

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки)

Управление промышленной безопасностью, охраной труда и окружающей  
среды в нефтегазовом и химическом комплексах

(направленность (профиль))

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему Совершенствование мер безопасности при проведении капитального  
ремонта стального резервуара на площадочных объектах ООО «Инжгеоком».

Студент

Ю.А. Адельгареева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный  
руководитель

д.т.н., профессор, Н.Г. Яговкин

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2021

## Содержание

Введение.....	3
Термины и определения .....	7
Перечень сокращений и обозначений.....	8
1 Анализ объекта исследования.....	9
1.1 Классификация резервуаров для хранения нефтепродуктов.....	9
1.2 Характеристика объекта исследования.....	17
2 Анализ промышленной безопасности.....	33
2.1 Промышленная безопасность объекта.....	33
2.2. Статистика аварий на объектах нефтегазовой отрасли .....	42
3 Разработка рекомендаций по обеспечению безопасности на исследуемом объекте.....	58
3.1 Рекомендуемые мероприятия по обеспечению безопасности при проведении капитального ремонта стального резервуара .....	58
3.2 Разработка проекта технического решения, направленного на повышение техносферной безопасности .....	61
Заключение .....	69
Список используемых источников.....	72

## Введение

Актуальность и научная значимость настоящего исследования обуславливается тем, что работодатель на рабочих местах обязан принимать необходимые меры для обеспечения безопасности и гигиены труда.

К ним относятся меры по оценке рисков, связанных с химическими веществами на рабочем месте, и созданию соответствующие меры безопасности.

Риск получения травмы или ухудшения здоровья при воздействии опасных химических веществ на производстве зависит от наличия надлежащих мер безопасности. Опасные химические вещества часто используются и обрабатываются на рабочих местах.

Неисправности, человеческие ошибки и отсутствие полного понимания химии процесса и его параметров, включая все возможные побочные реакции, являются одними из наиболее частых причин, по которым происходят инциденты или несчастные случаи.

Безопасность технологического процесса обеспечивается системой различных методов, технологий и моделей и требует понимания желаемых и потенциально нежелательных реакций, возможных в ходе процесса.

По этим причинам и в связи с возникновением серьезных аварий надзорные органы и общество в целом стали больше заботиться о безопасности. Эти тенденции вынудили компании повысить общую безопасность процессов и разработать концепции, которые обеспечивают по своей сути безопасные химические процессы и производство.

Тщательные исследования безопасности химических процессов не только предотвращают неконтролируемые реакции, но и повреждение травм или гибели людей и/или ухудшение состояния окружающей среды или её загрязнение.

Цель таких исследований – получить общее представление обо всех потенциальных опасностях, последствиях и последствиях. Она включает в

себя такие дисциплины, как безопасность продукции и процессов, личная и экологическая безопасность. Для обеспечения безопасного производства химических веществ в больших масштабах необходимо уделять надлежащее внимание каждой из вышеперечисленных дисциплин, управлять ими и проводить исследования.

Объект исследования: стальной вертикальный резервуар ООО «Инжгеоком».

Предмет исследования: обеспечение безопасности работ на площадочных объектах ООО «Инжгеоком».

Цель исследования – разработка рекомендаций, мероприятий, инновационных устройств и способов обеспечения безопасности работ на площадочных объектах ООО «Инжгеоком».

Гипотеза исследования состоит в том, что разработанные рекомендации, направленные на обеспечение техносферной безопасности при проведении капитального ремонта стального резервуара на площадочных объектах ООО «Инжгеоком» могут быть использованы на аналогичных объектах данного сектора промышленности в других регионах РФ.

В соответствии с поставленной в работе целью, определены следующие задачи:

- провести анализ характеристик объекта исследования;
- проанализировать основные виды разрушений конструкций резервуаров;
- провести анализ статистических данных Средне-Поволжского управления Ростехнадзора по авариям, инцидентам и смертельного травматизма на подконтрольных Ростехнадзору опасных производственных объектах;
- разработка организационно-управленческих мероприятий и технических решений по обеспечению безопасности работ на площадочных объектах ООО «Инжгеоком».

Теоретико-методологическую основу исследования составили: статистические данные Средне-Поволжского управления Ростехнадзора по авариям, инцидентам и смертельного травматизма на подконтрольных Ростехнадзору опасных производственных объектах.

Базовыми для настоящего исследования явились также: инновации («умные технологии») в сфере охраны труда.

Методы исследования: анализ статистических данных, анализ результатов патентных исследований.

Опытно-экспериментальная база исследования: объекты ООО «Инжгеоком».

Научная новизна исследования заключается в разработке инновационных устройств и способов обеспечения безопасности работ на площадочных объектах ООО «Инжгеоком».

Теоретическая и практическая значимость исследования заключается в разработке рекомендаций, направленных на обеспечение техносферной безопасности при проведении капитального ремонта стального резервуара на площадочных объектах ООО «Инжгеоком».

Достоверность и обоснованность результатов обеспечивались корректным применением методов исследований, а также результатами анализа статистических данных Средне-Поволжского управления Ростехнадзора по авариям, инцидентам и смертельного травматизма на подконтрольных Ростехнадзору опасных производственных объектах.

Личное участие в проведении мероприятий по анализу безопасности рабочих мест на площадочных объектах ООО «Инжгеоком».

Апробация диссертационного экспериментального изучения и результатов работы велись в течение всего исследования. Его результаты докладывались в следующих публикациях:

- статья «Анализ промышленной безопасности резервуаров на площадочных объектах» опубликована в научном журнале «Студенческий форум» №39 (175);

- статья «Совершенствование мер безопасности при проведении капитального ремонта стального резервуара на площадочных объектах ООО «Инжгеоком»» принята к публикации в научном журнале «Студенческий форум» №39 (175).

На защиту выносятся:

- результаты анализа характеристики объекта исследования;
- результаты анализа основных видов разрушений конструкций резервуаров;
- результаты анализа статистических данных Средне-Поволжского управления Ростехнадзора по авариям, инцидентам и смертельного травматизма на подконтрольных Ростехнадзору опасных производственных объектах;
- рекомендуемые организационно-управленческие мероприятия и технические решения по обеспечению безопасности работ на площадочных объектах ООО «Инжгеоком».

Структура магистерской диссертации. Работа состоит из введения, трёх разделов, заключения, содержит 11 рисунков, список использованной литературы (35 источников). Основной текст работы изложен на 78 страницах.

## Термины и определения

В настоящей работе применяют следующие термины с соответствующими определениями.

Авария – разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на ОПО, неконтролируемые взрыв, сброс и (или) выброс опасных веществ [4].

Безопасность труда – вид деятельности по обеспечению безопасности трудовой деятельности работающих (преимущественно от поражения опасными производственными факторами) [25].

Несчастный случай – случай, в результате которого работающий человек в процессе работы получил травму [25].

Охрана труда – вид деятельности, неотъемлемый элемент трудовой и производственной деятельности, направленный на сохранение трудоспособности наемного работника и иных приравненных к ним лиц; и представляющий из себя систему правовых, социально-экономических, организационно-технических, санитарно-гигиенических, лечебно-профилактических, реабилитационных и иных мероприятий [25].

Профилактические меры – заблаговременные меры (мероприятия) по устранению причины/причин потенциально возможного возникновения случаев воздействия опасных и /или вредных производственных факторов на работающего или другой нежелательной, но потенциально возможной, неблагоприятной ситуации [25].

Травма – повреждение анатомической целостности организма или нормального его функционирования, как правило, происходящее внезапно [25].

Условия труда – совокупность факторов производственной среды и трудового процесса [25].

## Перечень сокращений и обозначений

В настоящей работе применяются следующие сокращения:

АВО – аппарата воздушного охлаждения.

ВГСО – военизированный газоспасательный отряд.

ИТР – инженерно-технические работники.

КСИ – комплексная система информатизации.

ЛОС – локальные очистные сооружения.

НТР – нормальный технологический режим.

ОПО – опасный производственный объект.

ПБ – производственная безопасность.

ПДК – предельно-допустимая концентрация.

ПКП – производственное коммерческое предприятие.

ППР – правила проведения работ.

РВС – резервуар вертикальный стальной.

СГМ – службы главного механика.

СОТиПБ – служба охраны труда и промышленной безопасности.

ЧС – чрезвычайная ситуация.

ЭПБ – экспертиза промышленной безопасности.



## 1 Анализ объекта исследования

### 1.1 Классификация резервуаров для хранения нефтепродуктов

Резервуары для хранения нефтепродуктов, в соответствии со способом размещения, могут быть подземными и надземными.

Установка подземных резервуаров изображена на рисунке 1.

