Находим массу оборудования и опорного кольца жесткости:

$$m_{об} = g_{об} \cdot V, \text{ кг} \quad (3.35)$$

где  $m_{об}$ -масса оборудования на единицу объема резервуара,

$$m_{об} = 1,78 \text{ кг/м}^3 \text{ [7, табл. П1].}$$

$$m_{об} = 1,78 \cdot 2000 = 3,56 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

$$m_{цс} = g_{цс} \cdot V, \text{ кг} \quad (3.36)$$

где  $m_{цс}$  - масса центральной стойки резервуара,  $m_{цс} = 0,5 \text{ кг/м}^3$  [7,табл.

П1].

$$m_{цс} = g_{цс} \cdot V = 0,5 \cdot 2000 = 1 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

Находим вес стенки по формуле:

$$Q_{ст} = \frac{(m_{цс} + m_{ст}) \cdot g}{2 \cdot \pi \cdot R_p} = \frac{(1 \cdot 10^3 + 30,38 \cdot 10^3) \cdot 10}{2 \cdot 3,14 \cdot 7,33} = 6,817 \cdot 10^3 \text{ Н/м} \quad (3.37)$$

Вес покрытия резервуара определяется с учетом веса оборудования:

$$Q_{п} = \frac{(m_{кр} + m_{об}) \cdot g}{2 \cdot \pi \cdot R_p} \text{ Н/м}$$

$$Q_{п} = \frac{(8,76 \cdot 10^3 + 3,56 \cdot 10^3) \cdot 10}{2 \cdot 3,14 \cdot 7,33} = 2,676 \cdot 10^3 \text{ Н/м}$$

|      |      |          |         |      |                 |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------|------|
|      |      |          |         |      | Расчетная часть | Лист |
|      |      |          |         |      |                 | 65   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                 |      |



Расчетные кольцевые напряжения в стенке при расчете на устойчивость РВС определяются по формуле в соответствии с [7];

$$\sigma'_2 = \frac{0,95 \cdot P_B \cdot n_B + 0,9 \cdot P_{\text{вак}} \cdot n_2}{t_p} \cdot R_p \quad (3.38)$$

где  $P_B$  - нормативное значение ветровой нагрузки на резервуар. Па;

$n_B$  - коэффициент надежности по ветровой нагрузке,  $n_B = 1,4$  [12, пп.6.11];

$n_2$  - коэффициент надежности по нагрузке избыточного давления и вакуума,  $n_2 = 1,05$  [7], табл.1.

$$P_B = \omega_0 \cdot c_{e1} \cdot k_0 = 1,4 \cdot 0,23 \cdot 0,5 \cdot 1,02 = 0,164 \text{ кПа} \quad (3.39)$$

где  $\omega_0$  - нормативное значение ветрового давления, для рассматриваемого района,

для V района  $\omega_0 = 0,23$  кПа [12, табл. 11.1];

$k_0 = 1,02$  - коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по типу местности А [12, табл.6]

$c_{e1}$  - аэродинамический коэффициент.

$$c_{e1} = k_1 \cdot c_\beta \quad (3.40)$$

где  $c_\beta = 1$ , так как  $\beta = 0^0$ ;

$k_1 = 1$  при  $c_\beta > 0$

$c_{e1} = 0,5$  – для расчета стенки на устойчивость, [7].

$$\sigma'_2 = \frac{0,95 \cdot (0,164 \cdot 10^3) \cdot 1,4 + 0,9 \cdot 0,25 \cdot 10^3 \cdot 1,05}{6,45 \cdot 10^{-3}} \cdot 7,33 = 0,516 \text{ МПа}$$

|      |      |          |         |      |                 |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------|------|
|      |      |          |         |      | Расчетная часть | Лист |
|      |      |          |         |      |                 | 66   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                 |      |

$$\frac{3,13 \cdot 10^6}{14,19 \cdot 10^6} + \frac{0,516 \cdot 10^6}{1,8 \cdot 10^6} \leq 1$$

$$0,508 \leq 1$$

Следовательно, условие устойчивости выполняется, стенка резервуара устойчива к постоянным и временным нагрузкам.

|             |             |                 |                |             |                        |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <i>Расчетная часть</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                        | 67          |

## 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В начале развития нефтедобычи наиболее выгодным хранилищем сырья являлся простой металлический резервуар, представляющий собой цилиндрическое хранилище с плоской или конической крышей, с плоским дном, опирающимся на основание.

Целью данной дипломной работы является составление локальной сметы на ремонт вертикального стального резервуара объемом 2000м<sup>3</sup>.

Для того, чтобы изготавливать качественные резервуары для нефтепродуктов из железобетона и металла, необходимо соблюдать ряд стандартов, которые будут необходимы для реконструкции резервуара 2000:

- Сложность строительно-монтажных работ;
- Оклады технического персонала;
- Квалификация сотрудников;
- Стоимость основных средств, используемых на проектной площадке;
- Сами материалы, которые необходимы для строительства материала.

|                   |             |                 |                |             |  |                      |             |               |
|-------------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--|----------------------|-------------|---------------|
|                   |             |                 |                |             | <i>Технология проведения ремонтных работ резервуара вертикального стального типа РВС 2000 м3</i> |                      |             |               |
| <i>Изм.</i>       | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |  |                      |             |               |
| <i>Разраб.</i>    |             | Новосёлов ДЕ    |                |             | <b>Финансовый менеджмент,<br/>ресурсоэффективность и<br/>ресурсосбережение</b>                   | <i>Лит.</i>          | <i>Лист</i> | <i>Листов</i> |
| <i>Руковод.</i>   |             | Саруев Л.А.     |                |             |  |                      | 68          | 109           |
| <i>Консульт.</i>  |             |                 |                |             |  | <b>ТПУ гр. 32Б3А</b> |             |               |
| <i>Рук-ль ООП</i> |             | Брусник О.В.    |                |             |  |                      |             |               |

#### 4.1 Экономический расчёт конструкции резервуара

Таблица 4.1 - Строительно-монтажные работы

| Наименование работ                               | Трудоёмкость работ, чел./час |
|--|------------------------------|
| Площадки для обследования под задвижки, патрубки | 15                           |
| Электросиловое оборудование                      | 17                           |
| Узел стыковки с пожарной техникой                | 28                           |
| Колодец с пожарным гидрантом                     | 29                           |
| Планирование территории                          | 36                           |
| Инженерно-геологические изыскания                | 48                           |
| Проектно-сметная документация                    | 72                           |
| Наружные пожарные сети                           | 89                           |
| Монтаж (ПРУ)                                     | 106                          |
| Ремонт (стенки резервуара, днища)                | 204                          |
| Реконструкция шахтной лестницы                   | 72                           |

Таблица 4.2 - Профессионально- квалификационный состав работников

| Наименование профессии                       | Количество |
|--|------------|
| Автокрановщик                                | 1          |
| Бульдозерист                                 | 1          |
| Водитель автотранспорта                      | 1          |
| Водитель-механик ГТТ                         | 2          |
| Геодезист                                    | 1          |
| Инженер генерального плана                   | 4          |
| Инженер по изысканиям                        | 2          |
| Инженер резервуарного парка                  | 1          |
| Мастер участка                               | 1          |
| Сварщик                                      | 3          |
| Слесарь                                      | 5          |
| Стропальщик                                  | 4          |
| Экскаваторщик                                | 1          |
| Итого количество сотрудников - 27 работников |            |

Общая потребность в работниках основного производства - 27 человек.

Исходя из сложности работ по проектированию резервуара, определяется количество смен, необходимых для проведения работ.

$$K_{\text{см}} = \frac{6373 \text{ чел/час}}{8 \frac{\text{час}}{\text{смен}} \cdot 27 \text{ чел.}} = 29 \text{ смен} \quad (4.1)$$

Далее определяется фонд оплаты труда-общий объем средств предприятия организации, потраченных за конкретный этап времени на:

1. Основное производство;
2. Вспомогательное производство;
3. Инженерно-технический персонал.

## 4.2 Оплата труда

Порядок определения фонда оплаты труда производственного персонала производится следующим образом:

1. на основании тарифных ставок (руб./час) рассчитывается тарифный Фонд;
2. определяется премиальный Фонд;
3. базовый оклад;
4. дополнительная зарплата;
5. вычисляется коэффициент района (50%);
6. перечисленные средства и сборы суммируются.

Таблица 4.3 - Оплата труда производственного персонала

| Наименование профессии  | Количество | Тарифная ставка, руб/час | Тарифный фонд, руб. | Премия, % | Премия, руб. | Основная ЗП, руб. | Дополнительная ЗП, руб. | Районный коэф, руб. | Фонд ЗП, руб. |
|---|------------|--------------------------|---------------------|-----------|--------------|-------------------|-------------------------|---------------------|---------------|
| 1   | 2          | 3                        | 4                   | 5         | 6            | 7                 | 8                       | 9                   | 10            |
| Основной производственный персонал                              |            |                          |                     |           |              |                   |                         |                     |               |
| Бульдозерист  | 1          | 24,35                    | 17532               | 85        | 14902,2      | 32434,2           | 2594,7                  | 486,5               | 50417,6       |
| Водитель  | 5          | 24,35                    | 17532               | 85        | 14902,2      | 32434,2           | 2594,7                  | 486,5               | 252088        |
| Инженер   | 7          | 28,3                     | 20376               | 85        | 17319        | 37695             | 3015,6                  | 578,6               | 410257,4      |
| Крановщик   | 1          | 24,35                    | 17532               | 85        | 14902,2      | 32434,2           | 2594,7                  | 486,5               | 50417,6       |
| Сварщик   | 3          | 27,25                    | 19620               | 85        | 16677        | 36297             | 2903,7                  | 544,45              | 169266,45     |
| Слесарь   | 5          | 25,15                    | 18108               | 85        | 15391,8      | 33499,8           | 2679,9                  | 502,5               | 260370        |
| Экскаваторщик   | 1          | 26,58                    | 19137,6             | 85        | 16266,9      | 35404,5           | 2832,3                  | 531,1               | 55034,8       |
| Итого по основному производственному персоналу-1247849,5        |            |                          |                     |           |              |                   |                         |                     |               |
| Вспомогательный персонал  |            |                          |                     |           |              |                   |                         |                     |               |
| Дефектоскопист  | 1          | 22,16                    | 15955,2             | 85        | 13561,9      | 29517,1           | 2361,4                  | 442,7               | 45440,4       |
| Стропальщик   | 4          | 24,13                    | 17373,6             | 85        | 14767,6      | 32141,2           | 2571,3                  | 482,1               | 199848,8      |
| Итого по вспомогательному производственному персоналу - 24529,2 |            |                          |                     |           |              |                   |                         |                     |               |
| Итого по основному и вспомогательному персоналу -               |            |                          |                     |           |              |                   | 1493138,7               |                     |               |

### 4.3 Стоимость затрат на материалы

Таблица 4.4 -Стоимость основных средств, применяемых на объекте за 2 месяца проектирования

| Наименование                                | Кол-во | Стоимость ед., руб | Общая стоимость, руб. | Норма аморти-ии % | Сумма аморти. отчисл., руб. |
|---|--------|--------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------------|
| А/м   | 2      | 2720600            | 5441200               | 0,23              | 1254                        |
| А/м «МАЗ»                                   | 2      | 1639000            | 3278000               | 0,13              | 4261                        |
| А-кран                                      | 1      | 800000             | 800000                | 0,6               | 4800                        |
| Бульдозер                                   | 1      | 2865200            | 2865200               | 0,4               | 11460                       |
| Компьютер                                   | 3      | 50000              | 150000                | 0,16              | 24000                       |
| Погрузчик                                   | 2      | 600000             | 120000                | 0,63              | 7560                        |
| Сварочный аппарат                           | 3      | 133900             | 401700                | 0,25              | 100425                      |
| Геодолит                                    | 2      | 60000              | 120000                | 0,13              | 15600                       |
| Шлефмашинк<br>а                             | 1      | 1652800            | 1652800               | 0,27              | 1204                        |
| Экскаватор                                  | 1      | 2652300            | 2652300               | 0,74              | 19627                       |
| Итого по основным средствам -190191 рублей. |        |                    |                       |                   |                             |

Таблица 4.5 - Основные материалы, необходимые для конструкции резервуара

| Наименование                              | Количество | Стоимость единицы, руб. | Стоимость общая, руб. |
|---|------------|-------------------------|-----------------------|
| Выключатель автоматический АП-50          | 2 шт.      | 5100                    | 10200                 |
| Заглушка Ду250                            | 2 шт.      | 7100                    | 14200                 |
| Заглушка Ду500                            | 1 шт.      | 6100                    | 6100                  |
| Люк-лаз Ду600                             | 1 шт.      | 73900                   | 73900                 |
| Люк-лаз 900х600                           | 1 шт.      | 82400                   | 82400                 |
| ПРП Ду 250                                |            | 21800                   | 21800                 |
| ПРП ДУ 300                                |            | 20400                   | 20400                 |
| Листовая сталь р = 4.0                    | 0,231 т    | 16200                   | 3740                  |
| Итого по основным средствам – 229000 руб. |            |                         |                       |

Таблица 4.6 - Вспомогательные материалы, необходимые для конструкции резервуара

| Наименование   | Количество | Стоимость единицы, руб. | Стоимость общая, руб. |
|--|------------|-------------------------|-----------------------|
| Сварочная проволока 0,8                                      | 23 кг      | 310                     | 7130                  |
| Шлиф круги   | 31 кг      | 950                     | 29450                 |
| Электроды ОК-46  | 54 кг      | 207                     | 11178                 |
| Итого по вспомогательным материалам - 47758 руб.             |            |                         |                       |
| Итого по основным и вспомогательным материалам — 276758 руб. |            |                         |                       |

#### 4.5 Расчет отчислений на социальные нужды

Помимо заработной платы, организация отчисляет налоги в фонд заработной платы. Фонд заработной платы включает начисленные суммы на оплату труда в денежной и натуральной форме за отработанное и неотработанное время, а также доплаты и стимулирующие надбавки, премии, компенсации, связанные с режимом работы и т.д. В 2010 году по действующему законодательству РФ предусматриваются следующие



нормативы отчислений от суммы основной и дополнительной заработной платы:

единый социальный налог;

отчисления в фонд обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Рассчитаем сумму отчислений во внебюджетные фонды:

$$\text{ОВФ} = \text{ЗП} * \frac{\text{ЕСН}}{100} + \text{С}_{\text{НЕСЧ}}/100) \quad (4.2)$$

где ЗП - сумма основной и дополнительной заработной платы инженера-программиста ГПП за время внедрения, руб.;

ЕСН - Единый социальный налог;

С<sub>НЕСЧ</sub> - страховой тариф на обязательное социальное страхование от несчастных случаев и профессиональных заболеваний.

В сумме Единый социальный налог равен 34,0%.

Страховой тариф на обязательное социальное страхование от несчастных случаев и профессиональных заболеваний с 01.01.2006 г. (Разработка программного обеспечения и консультирование в этой области 72.20, Приказ МЗСР от 18.12.06 N 857), класс 1, тариф 20%.  $\text{С}_{\text{месч}} = 0,2\%$ . Данный страховой тариф учитывается в соответствии с правилами отнесения отраслей (подотраслей) экономики к классу профессионального риска. [38]

Подставив исходные данные из таблицы 2.1 в формулу (4.1), получим сумму отчислений на социальные нужды:

$$\text{ОВФ} = 143138,7 * \left( \frac{34}{100} + \frac{0,2}{100} \right) = 77294,9 \text{ руб.}$$

|      |      |          |         |      |   |      |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |   | 74   |

#### 4.4 Составление сметы

Таблица 4.7- Смета затрат на РВС

| Наименование показателя              | Значение   |
|--------------------------------------|------------|
| Амортизационные отчисления, руб.     | 189123     |
| Зарплата, руб.                       | 1493138,7  |
| Затраты на материалы, руб.           | 276758,0   |
| Отчисления на социальные нужды, руб. | 77294,9    |
| Итого                                | 4414631,96 |

Вывод:

По расчетам, на ремонт резервуара было потрачено 2371503,3 руб. со всеми отчислениями и платежами. Ремонт резервуара, который будет эксплуатироваться в соответствии со стандартами 14 лет, достаточно экономичен.

|      |      |          |         |      |   |      |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |   | 75   |

## 5 Социальная ответственность

### 5.1 Введение

Резервуар РВС-2000 м<sup>3</sup> технологический №1 установлен на УПСВ-2 Западно-Полуденного месторождения Западно-Сибирского региона.