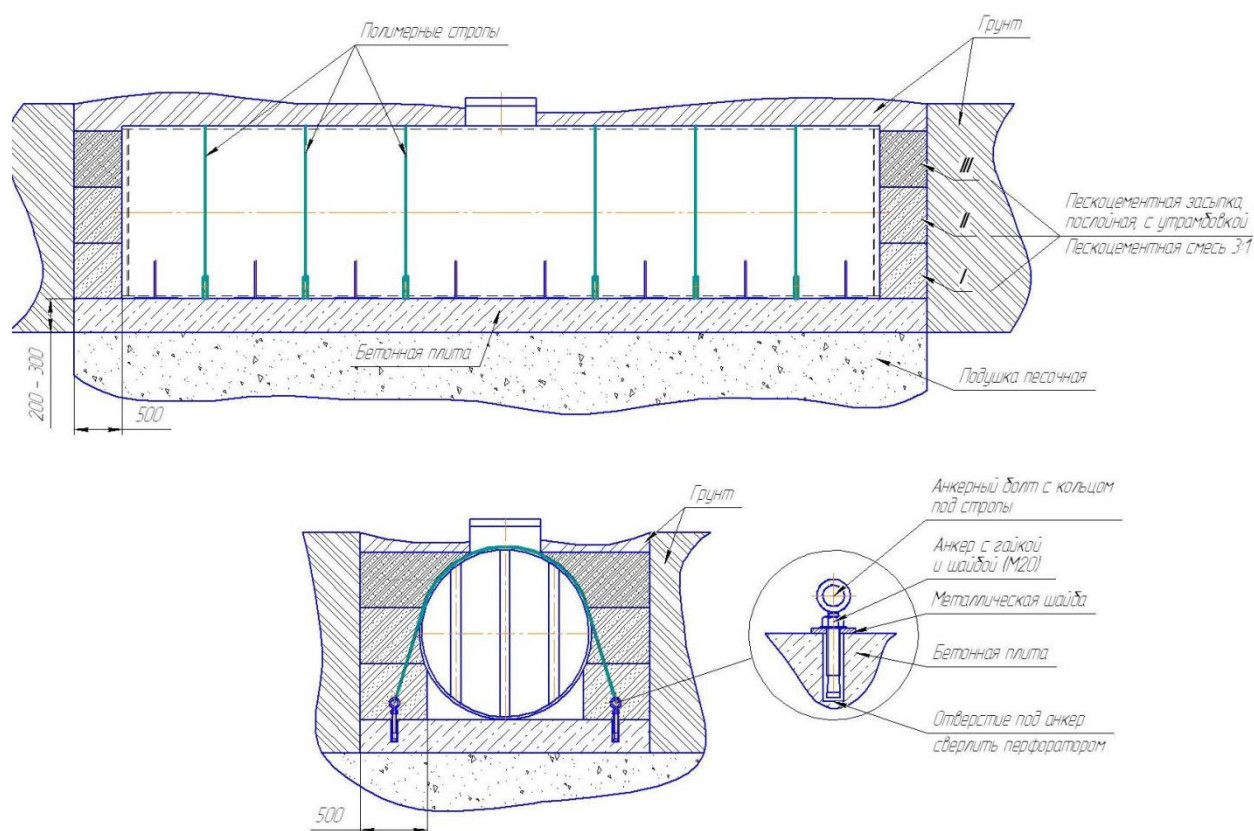


Рисунок 1 – Установка подземных резервуаров

Для резервуарных парков подземного размещения наиболее часто применимыми являются обладающие высокой прочностью железобетонные емкости, изнутри облицованные стальными листами. В некоторых случаях при соблюдении герметичности, возможно применение вариантов и без внутренней облицовки. Надземные резервуары в настоящее время изготавливаются промышленностью из высококачественной стали. Для

емкости характерна вертикальная или горизонтальная компоновка. Крыша вертикальных резервуаров, в зависимости от их назначения, может быть в стационарном, либо в нестационарном (плавающем) исполнении [26].

Общий вид наземных резервуаров представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Общий вид наземных резервуаров

Применение тех или иных типов резервуаров обусловлено рядом перечисленных ниже факторов:

- категорией резервуарного парка (в соответствии с типом и свойствами хранящегося продукта);
- необходимого объёма применяемых резервуаров;
- схемы резервуарного парка и его планировки;
- последовательности строительства резервуарного парка и ввода его в эксплуатацию;

– условий местности и участка проектирования [28].

Применение той или иной конструкции резервуаров зависит от метода строительства и назначения. В рамках темы выпускной квалификационной рассмотрим типы конструкций надземных резервуаров, выполненных из ударопрочной первоклассной стали [28].

Резервуары надземные по своему конструкционному делятся на:

- емкости вертикальной формы;
- емкости горизонтальные со стационарной крышей;
- емкости горизонтальные с подвижной (плавающей) крышей [22].

Схема вертикального цилиндрического резервуара приведена на рисунке 3.

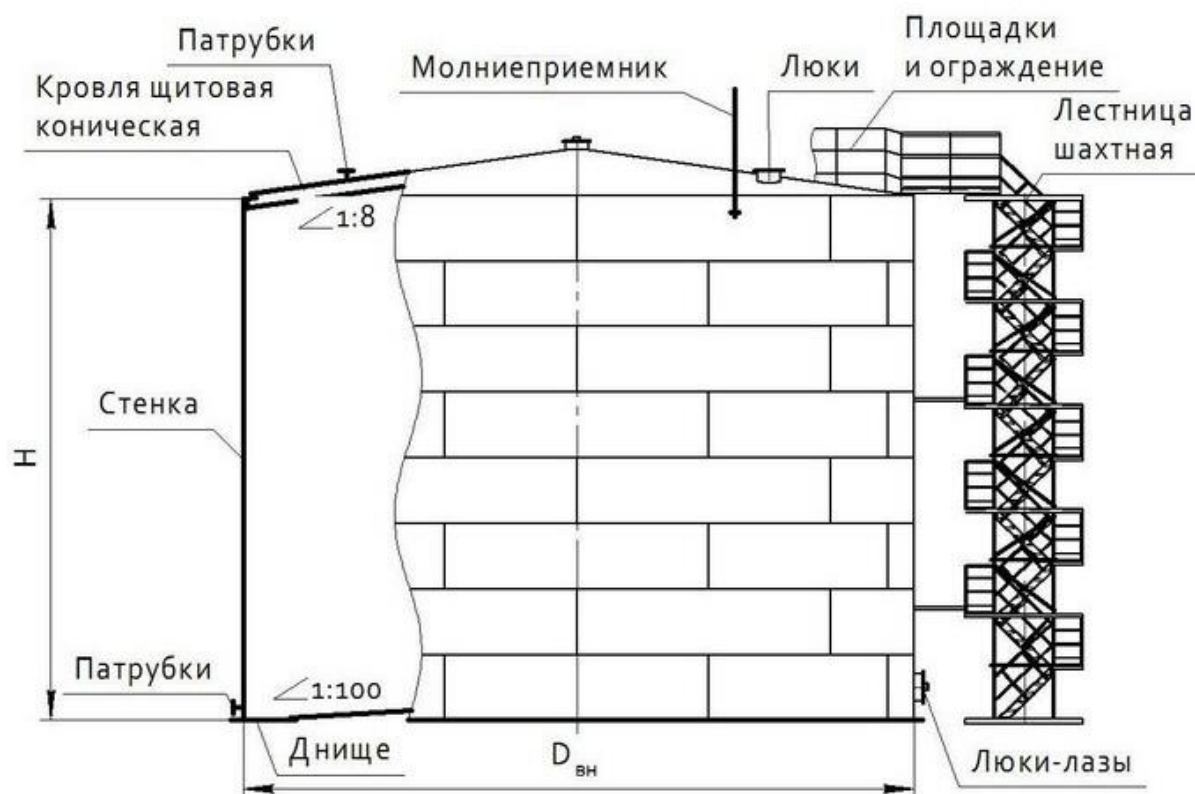


Рисунок 3 – Принципиальная схема вертикального резервуара

Вертикальные цилиндрические резервуары производятся в диапазоне номинальных объемов 100...50000 м<sup>3</sup>. Резервуары перечисленного

нормального ряда, кроме емкостей с номинальным объемом 50000 м<sup>3</sup> производится промышленным методом из комплектов рулонных заготовок.

Схема горизонтального резервуара приведена на рисунке 4.