Резервуар вертикальный стальной РВС-2000 №1 предназначен для разделения, за счет гравитационного отстоя, водонефтяной эмульсии на воду и нефть, подачи воды на БКНС-11, нефти – в насосную нефть, для дальнейшей откачки на УПН «Малореченского» н.м.р.

УПСВ-2 находится на территории Западно-Полуденного месторождения Западно-Сибирского региона, в целом резко-континентальный и характеризуется продолжительной суровой зимой и сильными повсеместными метелями. Основная часть территории сильно заболочена, влажность воздуха высокая. Вся территория УПСВ-2 находится за ограждением, обозначена предупредительными и запрещающими знаками, на территории УПСВ-2 имеется ливневая канализация, благоустройство и озеленение.

УПСВ-2 имеет в своем составе ряд обезвоживающих и обессоливающих установок, блоки реагентного и металлического хозяйства, станцию насосной перекачки нефти, узлы учета газа и нефти, резервуары вертикальные стальные типа РВС-2000 (2 шт.), технологические трубопроводы установка может эксплуатироваться при температуре окружающего воздуха от -55 °С до +40 °С.

Важнейшей задачей при производстве работ по ремонту резервуара является соблюдение правил и требований производственной и экологической безопасности.

|                   |             |                 |                |             |  |                      |             |               |
|-------------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--|----------------------|-------------|---------------|
|                   |             |                 |                |             | <i>Технология проведения ремонтных работ резервуара вертикального стального типа РВС 2000 м3</i> |                      |             |               |
| <i>Изм.</i>       | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |  |                      |             |               |
| <i>Разраб.</i>    |             | Новосёлов ДЕ    |                |             | <b>Социальная<br/>ответственность</b>  | <i>Лит.</i>          | <i>Лист</i> | <i>Листов</i> |
| <i>Руковод.</i>   |             | Саруев Л.А.     |                |             |  |                      | 76          | 109           |
| <i>Консульт.</i>  |             |                 |                |             |  | <b>ТПУ гр. 32Б3А</b> |             |               |
| <i>Рук-ль ООП</i> |             | Брусник О.В.    |                |             |  |                      |             |               |

## 5.2 Производственная безопасность

Таблица 5.1 - Опасные и вредные факторы при выполнении работ по ремонту РВС-2000

| Источник фактора, наименование видов работ  | Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)   |   | Нормативные документы  |
|---|---|---|--|
|   | Вредные   | Опасные   |  |
| Ремонтные работы<br>1) очистка резервуара;<br>2) подготовка резервуара и оборудования для проведения ремонта;<br>3) Ремонт резервуара;<br>4) Гидравлическое испытание резервуара. | 1.Превышение уровня шума<br>2.Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны<br>3.Повреждение в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися<br>4.Недостаточная освещенность рабочей зоны<br>5.Климатические условия | 1.Электрическая дуга и искры при сварке<br>2. Взрывоопасность и пожароопасность<br>3. Электрический ток | СН 2.2.4/2.1.8.562–96.[13]<br>СП 60.13330.2012.[14]<br><u>ГОСТ 12.1.005-88.</u><br>[15]<br>ГОСТ 12.1.007-76 [16]<br>ГОСТ 12.1.008–76 [17]<br>ГОСТ 12.1.038-82 [18]<br>ГОСТ 12.1.010–76 [19]<br><u>ГОСТ 12.1.035-81</u> [20]<br>СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03[21]<br>СанПиН 2.2.3.1384-03 [22] |

## 5.3 Рассмотрение опасных производственных факторов и аргументация процедур по их устранению

Рассмотрим основные наиболее вероятные вредные производственные факторы на рабочих местах, которые могут иметь место при выполнении данного вида работ.

|      |      |          |         |      |                            |      |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Социальная ответственность | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                            | 77   |

### 5.3.1 Превышение уровня шума

Источником формирования фактора на производстве является работа оборудования, с помощью которого производится ремонт (шлифмашины, насосы и т.д.)

Физико-химическая природа данного фактора заключается в упругих колебаниях материальных частиц и тел, передаваемых жидкой, твердой и газообразной средой.

Таблица 5.2 - Предельно-допустимый уровень шума на рабочем месте

| Предельно допустимые эквивалентные уровни звука, дБА |                                      |                        |                        |
|--|--------------------------------------|------------------------|------------------------|
| Категории напряженности трудового процесса           | Категории тяжести трудового процесса |                        |                        |
|  | легкая и средняя физическая нагрузка | тяжелый труд 1 степени | тяжелый труд 2 степени |
| Напряженность легкой и средней степени               | 80                                   | 75                     | 75                     |
| Напряженный труд 1 степени                           | 70                                   | 65                     | 65                     |
| Напряженный труд 2 степени                           | 60                                   | -                      | -                      |
| Напряженный труд 3 степени                           | 50                                   | -                      | -                      |

<\*> Примечание. Количественную оценку тяжести и напряженности трудового процесса по условиям труда следует проводить в соответствии с действующим документом по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса.

Средства защиты.

Снижение уровня шума в некоторых случаях можно добиться при помощи изменения конструкции машины или изменения технологического процесса.

К коллективным методам защиты относятся:

Изменение направленности шума - специальные устройства в некоторых случаях могут изменить направление шума в противоположную от рабочего места сторону;

Планировка предприятий и помещений – запланированное грамотное расположение помещений с высоким уровнем шума, относительно рабочих мест;

Акустическая обработка – размещение поглотителей звука, а также установка облицовка части внутренних ограждающих поверхностей звукопоглощающими материалами;

Звукоизоляция – Установка специального покрытия либо ограждающих конструкций.

К индивидуальным средствам защиты стоит отнести наушники, шлемы, каски, беруши [13].

### **5.3.2 Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны**

Главным источником формирования данного фактора является скопление вредных и взрывопожароопасных веществ, при работе, связанной с осмотром, чисткой и ремонтом технологического оборудования, а также с установкой и снятием заглушек, что может вызвать отравление парами углеводородов и ожоги при возгорании смеси.

Таблица 5.3 - ПДК некоторых вредных веществ в воздухе рабочей зоны

| Наименование вещества               | Класс опасности | ПДК, мг/м <sup>3</sup> |
|-------------------------------------|-----------------|------------------------|
| Сероводород в смеси с углеводородом | 3               | 3                      |
| Аммиак                              | 4               | 20                     |
| Сернистый ангидрид                  | 3               | 10                     |
| Окись углерода                      | 4               | 20                     |
| Керосин, бензин                     | 4               | 300                    |
| Пары ртути                          | 1               | 0,01                   |

|              |   |    |
|--------------|---|----|
| Окислы азота | 2 | 5  |
| Бензол       | 2 | 5  |
| Сероводород  | 2 | 10 |

**Предельно допустимая концентрация (ПДК)**- концентрация, которая при ежедневной работе (кроме выходных) в течение 8 часов или другой продолжительности, в течение всего рабочего стажа не может вызвать заболеваний или отклонений в составе здоровья.

Два типа предельно допустимых концентраций для загрязненного воздуха:

- максимальная разовая (вводится с целью предупреждения негативных рефлекторных реакций при кратковременном (20-30 мин) и отмечены  $P_{dmax}$  раз);

- среднесуточная (для предотвращения токсических эффектов, называемых ПДК).

Предельно допустимая взрывобезопасная концентрация горючих веществ (ПДВК) - это концентрации взрывоопасных и вредных веществ в воздухе рабочей зоны, выше которых запрещено проведение огневых работ.

ПДВК нефтепродуктов и углеводородов нефти при проведении ремонтных работ резервуара должна быть не более (2,1 г/м<sup>3</sup>).

Средства Защиты.

Основные методы защиты человека от запыленности и загазованности воздушной среды следующие:

- 1) полная автоматизация и робототизация технологических процессов;
- 2) герметизация технологического оборудования;
- 3) устройство систем естественной и искусственной вентиляции;
- 4) снижение содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

К индивидуальным средствам защиты относятся противогазы и респираторы.

|      |      |          |         |      |                            |      |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Социальная ответственность | Лист |
|      |      |          |         |      |                            | 80   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                            |      |

К работам внутри емкостей допускаются физически здоровые люди не моложе 20 лет, перед проведением работ они проходят инструктаж по технике безопасности. Также проведения работ не производится без наличия наряда-допуска на проведение газоопасных работ.

Численность бригады должна составлять не менее 2 человек.

Продолжительность непрерывной работы в резервуаре в противогазе не должна превышать 15 минут; по истечении этого времени работник должен отдыхать на свежем воздухе не менее 15 мин. [14].

### **5.3.3 Повреждение в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися**

Источником формирования данного факторы является контакт человека с агрессивными представителями животного мира (медведи, змеи и т.д.).

Известны случаи, когда встреча человека с медведем заканчивалась трагедией с фатальным исходом.

При обнаружении признаков присутствия медведя (визуальное обнаружение, звуки медвежьего рёва) или его следов с пятнами крови следует немедленно остановить работы и эвакуировать работников в безопасное место. О случившемся немедленно доложить по радиосвязи начальнику смены, либо непосредственному начальнику, для получения дальнейших указаний.

При визуальном обнаружении медведя следует определить расстояние до него (визуально), определить направление движения зверя, оценить его поведение, без паники предпринять меры по предупреждению других работников данного участка работ или промплощадки.

Не следует пытаться разглядывать, фотографировать медведя, привлекать его внимание, тем более преследовать, поскольку поведение напуганного зверя непредсказуемо и опасно.

|      |      |          |         |      |                            |      |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Социальная ответственность | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                            | 81   |



Безопасным расстоянием между медведем и человеком считается расстояние в 70 - 80 метров, опасным - расстояние 30 -50 метров, крайне опасным - расстояние в 10 и менее метров.

После получения сообщения об обнаружении медведя, признаков его присутствия или его следов с пятнами крови начальник смены или начальник 43 цеха должен сообщить об данной нештатной ситуации начальнику Отдела безопасности для принятия решения о привлечении специалиста Отдела организации охотничьего надзора Управления Россельхознадзора по Томской области с целью оценки опасности данной ситуации на месте и принятия решения об вынужденном отстреле медведя в случае необходимости[17].

#### **5.3.4 Недостаточная освещенность рабочей зоны.**

Источником возникновения фактора является недостаточное количество и несоответствующее качество осветительных приборов, а также неправильная их установка.

Согласно требованиям СНиП II -106—79 минимальное освещение в резервуарном парке должно быть:

- для парка в целом-не менее 5 Лк;
- в области измерения уровня масла в резервуаре и управления клапанами в резервуарном парке - 10 Люкс;
- лестницы и зоны обслуживания - 10 Люкс;
- в местах установки контрольно-измерительных приборов (комбинированное освещение с переносными светильниками) - 30 Лк;
- на вспомогательных проходах-0,5 Люкс;
- на основных переходах 1-3 Люкс.

Освещение рабочих мест внутри резервуаров производится переносными лампами или фонарями напряжением не более 12 недель.

Фонари фонарей должны быть фабричного производства и специально разработаны для этих целей.

|      |      |          |         |      |                            |      |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Социальная ответственность | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                            | 82   |

Включение и выключение переносных ламп допускается только за пределами цистерны [20].

### 5.3.5 Климатические условия

Согласно данным, приведенным в таблице 1, взятых из источника [10], климат Тюменской области Нижневартовского района является резко-континентальным и характеризуется продолжительной суровой зимой и сильными повсеместными метелями. Основная часть территории сильно заболочена, влажность воздуха высокая.

Таблица 5.4 - Краткая климатическая характеристика

| Температура наружного воздуха |                            |  |                         |  | Район по скоростному напору ветра          | Район по толщине стенки гололёда              |
|-------------------------------|----------------------------|--|-------------------------|--|--|---|
| среднегодовая (– минус), °С   | абсолютная минимальная, °С | среднегодовая температура воздуха в январе, °С | абсолютный максимум, °С | Среднегодовая температура воздуха в июле, °С |  |   |
| Минус 3,1÷плюс 1,0            | Минус 55                   | Минус 22                                       | Плюс 34                 | Плюс 16,9                                    | II (давление ветра 30 кгс/м <sup>2</sup> ) | II (нормативная толщина стенки гололёда 5 мм) |

Так как резервуар может быть капитально отремонтирован как в теплое время года, так и в холодное, мы рассмотрим требования к организации работ на открытой площадке зимой и летом.

Работы в охлаждающей среде проводятся при соблюдении требований к мерам защиты работников от охлаждения. Лица, начинающие работать на холоде, должны быть проинформированы о его воздействии на организм и мерах по предотвращению охлаждения.

Для отопления и отдыха работников в зоне производства строительного-монтажных работ устанавливаются специально оборудованные передвижные вагоны-дома или другие помещения контейнерного типа. Отопительные помещения должны располагаться на расстоянии не более 75 м от наиболее удаленных рабочих мест.

Температура в отапливаемых помещениях должна поддерживаться на уровне  $25 \pm 1$  °С, В зависимости от эквивалентной температуры в открытой местности, скорость воздуха не должна превышать 0,3 м/с, относительная влажность 40-60%. При этом перепад температур по вертикали не должен превышать 5°С, а температура поверхности стенок опускается ниже +20°С. при эквивалентной температуре минус 25°С нагревание следует проводить при температуре воздуха в помещении плюс 24-25° С. При эквивалентной температуре ниже минус 25° С в помещении следует поддерживать температуру плюс 25—26° С.

Работы в условиях нагревающего микроклимата следует проводить при соблюдении мер профилактики перегревания. Во избежание перегрева работников при температуре выше допустимой, время нахождения на этих рабочих местах должно быть ограничено значениями, указанными в таблице 5.5.

|      |      |          |         |      |                            |      |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Социальная ответственность | Лист |
|      |      |          |         |      |                            | 84   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                            |      |

Таблица 5.5 – Оптимальное время пребывания на рабочих местах при температуре воздуха выше допустимых величин [22]

| Температура воздуха на рабочем месте, °С | Время пребывания, не более при категориях работ, ч |           |     |
|--|--|-----------|-----|
|  | Ia – Ib  | IIa – IIб | III |
| 32,5                                     | 1  | -         | -   |
| 32,0                                     | 2  | -         | -   |
| 31,5                                     | 2,5  | 1         | -   |
| 31,0                                     | 3  | 2         | -   |
| 30,5                                     | 4  | 2,5       | -   |
| 30,0                                     | 5  | 3         | 2   |
| 29,5                                     | 5,5  | 4         | 2,5 |
| 29,0                                     | 5  | 5         | 3   |
| 28,5                                     | 7  | 5,5       | 4   |
| 28,0                                     | 8  | 6         | 5   |
| 27,5                                     | -  | 7         | 5,5 |
| 27,0                                     | -  | 8         | 6   |
| 26,5                                     | -  | -         | 7   |
| 26,0                                     | -  | -         | 8   |

Время непрерывного пребывания на рабочем месте, указанное в табл. 5.5, для лиц, не адаптированных к микроклимату отапливание (вновь принятых, временно прервал работу из-за отпуска, болезни и т. д.), сокращается на 5 минут, а Продолжительность отдыха увеличивается на 5 минут [22].

#### 5.4 Исследование небезопасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Рассмотрим основные наиболее вероятные опасные производственные факторы на рабочих местах, которые могут иметь место при выполнении данного вида работ.

### 5.4.1 Электрическая дуга и искры при сварке

На установке подготовки нефти возможно проведение огневых работ, в частности работа болгаркой и сварочным агрегатом.

Основными источниками пожарной опасности при сварке, осуществляемой электрической дугой, являются: дуговое пламя, искры раскаленного металла, недоиспользуемые электроды, электрические дуги и искры, короткие замыкания и другие неисправности в электрооборудовании.

Пламя электрической дуги имеет температуру 3000-4000 °с и поэтому может воспламенить любое горючее вещество не только при прямом прикосновении 45, но и на некотором расстоянии. Горячие металлические частицы (искры), образующиеся в процессе сварки, могут распространяться на расстояние 4-6 м.

При неисправности электрооборудования может произойти воспламенение электрической изоляции оборудования, а также соприкасающихся с ним предметов.

Пожарную опасность при сварочных работах можно снизить правильной организацией рабочего места.

Основные требования пожарной безопасности при сварочных работах следующие:

-сгораемые предметы необходимо удалять от места ручной сварки не менее чем на 5 м;

-машины для точечной, шовной, роликовой и стыковой сварки следует устанавливать только в помещениях, где не производится пожароопасных операций.