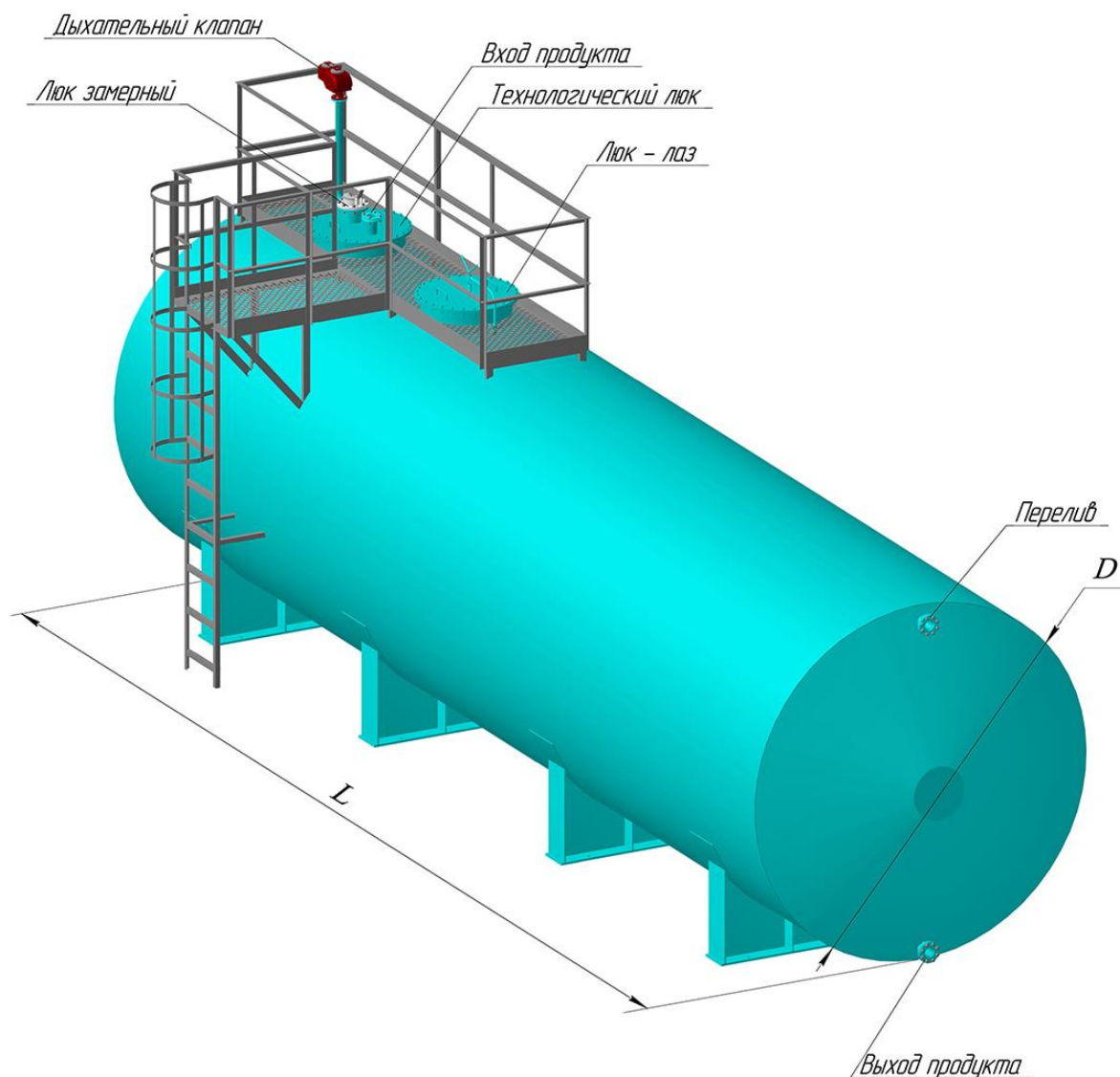


Рисунок 4 – Принципиальная схема горизонтального резервуара

Рассмотрим более подробно технологию изготовления и монтажа вертикальных цилиндрических резервуаров.

Центральная часть днища резервуара изготавливается в виде отдельных листов, а крайки – отдельными сегментными элементами. Центральная часть днища имеет уклон от центра 1:100.

Стенка резервуара изготавливается отдельными листами, свальцованными по внутреннему радиусу резервуара [6].

Крыша резервуара – щитовая коническая, состоящая из одинаковых плоских щитов заводского изготовления, укладываемых с уклоном 1:6 на центральное кольцо и стенку резервуара собираемых друг с другом с помощью сварки внахлест. Изготовление щитов производят на заводе в кондукторе [6].

Для обслуживания резервуара в проекте предусмотрены кольцевая лестница, переход, кольцевая площадка и ограждение на крыше [5].

Допустимые нагрузки на патрубки приема-раздачи Ду500, рециркуляции Ду500:

- максимальная радиальная сила вдоль оси патрубка – 71,4 кН;
- максимальный изгибающий момент в вертикальной плоскости – 29,1 кН м;
- максимальный изгибающий момент в горизонтальной плоскости – 32,8 кН м [12].

Сварку соединений выполняют промышленными методами с применением сварочных материалов обеспечивающих получение механических свойств стыковых сварных соединений, не ниже предусмотренных для основного материала [14].

Сварку основных элементов конструкций резервуара, на монтаже выполняют механизированной сваркой в среде защитного газа с применением сварочной проволоки С6-08Г2С по ГОСТ 2246-70\* [14].

Сварные швы, выполняемые вручную, производят электродами типа Э50А для стали С345 и сочетания ее со сталью С245 электродами типа Э42А для стали С245 [14].

Сварочные материалы применяют в соответствии с требованиями СНиП Н-23-81 «Стальные конструкции» и проектом производство работ на монтаж резервуаров (ППР) [23].

Конструкция и размеры сборных соединений должны соответствовать требованиям ГОСТ 5264-80. 14771-76 [15].

Изготовление конструкций резервуара производить в соответствии с требованиями ПЕг-03-605-03, РД-23.020.00-КТН-079-09 [16].

Изготовление конструкций резервуаров должно выполняться на специализированных заводах металлоконструкций, имеющих федеральную лицензию на изготовление металлоконструкций резервуаров необходимое оборудование для выпуска резервуаров [27].

Отправка листов стенки на место должно производиться в приспособления исключающих нарушение их геометрической формы.

Все острые кромки металлоконструкций должны быть закруглены до радиуса не менее 3,0 мм на внутренней и не менее 1,5 мм на наружной поверхности резервуара

Перед отправкой металлоконструкции резервуара должны быть тщательно очищены от окалина, сварочных брызг, остатков шлака, наплывов неровностей сварных швов

Монтаж конструкций резервуара выполняют в соответствии с требованиями ПБ 03-605-03, РД-23.020.00-КТН-079-09.

Предельно допустимые отклонения размеров днища не должны превышать значений, указанных в таблице 2.16 РД-23.020.00-КТН-079-09, а предельно допустимые отклонения размеров стенки не должны превышать значения, указанные в таблице 2.17 РД-23.020.00-КТН-079-09.

Угловатость монтажных сварных соединений стенки допускается не более 10 мм на базе 500 мм.

Контроль качество сборных соединений производят способами и в объема предусмотренных ППР согласно требованиями РД-25.160.10-КТН-050-06, ГОСТ Р 52910-2008, ПБ 03-605-03, РД-23.020.00-КТН-079-09.

Качество сварных соединений должно соответствовать требованиям ПБ 03-605-03, СНиП 3.03.01-87 и ГОСТ 23055-78 с отбраковкой по 4 классу.

При сооружении резервуара применяют следующие виды контроля качества сварных соединений:

- визуальный контроль всех сварных соединений;
- измерительный;
- контроль герметичности (непроницаемости) сварных швов [7].

Контроль герметичности сварных соединений днища, наружного шва до наложения внутреннего шва, крыши люков и патрубков на крыше производят пузырьковым методом (вакуумирование) по ГОСТ 3242-79. Величина разрежения при пузырьковом методе не менее 2500 Па. Внутренний проверяют капиллярным методом по ГОСТ 3242-79 [2].

Контроль давлением применяют для проверки герметичности сварных швов приварки усиливающих листов люков и патрубков на стенке резервуара. После контроля пространство между накладкой патрубка (люка) и стенкой резервуара должно быть заполнено ингибитором коррозии (ВНПП–ИС–1(Б), Tektyi 122А), а контрольное отверстие в накладке заглушено резьбовой пробкой [1].

Радиографический контроль применяют для наружных участков по 250 мм стыковых соединений днища под стенкой, вертикальных сварных швов 1-2 поясов стенки резервуара в объеме 100% швов перекрестий вертикальных и горизонтальных швов стенки в объеме 100%, продольных швов обечаек люков и патрубков, изготовленных вальцеванием из листа б объеме 100 % протяженности. Радиографический контроль, выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 7512-82\* [21].

Максимально допустимые размеры выявленных дефектов регламентируются ГОСТ 23055-78\* [21].

Непровары и не сплавления кромок в стыковых сварных соединениях, подвергаемых радиографическому контролю не допускаются.

Ультразвуковой контроль применяют для вертикальных и горизонтальных сварных швов стенки резервуара в объеме 100%: для частей окраек, расположенных на расстоянии 150-600 мм от внутренней

поверхности стенки для стыковых соединений частей внутренних трубопроводов и патрубков Ультразвуковой контроль выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 14782-86 [28].

При обнаружении в одном из горизонтальных соединений элемента недопустимых дефектов объем контроля качества для соответствующего уровня стенки удваивается [24].

Максимально допустимые размеры выявленных дефектов принимаются по установленному классу сварных соединений по ГОСТ 23055-78\* [24].

Непровары и несплавления кромок в стыковых сварных соединениях, подвергаемых радиографическому контролю, допускаются в соответствии с требованиями табл. 5 приложения Ж РД 25.160.10-КТН-050-06 [8].

Испытание резервуара проводят после окончания всех работ по монтажу и контролю, перед присоединением к резервуару трубопроводов (за исключением временных трубопроводов для подачи и слива воды для испытания) и после завершения работ по обвалованию [10].

По мере заполнения резервуара водой наблюдают за состоянием конструкций и сварных швов [13].

При обнаружении течи из-под края днища или появления мокрых пятен на поверхности отмостки прекращают испытание сливают воду, устанавливают и устраняют причину течи [13].

Если в процессе испытания будут обнаружены свищи, течи или трещины в стенке резервуара (независимо от величины дефекта), испытание должно быть прекращено и вода слита до уровня:

- при обнаружении дефекта в I поясе – полностью;
- при обнаружении дефекта во II-VI поясах – на один пояс ниже расположения дефекта;
- при обнаружении дефекта в VII поясе и выше – до V пояса [13].

Резервуар, залитый водой до предельно-допустимого уровня, выдерживают при этой нагрузке не менее 24 часов



Вовремя гидроиспытания проводят испытание резервуара на внутреннее избыточное давление 250 мм вод ст. и вакуум 37,5 мм вод ст. Продолжительность нагрузки 30 минут.

Резервуар считается выдержавшим испытания, если в течение указанного времени на поверхности стенки и по краям днища не появляется течи и уровень воды не снижается, а осадка фундамента и основания резервуара стабилизировались

После завершения испытаний не допускается приварка к резервуару каких-либо деталей и конструкций. Но резервуаре производят работы по антикоррозионной защите, установке оборудования с оформлением соответствующих документов

Расчетный срок безопасной эксплуатации резервуара составляет 50 лет при заданном режиме нагружения («прием-откачка» 18 полных циклов в год) и принятых в проекте требований по изготовлению и монтажу металлоконструкций [6].

В соответствии с требованиями РД 0Р-23.020.00-КТВ-084-095, в процессе эксплуатации необходимо проводить частичные и комплексные (полные) обследования резервуара Частичное обследование проводится не реже одного раза в 5 лет, а полное (комплексное) – один раз в 10 лет [14].

По результатам обследования должны проводиться необходимые мероприятия по обеспечению безаварийной эксплуатации, в результате которых может быть продлен срок службы резервуара.

## **1.2 Характеристика объекта исследования**

На базисном складе выполняются следующие операции:

- прием метанола сырца в резервуар;
- прием метанола-ректификата в резервуары (в период пуска и остановки, а также при отклонениях НТР);

- перекачка метанола-ректификата из резервуаров насосами в резервуары товарного метанола-ректификата;
- подача метанола-ректификата насосами на наливную эстакаду для загрузки в железнодорожные цистерны и для загрузки в автоцистерны на самовывоз;
- прием сивушных масел в резервуар с последующей подачей насосами на сжигание в трубчатые печи риформинга;
- перекачка сливов из дренажной емкости склада метанола в резервуар метанола сырца;
- перекачка метанола-ректификата с дренажных точек резервуаров насосом обратно или в резервуар;
- раскачка ливневых вод на ЛОС из поддонов резервуарного парка насосами АНС-1,2,3 на ЛОС;
- перекачка сливов из дренажной емкости наливной эстакады в резервуар для хранения метанола сырца насосом.

На складе хранится готовый продукт – метанол-ректификат.

Рассмотрим проект конструкций металлических резервуара РВС-5000 м<sup>3</sup> для хранения метанола.

Проект конструкций металлических резервуара РВС-5000 м<sup>3</sup> для хранения метанола разработан по договору № 1513/CD02 от 05 октября 2009 года с ЗАО «Проектный институт «Нефтепроект».

В настоящем проекте разработаны только металлоконструкции резервуара.

Данный проект разработан на основании «Технического задания на капитальный ремонт резервуара», утвержденного главным инженером ЗАО «Проектный Институт Нефтепроект».

Основание и фундамент резервуара, молниезащита, теплоизоляция, обогрев, установка технологического оборудования и приборов контроля должны выполняться по специальным проектам с учетом конструктивных решений и требований настоящего проекта.

Проект производство работ выполняет специализированная проектная организация.

При привязке патрубков и люков расстояние между вертикальными швами поясов стенки и швами приварки усиливающих листов патрубков и люков должно быть не менее 250 мм, а расстояние между горизонтальными – не менее 100 мм.

По степени ответственности (опасности) резервуар относится к / классу – особо опасные резервуары согласно РД-23.020.00-КТН-079-09.

Внутреннее избыточное давление: рабочее – 2,0 кПа, испытательное – 2,5 кПа.

Относительный вакуум:

- рабочий – 0,25 кПа;
- испытательный – 0,375 кПа;

Расчетный вес снегового покрова – 2,4 кПа.

Нормативное ветровое давление – 0,38 кПа, тип местности – А.

Температура наиболее холодных суток – минус 30 °С при обеспеченности 0,98.

Расчетная температура металла – минус 25 °С;

Максимальная температура продукта в резервуаре - + 70°С;

Расчетная сейсмичность — до 6 баллов по шкале MSK-64.

Диаметр резервуара – 22800 мм

Высота стенки – 11940 мм;

Конструкция стенки – из листов;

Конструкция днища – окрайки и центральная часть из листов;

Конструкция крыши – коническая щитовая

Припуск на коррозию:

- днище – 2,5 мм;
- стенка – 2,5 мм;
- крыша – 1 мм.

Наличие теплоизоляции:

- на стенке – толщиной 200 мм;
- на крыше – толщиной 200 мм.

Максимальная высота налива продукта – 11,07 м.

Лестница для подъема на резервуар – кольцевая.

Материалы для изготовления основных конструкций резервуара указаны в «Технической спецификации стали».

На рисунке 5 и 6 изображены основные виды разрушений конструкций резервуаров.

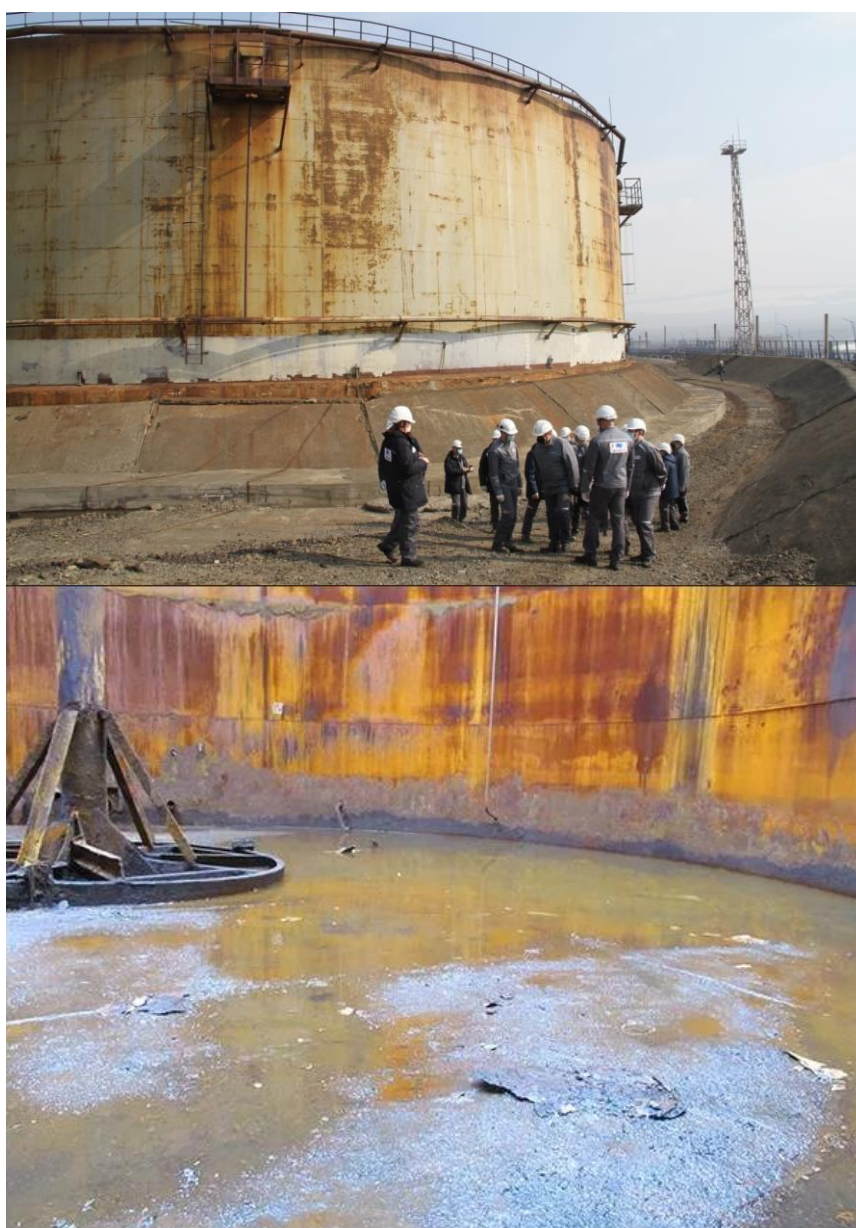


Рисунок 5 – Коррозия стенок горизонтального резервуара



Рисунок 6 – Разрушение фундамента резервуара

Подробнее рассмотрим процесс капитального ремонта стального вертикального резервуара, в который входят работы по гидроизоляции фундамента и антикоррозийной защиты стенок резервуара [10].