При этом сварочные машины удаляют от сгораемых предметов на расстояние не менее 4 м; при стыковой сварке деталей сечением более 50 мм<sup>2</sup> – не менее 6 м.

|      |      |          |         |      |                            |      |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Социальная ответственность | Лист |
|      |      |          |         |      |                            | 86   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                            |      |

При невозможности удаления сварочных машин на указанные выше расстояния место сварки отгораживают металлическими или асбестовыми листами [20].

#### 5.4.2 Электрический ток

Электрический ток-это упорядоченное движение электрических зарядов. Ток в секции цепи прямо пропорционален разности потенциалов (т. е. напряжению на концах секции) и обратно пропорционален сопротивлению секции цепи.

Действие электрического тока на организм характеризуется основными поражающими факторами:

1) удар током, стимулируя мышцы тела, вводя к отказу захватов, дыхательных и сердца;

2) электрические ожоги, возникающие в результате тепловыделения при протекании тока через организм человека. В зависимости от параметров электрической цепи и состояния человека может появиться покраснение кожи, ожог с образованием;

3) пузырей или обугливанием тканей; когда металл плавится, кожа металлизированная с проникновением куски металла.

Средства защиты от статического электричества.

Постоянное электростатическое поле (ЭСП) - это поле стационарных зарядов, которое осуществляет взаимодействие между ними.

Возникновение зарядов статического электричества происходит при деформации, дроблении (распылении) веществ, относительном движении двух тел в контакте, слоев жидкости и сыпучих материалов, при интенсивном перемешивании, кристаллизации, а также за счет индукции.

Наиболее распространенными методами защиты от электрического тока считается:

|      |      |          |         |      |                            |      |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Социальная ответственность | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                            | 87   |

1) заземлением металлических и электропроводных элементов оборудования;

2) увеличение поверхностной и объемной проводимости диэлектриков;

3) установкой нейтрализаторов статического электричества.

Заземление осуществляется независимо от применения других способов защиты [18].

### **5.4.3 Взрывоопасность и пожаробезопасность**

Как известно, источник возгорания необходим для возникновения пожара или взрыва. Наиболее распространенными являются источники электрического происхождения. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) регламентируют требования к выбору электрооборудования с учетом степени взрыва, в свою очередь, характеризуется взрыво-и пожароопасных зонах.

Взрывоопасные зоны делятся на шесть классов:

Взрывоопасная зона класса 0-пространство, в котором газопаровая взрывоопасная среда присутствует постоянно или в течение длительного времени.

Взрывоопасная зона класса 1-это пространство, в котором во время нормальной работы может образовываться газопаровая взрывоопасная среда.

Взрывоопасная зона класса 2-это пространство, в котором газо-паровая взрывоопасная среда не может быть сформирована при нормальной эксплуатации, а только ненадолго в результате аварийной ситуации.

Опасная зона класс 3 - пространство в помещении, которое обозначено как опасная зона класса 2, но отличается одной или несколькими из следующих особенностей:

- горючие газы имеют значение нижнего предела концентрации распространения пламени 15% от объема и выше и имеют резкий запах (например, с содержанием аммиака);

|      |      |          |         |      |                            |      |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Социальная ответственность | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                            | 88   |

- горючие газы и легковоспламеняющиеся жидкости имеются в наличии в таких количествах, что при их воспламенении и сжигании расчетное избыточное давление не будет превышать 5 кПа.

Средства защиты.

Для предотвращения взрыва необходимо исключить:

- образование взрывоопасных атмосфер;
- возникновение источника инициирования взрыва.

Взрывоопасная среда может образоваться:

- смесь веществ (газов, паров, пыли) с воздухом и другими окислителями (кислород, Озон, хлор, оксиды азота и др.);
- вещества, склонные к взрывному превращению (ацетилен, Озон, гидразин и др.).

Источником взрыва является:

- открытое пламя, горящие и горячие тела;
- электрический разряд;
- тепловые проявления химических реакций и механических воздействий;
- искры от удара и трения;
- ударная волна;
- электромагнитное и другое излучение.

Предотвращение образования взрывоопасной среды и обеспечение в воздухе производственных помещений, горных выработок и др. содержание взрывоопасных веществ, не превышающего нижнего концентрационного предела воспламенения с учетом коэффициента безопасности, должно быть достигнуто:

- применение герметичного производственного оборудования;
- применение рабочей и аварийной вентиляции;
- удаление, удаление взрывоопасной среды и веществ, которые могут привести к ее образованию;

|      |      |          |         |      |                            |      |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Социальная ответственность | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                            | 89   |



контроль состава воздуха и отложений взрывоопасной пыли.

Необходимо обеспечить предотвращение образования взрывоопасной среды внутри технологического оборудования:

- герметизация технологического оборудования;
- поддержание состава и параметров среды вне области их воспламенения ;
- использование ингибирующих (реактивных) и инертных (инертных) добавок;
- конструктивные и технологические решения, принятые при проектировании производственного оборудования и процессов.

Должно быть обеспечено предотвращение возникновения источника инициирования взрыва :

- регламентация огневых работ;
- предотвращение нагрева оборудования до температуры самовоспламенения взрывоопасной среды;
- применение средств снижения давления в фронте ударной волны;
- использование материалов, не создающих искр при ударе, способных инициировать взрыв взрывоопасной среды;
- применение средств защиты от атмосферного и статического электричества, блуждающих токов, токов замыкания на землю и т. д.;
- применение взрывозащищенного оборудования;
- применение быстродействующих средств защитного отключения возможных электрических источников инициирования взрыва;
- ограничение мощности электромагнитного и другого излучения;
- устранением опасных тепловых проявлений химических реакций и механических воздействий [19].

|      |      |          |         |      |                            |      |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Социальная ответственность | Лист |
|      |      |          |         |      |                            | 90   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                            |      |

## 5.5 Экологическая безопасность

Природоохранные мероприятия должны обеспечить возможность сохранения существующего до реконструкции и потенциально достижимого в ходе реконструкции:

- уровень загрязнения природной среды;
- локализацию и уменьшение активности опасных природных процессов. [23,24]

Учитывать влияние вредных факторов на окружающую среду и природоохранные мероприятия при реконструкции резервуары на УПСВ в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Вредное воздействие на окружающую среду и природоохранные мероприятия при реконструкции.

| Природные ресурсы и компоненты | Вредные воздействия                        | Природоохранные мероприятия  |
|--------------------------------|--|--|
| Почва                          | Засорение почвы производственными отходами | Приказом на предприятие назначается лицо, ответственное за сбор, временное хранение и организацию своевременного вывоза отходов, образовавшихся в результате работы.<br>На участке должен проводиться постоянный мониторинг состояния рабочих емкостей и контейнеров с отходами. Места временного хранения и накопления отходов должны соответствовать требованиям безопасности, санитарно-гигиеническим нормам и инструкциям выше.<br>Места сбора и хранения должны быть оборудованы углекислотными огнетушителями, ящиками с песком, лопатой, войлоком, кошкой или асбестомпредотвращение. |
| Воздушный бассейн              | Выбросы пыли и токсичных газов             | Поддержание всего транспортного парка в исправном состоянии, осуществление постоянного контроля на соответствие требованиям нормативов уровня выбросов в атмосферу оксидов азота и окиси углерода в составе выхлопных газов и регулировка двигателей.  |

Продолжение таблицы 5.6

|                       |   |   |
|-----------------------|---|---|
| Вода и водные ресурсы | Загрязнение промышленными стоками<br>Загрязнение бытовыми стоками | Подготовка промышленных стоков и дальнейшее использование в системе ППД<br>Созданы очистные сооружения для бытовых стоков (канализационные устройства, септики) |
|-----------------------|---|---|

В целях минимизации и предотвращения вредного антропогенного воздействия должны быть выполнены: инструкции обслуживающего персонала по соблюдению норм и правил экологической и пожарной безопасности, требований санитарно-эпидемиологической службы, ознакомление со специальным режимом деятельности в водоохраных и санитарно-защитных зонах водотоков и водозаборов [23].

**5.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Для этого района характерны чрезвычайные природные ситуации: паводковые паводки; лесные и торфяные пожары; ураганы; сильные морозы (ниже -40 ° С); метели и снежные заносы и техногенные: пожары; взрывы паровоздушных смесей; отключения электроэнергии, возможные сбои и неисправности на объектах ЦДХ.