Применение состава «Акванит» допускается на жестких бетонных, каменных и других минеральных поверхностях строительных конструкций наземного или подземного расположения после их осадки, набора прочности и при условии, что они не будут подвергаться воздействиям (вибрация, нагрузки и пр.), способным вызвать образование трещин в гидроизоляционном слое [29].

Работы могут выполняться в одну или две смены при температуре окружающего воздуха от 5 до 30°C.

При отсутствии напора воды гидроизоляция из Акванита может устраиваться как с внутренней, так и внешней стороны изолируемой

конструкции. При его наличии гидроизоляцию следует предусматривать, как правило, с напорной стороны за исключением случаев, когда напор воды незначителен и гарантированно ниже прочности сцепления (адгезии) изоляционного слоя с защищаемой поверхностью.

В карте отражены вопросы подготовки и организации строительного процесса, основные и вспомогательные операции по устройству гидроизоляции как при новом строительстве, так и ремонтных работах [29].

Потребность в трудовых и материальных ресурсах и технико-экономические показатели рассчитаны на устройство 100 м<sup>2</sup> гидроизоляции конструкций.

При привязке карты к конкретному объекту необходимо уточнить сроки, объемы, технологию работ с учетом требований проекта, а также потребность в трудовых и материальных ресурсах.

При применении других, аналогичных в целом составов, необходимо учесть возможное отличие их использования по сравнению с составом «Акванит».

На сегодня гидроизоляция на основе сухих смесей, как перспективное направление в строительстве, широко применяется в качестве альтернативного варианта штукатурной гидроизоляции из цементно-песчаного раствора, полимерцементных составов (торкрет) и изоляции из рулонных материалов (оклеенная гидроизоляция), учитывая простоту ее устройства, а также более малую трудоемкость и материалоемкость [29].

Акванит отличается высокой адгезией к основанию, водонепроницаемостью, морозостойкостью и атмосферостойкостью.

Состав прост и удобен в доставке, хранении и применении благодаря принятой форме упаковки, высокой степени готовности (поставляемая сухая смесь имеет полный набор необходимых материалов), а также простоте нанесения рабочего состава.

Для приготовления рабочего состава сухую смесь достаточно затворить водой и тщательно перемешать до получения необходимой консистенции.

Состав экологически безопасен, не требует особых мер предосторожности (применяется в холодном виде по аналогии со штукатурными растворами), а пластичность состава (варьирует в зависимости от характеристики основания) позволяет наносить его на обрабатываемую поверхность кистью или шпателем.

При значительных объемах и соответствующей организации процесса возможно также механизированное нанесение состава.

Среди составляющих сухой смеси принципиально важную роль играет наличие в ней дисперсионного порошка «Виннапас» в качестве полимерного связующего, обеспечивающего выпуск Акванита как однокомпонентного состава с высокими техническими показателями.

До начала работ по устройству гидроизоляции составом «Акванит» необходимо осуществить ряд подготовительных мероприятий, включающих в себя: проведение инженерной подготовки объекта с разработкой ППР при значительных объемах или специфических условиях работ (основных решений по производству работ – при небольших объемах гидроизоляции) с расчетами потребности в материалах, технологической оснастке, оборудовании, трудовых ресурсах и т.д.

При принятии на подряд емкостных сооружений (бассейны, резервуары) необходимо иметь в виду, что, согласно СНиП 3.05.04-85\* «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации», устройство в них гидроизоляции может производиться только после проведения гидравлических испытаний сооружений на прочность и плотность стен и днища и получения положительных результатов, что должно быть подтверждено соответствующим актом.

Для принятия от заказчика основания для производства гидроизоляционных работ по акту его готовность должна отвечать следующим условиям:

- швы между сборными элементами, места примыкания строительных конструкций, проходов через них инженерных

коммуникаций и др. заделаны цементным раствором марки не ниже М100;

- швы в каменных конструкциях заполнены и заглажены, поверхность (при необходимости) оштукатурена, а неровности на поверхности бетонных (железобетонных) конструкций затерты цементным раствором марки не ниже М50 слоем до 5 мм, как и деформационных швов (при наличии);
- на изолируемой конструкции смонтированы предусмотренные проектом крепежные металлические элементы и закладные детали.

Технология производства работ.

Процесс по устройству гидроизоляции на основе сухой смеси «Акванит» предусматривает выполнение следующих операций:

- подготовка поверхности основания;
- приготовление рабочего состава «Акванит»;
- нанесение рабочего состава «Акванит»;
- уход за изоляционным покрытием.

Подготовка поверхности основания.

Подготовительные работы следует проводить после проверки общего состояния основания и принятия его по акту.

В процессе выполнения и по завершении подготовительных работ должны быть выдержаны следующие условия и требования:

При проверке 2-метровой рейкой неплоскостность горизонтальной и вертикальной поверхности (просвет между рейкой и поверхностью) не должна превышать соответственно 5 и 10 мм. Проверку следует производить на каждом участке в 10 - 20 м<sup>2</sup> или меньшей площади в местах, определяемых визуальным осмотром. Количество отклонений не должно более одного на 1 м пог. проверяемого участка;

- поверхность не должна иметь отслоений, выбоин, раковин, вздутий, острых углов в местах сопряжений конструкций (последние должны быть заглажены и закруглены). Возможны лишь



- поверхностные трещины усадочные или другие трещины технологического характера с шириной раскрытия не более 1-2 мм;
- на поверхности основания не допускается наличие следов старой краски, копоти, масляных и ржавых пятен и пр., снижающих адгезию, выступающей арматуры и проволоки, строительного мусора, облицовочной плитки;
  - выступающие из строительных конструкций инженерные коммуникации и крепежные элементы должны быть защищены от ржавчины на высоту нанесения изоляции;
  - при отслоении поверхностного слоя вертикальных конструкций на значительную глубину (20 мм и более) он должен быть восстановлен путем оштукатуривания цементно-песчаным раствором с применением арматурной сетки, закрепляемой предварительно на дюбелях к основанию.

Заделку трещин, ширина раскрытия которых превышает нормативно допустимую, необходимо выполнять после их предварительной разделки на глубину раскрытия, промывки водой и просушки. По завершении подготовки основания необходимо, руководствуясь СНиП 3.01.01, оформить с участием заказчика акт освидетельствования подготовительных работ с оценкой их качества и решением о возможности нанесения на его поверхность гидроизоляционного состава.

Приготовление рабочего состава «Акванит».

В общем виде процесс приготовления рабочего состава «Акванит» сводится к затворению сухой смеси водой и получению раствора необходимой консистенции путем тщательного перемешивания. Сухая смесь и вода предварительно должны быть взяты в пропорции, соответствующей способу нанесения рабочего состава на изолируемую поверхность.

Так, на одну упаковку сухой смеси (20 кг) при нанесении состава кистью потребуется 8,0 - 8,5 л воды, а при использовании для этой цели шпателя – 6,0 - 6,5 л.

Приготовление состава проводится в два приема. Вначале в пластмассовую или металлическую емкость (ведро, бачок) заливают расчетное количество чистой воды и погружают в нее насадку миксера или электродрели. Для замешивания одной упаковки потребуется емкость не менее 20 л.

Затем сухую смесь начинают постепенно засыпать в емкость и одновременно включают миксер (электродрель). Перемешивание производится в течение 5-7 мин. до образования однородной массы. После этого смеситель выключается и выдерживается пауза на 10 - 15 мин., во время которой происходит формирование первичной структуры раствора.

Для перемешивания применяется тихоходная ручная электродрель или миксер с частотой вращения от 450 до 650 оборотов в минуту. На первой стадии процесса работу выполняют два человека.

После выдерживания раствора производится его доводка до рабочей консистенции путем перемешивания в течение такого же времени, что и на первой стадии приготовления. Эта процедура осуществляется одним рабочим.