При разработке мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций предусмотрены:

проведение инженерных изысканий с целью оценки частоты и интенсивности проявлений опасных природных процессов, категории их опасности;

меры по инженерной защите территории, зданий и т. д. из опасных геологических процессов, затопления и подтопления, ветровой и снеговой нагрузок, природных пожаров и т. д.;

меры молниезащиты;

создание системы мониторинга опасных природных процессов и оповещения о ЧС природного характера;

|      |      |          |         |      |                            |      |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Социальная ответственность | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                            | 92   |

оповещение населения об опасности, информирование о порядке действий в текущих аварийных условиях;

Инженерная защита населения и территорий;

соблюдение обслуживающим персоналом правил эксплуатации оборудования;

совершенствование противопожарной защиты и контроль системы пожарной безопасности;

своевременное техническое обслуживание машин и оборудования;

обучение населения в области гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций и другим. [25]

### **5.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

В области охраны труда и безопасности жизнедеятельности трудовая деятельность регулируется следующими правовыми, нормативными правовыми актами, нормативными правовыми актами в области охраны труда и отраслевыми документами:

|      |      |          |         |      |                            |      |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Социальная ответственность | Лист |
|      |      |          |         |      |                            | 93   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                            |      |

Таблица 5.7 – Нормативно-правовые акты

| №, дата  | Наименование нормативного акта   |
|--|--|
| Закон № 181-ФЗ от 17.07.1999 г. (с изменениями от 20 мая 2002 г., 10 января 2003 г., 9 мая 2005 г.)  | Об основах охраны труда в Российской Федерации                               |
| Федеральный закон 116-ФЗ от 21.07.1997 г. с изменениями от 7.08.2000 г.  | О промышленной безопасности опасных производственных объектов                |
| № 197-ФЗ (с изменениями и дополнениями, вступление в силу с 13.04.2014)  | Трудовой кодекс  |
| ПБ 08-624-03   | Правила безопасности в нефтегазовой отрасли                                  |
|  | Инструкции по безопасности предприятия                                       |
| МЧС, Госгортехнадзор № 222/59 от 4.04.1996 г.  | Порядок разработки деклараций промышленной безопасности Российской Федерации |
| ГОСТ 12.0001-82 ССБТ   | Система стандартов безопасности труда  |
| ОСТ 51.81.82   | Охрана труда в газовой промышленности  |
| 21/2.11.567-96 от 31.10.1996 г.  | Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий                     |
| Закон №Б9-ФЗ, принятый 21.12.1994 г (с дополнениями и изменениями от 22.08.1995 г, от 18.04.1996 г, от 2.01.1998 г, от 11.2000 г, от 27.12.2000 г) | О пожарной безопасности  |
| NBT-201-96, 01.03.1992 г.  | Пожарная охрана предприятий. Общие требования                                |
| ППБ-01-93. МВД 14.12.1993, дополнения к ним от 25.07.1995 г.   | Правила пожарной безопасности Российской Федерации                           |

## Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были выбраны и подробно рассмотрены методы ремонта частей конструкции и оборудования резервуара. Для выбранного резервуара был произведен расчет номинальных значений толщин стенок поясов.

На основании полученных данных была проведена проверка условия прочности для каждого пояса резервуара, в результате чего был сделан вывод о том, что прочность резервуара обеспечена.

Также резервуар, находящийся в заданных климатических условиях, был проверен на устойчивость от постоянных и кратковременных нагрузок. Выбранная конструкция выдерживает нагрузки и является устойчивой.

Было выбрано оборудование для ремонта данного резервуара.

Исходя из требований по охране труда, промышленной безопасности, охране окружающей среды, пожарной безопасности при эксплуатации резервуаров можно сделать выводы об экологических аспектах ремонта резервуаров.

Почти каждый из существующих РВС представляет высокий риск для персонала и окружающей среды.

Аварии крупных стальных резервуаров, сопровождающиеся разливом огромного количества жидкости, могут привести к катастрофическим последствиям с человеческими жертвами, нарушениям нормальной эксплуатации, а также значительному загрязнению окружающей среды.

Поэтому резервуары являются чрезвычайно ответственными объектами, обеспечение их высокой надежности при проектировании и строительстве и в условиях безаварийной эксплуатации является актуальной задачей, решение которой имеет большое экономическое значение.

|            |      |              |         |      |   |      |      |        |
|------------|------|--------------|---------|------|---|------|------|--------|
|            |      |              |         |      | Технология проведения ремонтных работ резервуара вертикального стального типа РВС 2000 м3 |      |      |        |
| Изм.       | Лист | № докум.     | Подпись | Дата |   |      |      |        |
| Разраб.    |      | Новосёлов ДЕ |         |      | Заключение  | Лит. | Лист | Листов |
| Руковод.   |      | Саруев Л.А.  |         |      |   |      | 95   | 109    |
| Консульт.  |      |              |         |      |   |      |      |        |
| Рук-ль ООП |      | Брусник О.В. |         |      |   |      |      |        |
|            |      |              |         |      | ТПУ гр. 32Б3А   |      |      |        |

## Список используемой литературы

1. Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело»: [Электронный ресурс]. URL: <https://neftegaz.ru/science/view/1342>. (Дата обращения 20.04.2018).
2. Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело»: [Электронный ресурс]. URL: <https://neftegaz.ru/science/view/1245>. (Дата обращения 20.04.2018).
3. Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело»: [Электронный ресурс]. URL: <https://neftegaz.ru/science/view/1354>. (Дата обращения 20.04.2018).
4. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*ГОСТ 32569-2013 Трубопроводы технологические стальные. Требования к устройству и эксплуатации на взрывопожароопасных и химически опасных производствах
5. ГОСТ 31385-2016 Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия.
6. Трубопроводный транспорт нефти/С.М. Вайншток, Т77 В.В. Новосёлов, А.Д. Проходов, А.М. Шамазов и др.; Под ред. С.М. Вайнштока: Учеб. для вузов: В 2 т. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2004. – Т.2. – 621с.:ил.
7. Нехаев Г.А. Проектирование и расчет стальных цилиндрических резервуаров и газгольдеров низкого давления. - Изд. АСВ, 2005. -216.
8. Андреев А.Ф. Основы экономики и организации нефтегазового производства: учебник — Москва: Академия, 2014.
9. РД-16.01-60.30.00-КТН-062-1-05 «Руководство по ремонту железобетонных и стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти объемом 1000-50000куб. м» разработан Государственным унитарным предприятием «Институт проблем транспорта энергоресурсов» (ГУП «ИПТЭР») по договору № 19-1-02-147/15 от 02.04.2002 г. с ОАО «АК «Транснефть»

|                   |             |                 |                |             |  |                      |             |               |
|-------------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--|----------------------|-------------|---------------|
|                   |             |                 |                |             | <i>Технология проведения ремонтных работ резервуара вертикального стального типа РВС 2000 м3</i> |                      |             |               |
| <i>Изм.</i>       | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |  |                      |             |               |
| <i>Разраб.</i>    |             | Новосёлов ДЕ    |                |             | <b>Список используемой литературы</b>  | <i>Лит.</i>          | <i>Лист</i> | <i>Листов</i> |
| <i>Руковод.</i>   |             | Саруев Л.А.     |                |             |  |                      | 96          | 109           |
| <i>Консульт.</i>  |             |                 |                |             |  | <b>ТПУ гр. 32Б3А</b> |             |               |
| <i>Рук-ль ООП</i> |             | Брусник О.В.    |                |             |  |                      |             |               |

10. РД 16.01-60.30.00-КТН-026-1-04 «Нормы проектирования стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти объемом 1 000 - 50 000 куб. м».

11. Аварии и надежность стальных резервуаров. / Розенштейн И.М. – М.: Недра, 1995. – 253с.

12. СНиП 2.01.07-85\* Актуализированная редакция. Нагрузки и воздействия. - М.: ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя СССР, 1988. -101 с.

13. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.

14. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.

15. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

16. ГОСТ 12.1.007–76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

17. ГОСТ 12.1.008-76 ССБТ. Биологическая безопасность. Общие требования

18. ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.

19. ГОСТ 12.1.010–76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.

20. ГОСТ 12.1.035-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование для дуговой и контактной электросварки. Допустимые уровни шума и методы измерений

21. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий.

22. СанПиН 2.2.3.1384-03 «Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ»

|      |      |          |         |      |                                |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Список используемой литературы | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                | 97   |



23. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»

24. ГОСТ 17.1.3.13-86 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения».

25. ГОСТ Р 22.0.02-2016 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения».

26. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий.

27. СанПиН 2.2.3.1384-03 «Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ»

28. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»

29. ГОСТ 17.1.3.13-86 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения».

30. ГОСТ Р 22.0.02-2016 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения».

31. ГОСТ Р 22.0.07-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

32. ГОСТ 12.1.019 – 79 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

33. ПЗ-05 И-0014 ЮЛ-098 версия 1.05 Инструкция ОАО «Томскнефть» ВНК «Организация безопасного проведения газоопасных работ».

34. ПЗ-05 И-75484 ЮЛ-098 ВЕРСИЯ 2.03 Инструкция ОАО «Томскнефть» ВНК «Организация безопасного проведения огневых работ на объектах».

35. ПЗ-05 С-0103 ЮЛ-098 ВЕРСИЯ 4.02 Стандарт ОАО «Томскнефть» ВНК «Порядок организации работ повышенной опасности».

36. ПБ 03 - 605 - 03. Правила устройства вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов. - М.; ГУП «Научно-

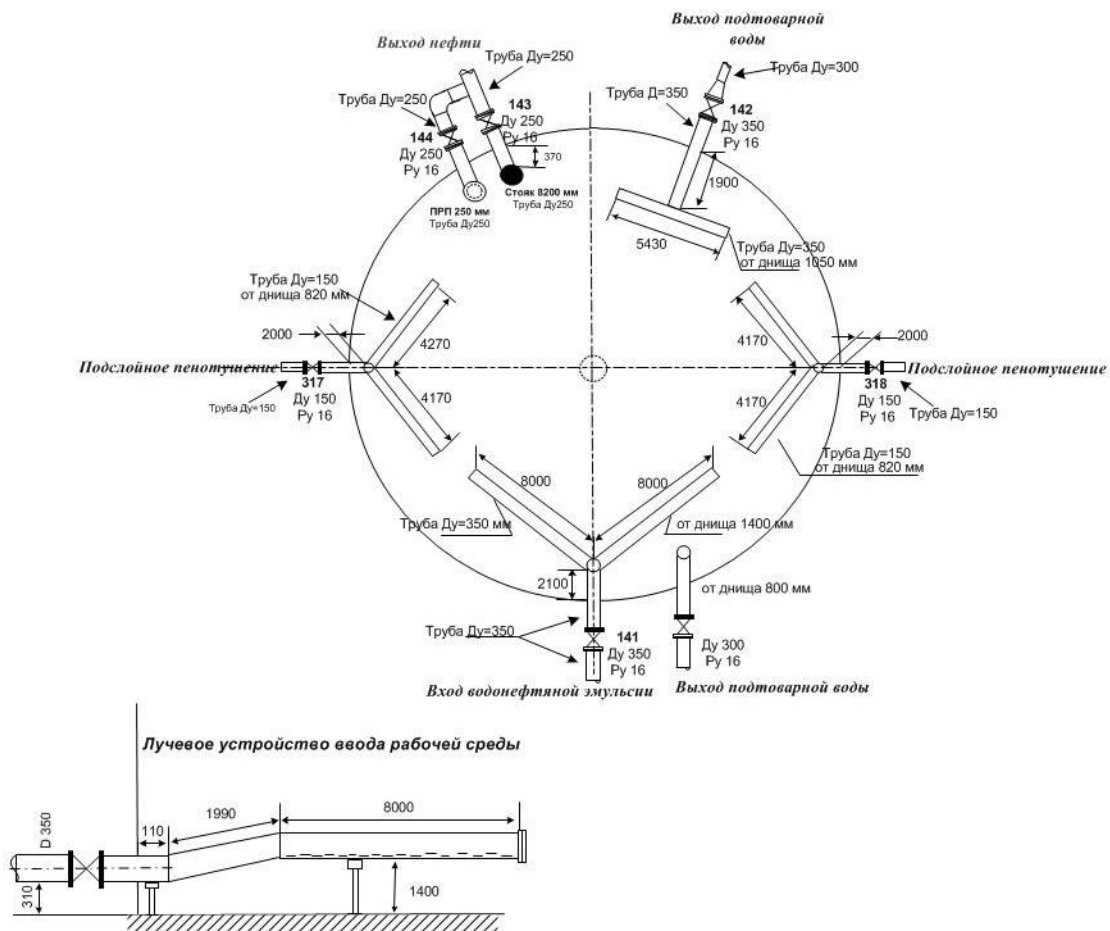
|      |      |          |         |      |                                |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Список используемой литературы | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                | 98   |

технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2003. -76 с.

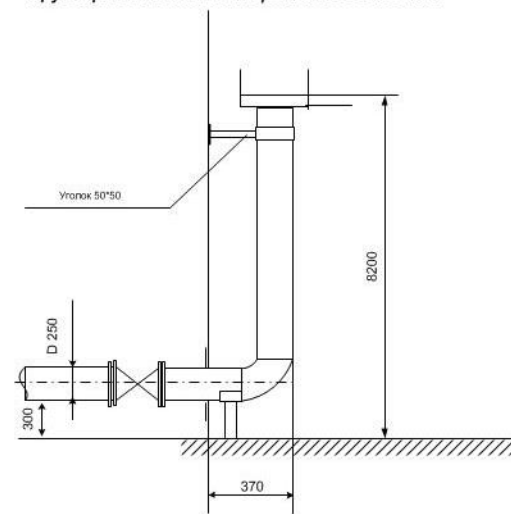
37. Шухов В.Г. Строительная механика. Избранные труды; пол.ред. А.Ю.Ишлинского/ В.Г.Шухов. - М.:Наука, 1977. -192 с.

|             |             |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <i>Список используемой литературы</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       | 99          |

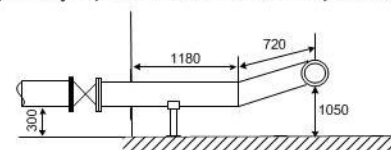
## Приложение А «Схема внутренних устройств РВС-2000 № 1»



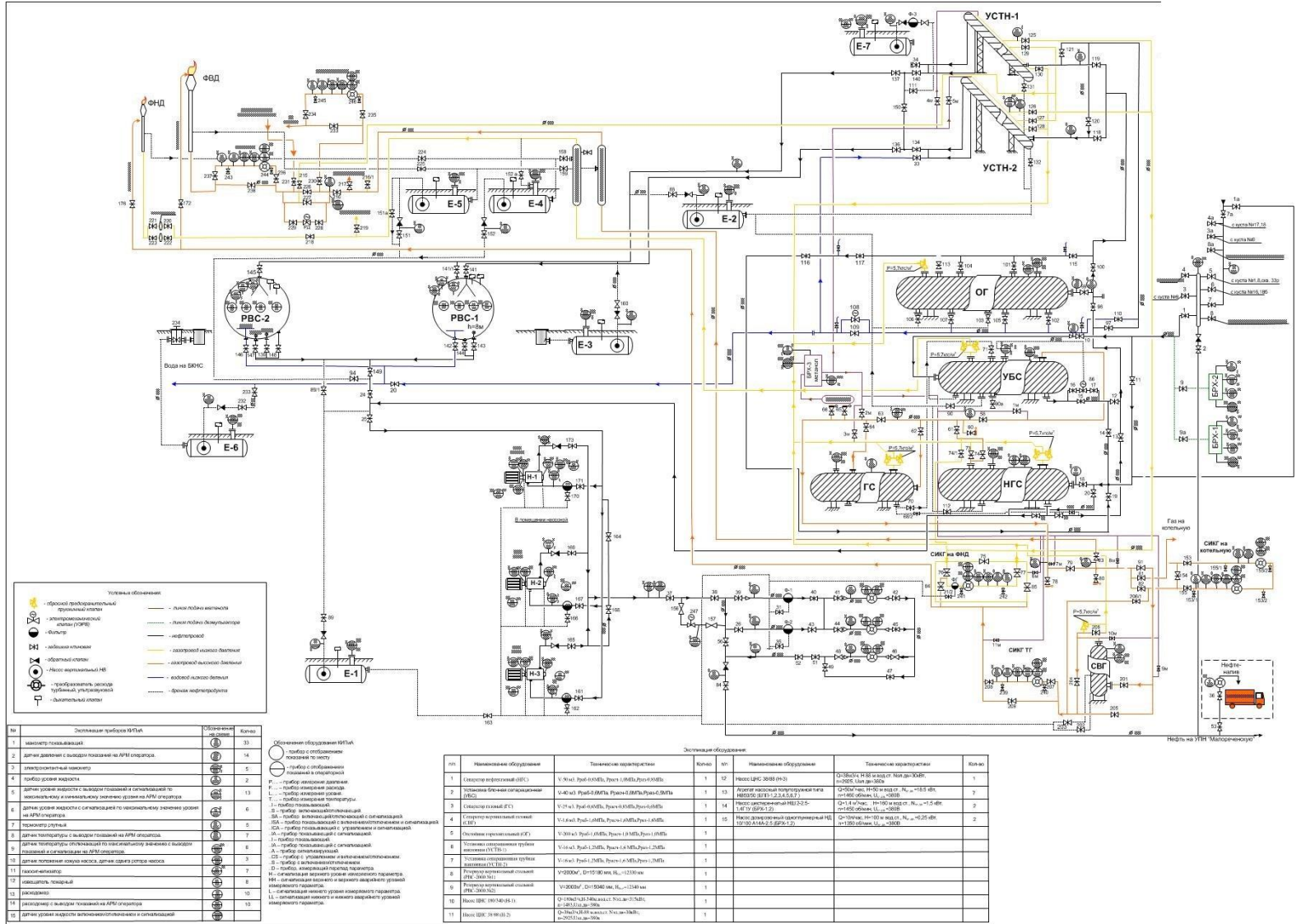
**Нефтезаборный стояк трубопровода откачки нефти из РВС-2000 №1**