Для обеспечения качества наносимого состава необходимо соблюдать ряд обязательных условий и в частности:

- используемая для приготовления состава сухая смесь по имеющимся на упаковке реквизитам должна быть проверена на срок годности. Кроме того, визуально должны быть оценены целостность упаковки и однородность сухой смеси после вскрытия последней;
- дозировка сухой смеси и воды должна быть строго выдержана. Особенно важно не допускать избыточного содержания воды в растворе для повышения его пластичности и облегчения нанесения, поскольку это отрицательно скажется впоследствии на таких показателях гидроизоляционного слоя, как адгезия, водонепроницаемость, морозостойкость;

- объем и время приготовления рабочего состава должны рассчитываться таким образом, чтобы промежуток между его готовностью и использованием не превышал 1,5 часа.

Нанесение рабочего состава «Акванит».

Нанесение рабочего состава «Акванит» на изолируемую поверхность допускается после того, как по основанию устранены выявленные дефекты, и оно полностью отвечает требованиям, что должно быть подтверждено актом на скрытые работы.

Перед непосредственным нанесением состава необходимо убедиться в соответствии технологическим требованиям основания в части чистоты и влажности его поверхности, а также температуры и влажности окружающего воздуха (проверка должна осуществляться при устройстве каждого отдельно взятого слоя изоляции, а также возобновлении работ после длительного перерыва).

Влажность поверхности должна быть в пределах 8 - 12%, температура окружающего воздуха – от 5 до 30°C, а его влажность – от 60 до 75%. (При необходимости просушить поверхность, операция длится до того момента, пока цвет поверхности не перестанет меняться).

Если поверхность пересушена, то ее необходимо увлажнить распыленной струей воды, но без образования капельной или пленочной влаги [3].

К моменту нанесения рабочего состава «Акванит» примененный для устранения неровностей, раковин, трещин, заглаживания и скругления острых углов и т.д. ремонтный материал должен набрать прочность не менее 0,5 МПа для обеспечения прочной и жесткой подосновы.

Рабочая поверхность должна быть защищена от воздействия дождя, ветра, пыли, прямых солнечных лучей при работе на открытом воздухе, а также сквозняков и капельной влаги при работе внутри помещений.

Способ нанесения слоев изоляции должен определяться до приготовления рабочего состава с учетом пористости поверхности и наличия трещин.

При высокой пористости и значительном количестве допускаемых нормами трещин рабочий состав должен быть более пластичным и наноситься жесткой кистью.

Такой же способ должен предусматриваться, когда изолируемая поверхность способна активно отсасывать влагу из состава и обезвоживать его. По этой причине рекомендуется, например, покрывать кирпичные поверхности при помощи кисти.

Сплошные гладкие поверхности изолируются, как правило, при помощи шпателя. При этом используется раствор более густой консистенции, чтобы обеспечивать необходимую адгезию гидроизоляционного покрытия с основанием.

В принципе процесс устройства гидроизоляции составом «Акванит» может быть отнесен как к окрасочным работам (при работе с кистью), так штукатурным (при работе со шпателем).

Нанесение слоев рабочего состава Акванита следует производить во взаимно перпендикулярных направлениях в целях повышения водонепроницаемости гидроизоляции (обеспечивается надежность покрытия поверхности равномерным слоем, уменьшается возможность образования пор через весь слой изоляции).

Нанесение очередного слоя производится с интервалом от 10 до 24 часов и более, после нанесения предыдущего, что необходимо для образования надежной пленки покрытия. Максимальный интервал не должен превышать 5-6 суток.

На практике возможность устройства вышележащего слоя устанавливается путем пробного нанесения состава. При этом нижний слой не должен сворачиваться или тянуться от воздействия на него кисти или шпателя.

Количество слоев изоляции должно обеспечивать ее проектную толщину и приниматься из расчета, что отдельно взятый слой должен иметь

толщину 1-1,5 мм. В любом случае (если в проекте отсутствуют конкретные указания) количество наносимых слоев должно быть не менее двух.

При изоляции сооружений с замкнутым объектом (например, емкостных сооружений) должна выдерживаться следующая последовательность нанесения рабочего состава: сначала обрабатываются вертикальные поверхности, затем потолочные и в последнюю очередь изолируется днище.

Вертикальные поверхности изолируются в направлении снизу вверх, а поверхность днища в направлении «на себя».

Наиболее тщательно должны обрабатываться места сопряжений и примыканий конструкций, в которых для надежности следует предусматривать дополнительные (2 - 3) слоя неармированной либо армированной стеклотканью изоляции (определяется проектом).

В целом работы по объекту должны вестись по захваткам с соблюдением общего направления их движения, предусмотренного ППР (основными положениями).

По окончании устройства гидроизоляции должны быть приняты меры по обеспечению необходимых условий для структурообразования покрытия и его сохранности. Особенно важно на начальном этапе формирования изоляционного слоя создание нормальных температурно-влажностных условий.

Покрытие должно быть защищено от воздействия таких вредных факторов, как прямые солнечные лучи, дождь, ветер, сквозняки, сухой воздух высокой температуры. То есть, должны быть предусмотрены меры по предотвращению как вымывания изоляционного состава, так и интенсивного его высыхания. Для этой цели следует применять пленки, брезент или другие материалы для укрытия и защиты изоляции, закрывать проемы, чтобы исключить образование сквозняков. Периодически, до 3 раз в сутки изолированную поверхность необходимо увлажнять распыленной струей воды без напора.

Вплоть до приемки изоляционного покрытия заказчиком его необходимо защищать от механических повреждений. По изолированному горизонтальному покрытию должно быть исключено хождение людей и движение строительной техники.

Если в помещении с уже изолированными поверхностями потребуется выполнение других видов работ (отделочные, монтажные), то оно должно быть предварительно подготовлено для обеспечения полной гарантии сохранности изоляции.

Как правило, после изоляционных работ выполнение других работ не допускается. Соблюдение этого условия особенно важно, если учитывать тонкослойность изоляции из полимерцементных составов.

После устройства гидроизоляции звено (бригада) обеспечивает за ней уход до окончательного формирования покрытия, а также его сохранность вплоть до сдачи заказчику.

Антикоррозионную защиту поверхности резервуара подготовку поверхности и контроль качество производят после гидравлического испытания согласно РД 05.00-45.21.30-КТН-005-1-05 «Правила антикоррозионной защиты резервуаров». Рекомендуется применять материалы ООО «Антикоррозионные защитные покрытия» г. Москва.

Антикоррозионной защите внутри резервуара подлежат:

- днище;
- стенка;
- крыша;
- люки и патрубки
- наружная поверхность трубопроводов и оборудования [30].

Подготовка и покрытие внутренних поверхностей, контактирующих с продуктом (метанол) или его парами (днище, стенка, патрубки, крыша).

Подготовка поверхности – абразивная струйная очистка в соответствии с ИСО 8504 42. Для струйной абразивной очистки используют купершлак.

Антикоррозионная защита внутри резервуара может быть выполнена по следующей технологической схеме:

- слой – «Акрус-прайм» (грунт) толщина 200 мкм;
- слой – «Акрус-лонг» (эмаль) толщина 200 мкм [30].

Суммарная толщина покрытия 400 мкм.

Суммарная площадь внутренней поверхности, подлежащей антикоррозионной защите 2410.

После выполнения антикоррозионного покрытия и устройства теплоизоляции наносят с противоположных сторон резервуара номер резервуара логотип предприятия и фирменный знак.

Цветовая гамма покраски металлоконструкции резервуара кольцевой лестницы, площадок, ограждений, оборудования, трубопроводов в каре резервуара логотип и фирменный знак наносятся согласно методическим рекомендациям.

Антикоррозионные защитные покрытия должны обеспечивать защиту внутренней поверхности металлоконструкций резервуара в течение не менее 20 лет, а наружной поверхности – в течение не менее 10 лет.

Заказчиком может быть принято решение о применении других систем антикоррозионной защиты.

Эксплуатация резервуара при коррозионном повреждении стенки и днища более 2.5 мм не допускается.

Вывод по главе.

В рамках темы выпускной квалификационной рассмотрен тип конструкций надземных резервуаров, выполненных из ударопрочной первоклассной стали.

Надземные резервуары в настоящее время изготавливаются промышленностью из высококачественной стали. Для емкости характерна вертикальная или горизонтальная компоновка. Крыша вертикальных

резервуаров, в зависимости от их назначения, может быть в стационарном, либо в нестационарном (плавающем) исполнении.

Рассмотрен проект конструкций металлических резервуара РВС-5000 м<sup>3</sup> для хранения метанола.

В процессе эксплуатации необходимо проводить частичные и комплексные (полные) обследования резервуара. Частичное обследование проводится не реже одного раза в 5 лет, а полное (комплексное) – один раз в 10 лет.

По результатам обследования должны проводиться необходимые мероприятия по обеспечению безаварийной эксплуатации, в результате которых может быть продлен срок службы резервуара.

На исследуемом объекте запланирован капитальный ремонт стального вертикального резервуара, в который входят работы по гидроизоляции фундамента и антикоррозийной защиты стенок резервуара.



## 2 Анализ промышленной безопасности

### 2.1 Промышленная безопасность объекта

Метанол обладает политропным действием с преимущественным воздействием на нервную систему, печень, почки. Обладает выраженным кумулятивным эффектом, поэтому метанол наиболее опасен в производственных условиях при ежедневном вдыхании даже небольших количеств его паров. Метанол, попадая в организм человека, образует токсические соединения: формальдегид и муравьиную кислоту. Вызывает поражение зрительного нерва и сетчатки глаз. Пары метанола раздражают слизистые оболочки дыхательных путей и глаз. Метанол обладает слабовыраженным местным действием на кожу, может проникать через неповрежденные кожные покровы. Острые отравления при вдыхании паров встречаются редко. Особо опасен при приеме внутрь, может вызывать слепоту и смерть. Смертельная доза –  $30 \text{ см}^3$ , тяжелые отравления, сопровождающиеся слепотой, происходят при приеме внутрь  $5 \div 10 \text{ см}^3$  [31].

С воздухом метанол образует взрывоопасные смеси.

Пределы воспламенения:

- концентрационный:  $6,98 \div 35,5 \%$  об.
- температурный:  $5 \div 39 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Температура вспышки:  $6 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Температура воспламенения:  $13 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Температура самовоспламенения:  $440 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Признаки отравления метанолом и его фракциями следующие: головные боли, мелькание перед глазами, шум в ушах, неясность видения, глубокое затруднительное дыхание, судороги, слабый учащенный пульс. Смерть наступает от остановки дыхания [32].

ПДК рабочих помещений (среднесуточное):  $5 \text{ мг/м}^3$ .

ПДК рабочих помещений (максимальное разовое):  $15 \text{ мг/м}^3$ .

ПДК в атмосферном воздухе: 0,5 мг/м<sup>3</sup>.

Класс опасности – 3.

Метанол и его фракции хранятся в резервуарах под азотной подушкой, для предотвращения образования взрывоопасных концентраций паров метанола с кислородом воздуха, для сохранения качества метанола и защиты резервуара от разрушения при создании вакуума [33].

Поражение людей при авариях будет зависеть как от перечисленных факторов, так и от ряда других случайных событий на объекте и состава противоаварийных мероприятий. Поэтому для оценки эффективности мероприятий необходимо применять вероятностный подход [34].

При разработке противоаварийных мероприятий руководствуются требованиями действующего в Российской Федерации законодательства по техническому регулированию, государственными строительными нормами и правилами и методическими разработками, содержащими рекомендуемые технические решения или процедуры выбора проектных решений. Методами расчета устойчивости возводимых сооружений, эффективности защиты людей и основных фондов (снижения рисков и смягчения последствий) от чрезвычайных ситуаций (далее по тексту ЧС) техногенного и природного характера [25].

Ответственность за организацию и осуществление производственного контроля на предприятии несут генеральный директор и лица, на которых возложены такие обязанности.

Непосредственное руководство работой по осуществлению производственного контроля возложено на технического директора предприятия.

Ответственность за осуществление технического надзора в рамках системы производственного контроля за безопасной эксплуатацией, своевременным обследованием (диагностированием) и ремонтом резервуаров предприятия, стоящих на собственном фундаменте, возложена на инженера по организации эксплуатации и ремонта зданий и сооружений

службы главного механика (далее СГМ).

Основными задачами производственного контроля на предприятии являются:

- обеспечение соблюдения требований промышленной безопасности;
- анализ состояния промышленной безопасности, в т.ч. с помощью организации проведения соответствующих экспертиз;
- разработка мер, направленных на улучшение состояния безопасности и предупреждение ущерба окружающей среде;
- контроль за соблюдением требований промышленной безопасности, установленных федеральными законами и иными нормативными правовыми актами;
- координация работ, направленных на предупреждение аварий на опасных производственных объектах и обеспечение готовности к локализации аварий и ликвидации их последствий.
- контроль за своевременным проведением необходимых испытаний и обследований технических устройств опасных производственных объектов, эксплуатирующихся на предприятии, ремонтом и проверкой контрольных средств измерения;
- контроль за соблюдением технологической дисциплины;
- контроль за выполнением условий лицензий на виды деятельности в области промышленной безопасности [17].

Ответственный за осуществление производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасных производственных объектах предприятия обязан:

- обеспечивать проведение контроля за соблюдением работниками предприятия требований промышленной безопасности;
- организовывать проведение комплексных и целевых проверок состояния промышленной безопасности, выявлять опасные факторы на рабочих местах;

- организовывать разработку ежегодного плана мероприятий по обеспечению промышленной безопасности на основании результатов проверок состояния промышленной безопасности, аттестации рабочих мест, анализа аварий, инцидентов и др. (разделы плана составляются непосредственно соответствующими службами, подразделениями предприятия, ответственными за выполнение соответствующих задач и функций). План мероприятий согласовывает технический директор и утверждает генеральный директор. Ответственный за осуществление производственного контроля организывает контроль, отчетность по выполнению запланированных мероприятий;
- организовывать разработку планов по ликвидации аварийных ситуаций, проверку знаний у персонала, проведение учебных занятий и тренировок;
- осуществлять контроль за подготовкой и проведением экспертиз промышленной безопасности опасных производственных объектов предприятия;
- участвовать в техническом расследовании причин аварий, инцидентов и в расследовании несчастных случаев на опасных производственных объектах, в том числе:
- анализировать причины происшествий и обеспечивать хранение и учёт документации;
- осуществлять контроль за выполнением мероприятий, предложенных комиссиями по расследованию причин аварий и несчастных случаев на опасных производственных объектах;
- осуществлять контроль за подготовкой и аттестацией работников в области промышленной безопасности;
- участвовать во внедрении новых технологий и нового оборудования;

- осуществлять контроль за обеспечением служб подразделений предприятия нормативными правовыми актами, информацией об изменении требований промышленной безопасности, устанавливаемых нормативными правовыми актами, дополнениями, новыми требованиями и пр. [18].

Контроль за исполнением предписаний органов государственного контроля и надзора осуществляется СОТиПБ и службами предприятия в соответствии с установленным на предприятии порядком.

Предписания органов государственного контроля и надзора, выдаваемые руководителям цехов, участков, служб, принимаются к исполнению руководителями данных подразделений.

Для организации исполнения предписания распоряжением по подразделению назначаются ответственные лица за выполнение пунктов предписания в указанные сроки и лица, ответственные за своевременный письменный отчет перед органом надзора, контроля, выдавшим предписание. Копия предписания, распоряжение и отчет о выполнении направляется для контроля в СОТ и ПБ.

Предписания, выданные генеральному директору, либо его первому заместителю, направляются в СОТиПБ для регистрации, организации исполнения и контроля. Предписания, касающиеся функций одного цеха, отдела, службы после регистрации в СОТиПБ, направляются руководителю данного структурного подразделения для организации выполнения и отчетности. По предписаниям, касающимся функций нескольких отделов, СОТ и ПБ организует исполнение и контроль за их выполнением.

К газоопасным работам относятся работы, связанные с осмотром, чисткой, ремонтом, разгерметизацией технологического оборудования, коммуникаций, в том числе работы внутри емкостей, при проведении которых возможно выделение в рабочую зону взрывопожароопасных или вредных газов, паров, а также работы при недостаточном содержании кислорода (ниже 20% объемных) [23].

Газоопасные работы проводятся в соответствии с «Инструкцией по организации безопасного проведения газоопасных работ» с обязательным оформлением наряда-допуска и после выполнения всех предусмотренных в нем мероприятий.

Для обеспечения безопасных условий проведения газоопасных работ должен разрабатываться комплекс мероприятий, предусматривающих оформление документации на проведение работ, проведение инструктажа исполнителям, организацию контроля воздушной среды, определение режима работы и необходимых средств индивидуальной защиты, предохранительных приспособлений и т.п.

В «Перечне газоопасных работ» указывается место и характер работ, исполнители, необходимые средства индивидуальной защиты работающих.

При необходимости проведения газоопасных работ, не вошедших в «Перечень газоопасных работ», необходимо выполнять их в соответствии с инструкцией.

Указанный вид газоопасных работ в срок до 10 дней должен быть включен в «Перечень газоопасных работ».

К огневым работам относятся производственные операции, связанные с применением открытого огня, искрообразованием и нагревом до температуры, способной вызвать воспламенение материалов и конструкций.

Аварийными ситуациями на производстве метанола являются:

- загорание, пожар или взрыв в помещении или на открытой площадке;
- разгерметизация трубопровода или оборудования в помещении или на открытой площадке.

Основные правила безопасного ведения процесса, исключая возможность возникновения взрывов, пожаров, отравлений, травм.