**Лучевое устройство вывода подтоварной воды**



# Приложение Б «Технологическая схема УПСВ-2»



**Обозначения**

| №  | Обозначение                                    | Код |
|----|--|-----|
| 1  | насосы   | 33  |
| 2  | запорный клапан                                | 34  |
| 3  | регулирующий клапан                            | 35  |
| 4  | запорная арматура                              | 36  |
| 5  | запорная арматура                              | 37  |
| 6  | датчик уровня жидкости с выходом сигнала в АСУ | 13  |
| 7  | термометр                                      | 5   |
| 8  | датчик температуры с выходом сигнала в АСУ     | 7   |
| 9  | датчик температуры с выходом сигнала в АСУ     | 8   |
| 10 | датчик температуры с выходом сигнала в АСУ     | 9   |
| 11 | датчик температуры с выходом сигнала в АСУ     | 10  |
| 12 | датчик температуры с выходом сигнала в АСУ     | 11  |
| 13 | датчик температуры с выходом сигнала в АСУ     | 12  |
| 14 | датчик температуры с выходом сигнала в АСУ     | 13  |
| 15 | датчик температуры с выходом сигнала в АСУ     | 14  |

**Обозначения**

|  |   |
|--|---|
|  | — оборудование с панелью управления   |
|  | — оборудование с панелью управления и баком                                     |
|  | — оборудование с панелью управления, баком и клапаном                           |
|  | — оборудование с панелью управления, баком, клапаном и баком                    |
|  | — оборудование с панелью управления, баком, клапаном и баком с клапаном         |
|  | — оборудование с панелью управления, баком, клапаном и баком с клапаном и баком |

**Обозначения**

| №  | Наименование оборудования        | Технические характеристики                      | Кол-во | №  | Наименование оборудования                  | Технические характеристики                            | Кол-во |
|----|----------------------------------|---|--------|----|--|---|--------|
| 1  | Консоль операторская (АСУ)       | У 4000, Раб. 10 МВт, Уров. 1 (МВт), Раб. 10 МВт | 1      | 12 | Насос СВГ 3000 (НС)                        | ОД=300 мм, Н=30 м, Q=10 м³/ч, N=30 кВт, n=2900 об/мин | 1      |
| 2  | Установка Флеш-определения (АСУ) | У 4000, Раб. 10 МВт, Уров. 1 (МВт), Раб. 10 МВт | 1      | 13 | Агрегат насосный теплоутилизационный (АСУ) | ОД=300 мм, Н=30 м, Q=10 м³/ч, N=30 кВт, n=2900 об/мин | 2      |
| 3  | Консоль операторская (АСУ)       | У 4000, Раб. 10 МВт, Уров. 1 (МВт), Раб. 10 МВт | 1      | 14 | Насос распределительный (НС)               | ОД=150 мм, Н=10 м, Q=10 м³/ч, N=10 кВт, n=2900 об/мин | 7      |
| 4  | Установка турбинная (АСУ)        | У 4000, Раб. 10 МВт, Уров. 1 (МВт), Раб. 10 МВт | 1      | 15 | Насос распределительный (НС)               | ОД=150 мм, Н=10 м, Q=10 м³/ч, N=10 кВт, n=2900 об/мин | 2      |
| 5  | Установка турбинная (АСУ)        | У 4000, Раб. 10 МВт, Уров. 1 (МВт), Раб. 10 МВт | 1      | 16 | Насос распределительный (НС)               | ОД=150 мм, Н=10 м, Q=10 м³/ч, N=10 кВт, n=2900 об/мин | 2      |
| 6  | Установка турбинная (АСУ)        | У 4000, Раб. 10 МВт, Уров. 1 (МВт), Раб. 10 МВт | 1      | 17 | Установка теплоутилизационная (АСУ)        | У 4000, Раб. 10 МВт, Уров. 1 (МВт), Раб. 10 МВт       | 1      |
| 7  | Установка турбинная (АСУ)        | У 4000, Раб. 10 МВт, Уров. 1 (МВт), Раб. 10 МВт | 1      | 18 | Установка теплоутилизационная (АСУ)        | У 4000, Раб. 10 МВт, Уров. 1 (МВт), Раб. 10 МВт       | 1      |
| 8  | Установка турбинная (АСУ)        | У 4000, Раб. 10 МВт, Уров. 1 (МВт), Раб. 10 МВт | 1      | 19 | Установка турбинная (АСУ)                  | У 4000, Раб. 10 МВт, Уров. 1 (МВт), Раб. 10 МВт       | 1      |
| 9  | Установка турбинная (АСУ)        | У 4000, Раб. 10 МВт, Уров. 1 (МВт), Раб. 10 МВт | 1      | 20 | Установка турбинная (АСУ)                  | У 4000, Раб. 10 МВт, Уров. 1 (МВт), Раб. 10 МВт       | 1      |
| 10 | Установка турбинная (АСУ)        | У 4000, Раб. 10 МВт, Уров. 1 (МВт), Раб. 10 МВт | 1      | 21 | Установка турбинная (АСУ)                  | У 4000, Раб. 10 МВт, Уров. 1 (МВт), Раб. 10 МВт       | 1      |
| 11 | Установка турбинная (АСУ)        | У 4000, Раб. 10 МВт, Уров. 1 (МВт), Раб. 10 МВт | 1      | 22 | Установка турбинная (АСУ)                  | У 4000, Раб. 10 МВт, Уров. 1 (МВт), Раб. 10 МВт       | 1      |

**Приложение В «Ведомость дефектов»**

**ВЕДОМОСТЬ ДЕФЕКТОВ №1911/ВД**

| <b>Обнаруженные дефекты</b>   | <b>Рекомендации по устранению</b>   |
|---|---|
| 1. На внутренней поверхности патрубка «В» Ду-250 стенки резервуара, имеются язвенные коррозии глубиной до 4 мм (см.схему);                | Выполнить замену всех патрубков 1 пояса стенки  |
| 2. На внутренней поверхности патрубка лук-лаза «Г» Ду-600 стенки резервуара, имеются язвенные коррозии глубиной до 8 мм (см.схему);       |   |
| 3. На патрубке «Ж» Ду-300 стенки резервуара, имеется сквозное отверстие по шву воротника и язвенные коррозии глубиной до 5 мм (см.схему); |   |
| 4. На патрубке люк-лаза «З» 900х600, стенки резервуара, имеется сквозное отверстие (см.схему);  |   |
| 5. На втором поясе между 8 и 1 сварным вертикальным швом имеется подрез сварного шва, глубиной до 2 мм;                                   | Устранить, привести в соответствие с РД 08-95-95, выполнить ремонт днища  |
| 6. На днище имеется язвенная коррозия глубиной до 1,2мм, (см.схему);  |   |
| 7. Шахтная лестница прикреплена к стенке резервуара посредством сварки, не болтовым соединением;  | Устранить, привести в соответствие с «Руководством по безопасности вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов» |