Точное соблюдение норм технологического регламента и выполнение требований инструкций по рабочим местам и по охране труда. Запрещается

превышать рабочие параметры в аппаратах и трубопроводах, установленные технологическим регламентом и рабочими инструкциями.

Исправность оборудования, арматуры, трубопроводов, контрольно-измерительных приборов, систем аварийной сигнализации и защитных блокировок.

Работа с неисправными предохранительными устройствами не допускается. Предохранительные клапаны должны быть испытаны на соответствующее давление и опломбированы с составлением соответствующего акта.

Немедленное устранение любой утечки горючих и агрессивных газов и жидкостей.

Во избежание скопления горючих газов и паров в производственных помещениях должна быть обеспечена непрерывно действующая вентиляция. Необходимо производить анализы воздушной среды на присутствие взрывоопасных и токсичных примесей согласно утвержденному графику.

Обслуживающий персонал обязан периодически контролировать отсутствие пропусков, гидравлических ударов и вибрации на оборудовании и трубопроводах.

Следить за креплением трубопроводов, работающих под давлением.

Между фланцами допускается установка заглушек только с хвостовиками, выступающими за наружную поверхность фланцев. Хвостовик должен быть окрашен в красный цвет, и на нем выбито: условное давление, условный проход и номер заглушки.

Подтягивание болтов фланцевых соединений трубопроводов, аппаратов, а также производство работ на оборудовании, находящемся под давлением, запрещается. Разбалчивание соединений на коммуникациях и аппаратах высокого давления должно производиться только после снижения давления в ремонтируемом аппарате или на участке коммуникации до атмосферного с обязательной проверкой отсутствия давления.

Отогрев замерзших трубопроводов, вентиляей, кранов, задвижек производить горячей водой или паром. Применять для этих целей открытый огонь запрещается. Разогрев ледяных пробок в лопнувшем трубопроводе без предварительного его отключения от работающей системы и при наличии в нем продуктов под давлением не разрешается.

Открытие и закрытие вентиляей и задвижек производить рукой медленно и плавно. Нельзя для этой цели применять ломы и рогаки.

При работе с паром и паровым конденсатом необходимо соблюдать меры предосторожности: подачу пара в подключаемые паропроводы производить медленно, постепенно прогревая паропровод и дренируя конденсат, не допуская гидравлических ударов в подключаемых паропроводах. Подключение шлангов к штуцерам пара производить с помощью специальных хомутов. Открытие и закрытие вентиляей и задвижек на трубопроводах пара производить в защитных очках и рукавицах.

Все аппараты, трубопроводы со средами, имеющими высокую температуру, должны быть изолированы. При температуре наружной стенки поверхности трубопровода или аппарата выше 45 °С необходима теплоизоляция поверхности в местах, доступных для обслуживания.

Запрещается пользоваться неисправным ручным инструментом: молотками, зубилами и т.п., не отвечающим требованиям техники безопасности, гаечными ключами несоответствующих размеров, с разбитыми или разогнутыми губками, со сбитой рабочей гранью.

Фланцевые соединения трубопроводов, арматуры, по которым транспортируются едкие вещества, должны иметь защитные кожуха, препятствующие разбрызгиванию среды при пропуске фланцевых соединений.

Проливы метанола, кислот, щелочей, масла и других агрессивных или горючих жидкостей необходимо немедленно нейтрализовать и убрать, не допуская загазованности территории и загорания пролитой жидкости.



Тряпки, ветошь и другие обтирочные материалы нужно собирать в металлические ящики с крышками. Содержимое этих ящиков не реже одного раза в смену перед окончанием работ следует вывозить на регенерацию или на уничтожение.

Ремонт оборудования и коммуникаций, находящихся под избыточным давлением азота, разрешается вести только после предварительной подготовки к ремонту и продувки воздухом до содержания кислорода не менее 20 % (по лабораторному анализу).

Необходимо находиться на рабочем месте только в положенной спецодежде и спецобуви, постоянно иметь при себе средства индивидуальной защиты.

Все дороги и проезды на территории производства метанола необходимо содержать в исправном состоянии, своевременно ремонтировать, в зимнее время очищать от снега, а в ночное время освещать для безопасного проезда.

За исправное содержание дорог и подъездов несут ответственность лица, назначенные приказом по предприятию, и начальник производства.

Должен быть обеспечен подъезд пожарных автомобилей ко всем зданиям, сооружениям и наружным установкам.

Территорию производства необходимо содержать в чистоте, не допускать загрязнения горючими жидкостями, мусором, отходами производства.

Дороги, проезды и противопожарные разрывы между отдельными зданиями и сооружениями нельзя загромождать и использовать для складирования материалов, деталей, оборудования.

Содержание территории, дорог, проездов должно соответствовать «Правилам пожарной безопасности при эксплуатации предприятий химической промышленности» (ВНЭ 5-79).

О закрытии отдельных участков дорог или проездов для ремонта или по другим причинам, препятствующим проезду пожарных автомобилей,

необходимо немедленно уведомлять пожарную охрану. На период ремонта дорог в соответствующих местах должны быть установлены указатели направления объезда или устроены проезды через ремонтируемые участки.

Запрещается строительство временных складов и сооружений на территории производственной зоны.

Для рационального использования при производстве работ рабочей силы мероприятия по организации труда должны предусматривать:

- правильную расстановку рабочих;
- разделение и кооперацию труда;
- применение безопасных методов работ;
- соблюдение последовательности операций;
- оптимальную организацию рабочего места в части размещения в удобном для выполнения строительного процесса необходимых материалов и средств производства;
- своевременное обеспечение работ материально-техническими ресурсами;
- создание условий, исключающих воздействие факторов, оказывающих вредное влияние на здоровье и производительность труда рабочих [35].

Кроме основной профессии члены звена должны владеть смежными специальностями и быть способны выполнять несложные операции других видов работ.

## **2.2 Статистика аварий на объектах на объектах нефтегазовой отрасли**

За 12 месяцев 2020 г. в Средне-Поволжское управление Ростехнадзора (далее Управление) поступило 1976 заявления на регистрацию объектов в государственном реестре опасных производственных объектов. Из них зарегистрировано в КСИ 639 заявления, что на 40,5 % меньше чем в 2019 г. В

регистрации 1074 заявлений было отказано по различным основаниям, что на 50,4 % больше чем в 2019 г. 528 ОПО было исключено [9].

В территориальную аттестационную комиссию Управления было вызвано 6205 человек. Явились на аттестацию 4239 человек. Из них 2278 чел. были аттестованы полностью, 784 чел. частично аттестованы, не сдали – 1177 человек [9].

В целом, состояние промышленной безопасности в поднадзорных организациях, эксплуатирующих ОПО, удовлетворительное. При этом негативным фактором является быстрое старение основных производственных фондов, которое не компенсируется вводом нового оборудования [9].

Все юридические лица, эксплуатирующие опасные производственные объекты нефтегазодобывающего комплекса согласно требований «Порядка проведения технического расследования причин аварий, инцидентов и случаев утраты взрывчатых материалов промышленного назначения на объектах, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору» от 19.08.2011г. № 480 направили информацию о происшедших инцидентах на опасных производственных объектах в Средне-Поволжское управление Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору [9].

Исходя из анализа материалов, представленных организациями, инцидентов с начала года не было. Основной причиной инцидентов произошедших в прошлом году на промысловых (межпромысловых) трубопроводах явилась внутренняя коррозия.

Акционерное общество «Новокуйбышевский нефтехимическая компания» (АО «ННК»).

Авария случилась 09.04.2020г. в 14 час. 28 мин на опасном производственном объекте рег. №А53-00291-0071 «Площадка производства олефинов и синтетического этанола» в отделении 1402 цеха №14 производства олефинов и синтетического этанола Акционерного общества

«Новокуйбышевская нефтехимическая компания». В помещении компрессорной отделения 1402 цеха № 14 произошло разрушение и разгерметизация цилиндра II ступени (IV ступени по технологическому регламенту) компрессора техн. №32/4 с выходом компримируемого взрывопожароопасного продукта (пирогаза), его воспламенением с хлопком и последующим факельным горением.

В результате аварии произошёл групповой тяжелый несчастный случай, пострадало 5 человек.

В августе техническое расследование данной аварии было завершено. Установлено, что разрушение и разгерметизация корпуса второй ступени поршневого компрессора произошли при запуске в эксплуатацию после текущего ремонта в результате гидроудара в его водяной полости, который был вызван рядом технических причин, основной из которых является попадание в поток компримируемого газа посторонних металлических частиц, образовавшихся в результате коррозионно-эрозионного износа внутренних выступов стыковых сварных швов подводящей линии второй ступени компрессора.

Возникновение аварии в отделении № 1402 цеха № 14 АО «Новокуйбышевская нефтехимическая компания» 09.04.2020 г. произошло в результате разрушения и разгерметизации корпуса второй ступени поршневого компрессора марки 5Г-100/6/43, зав. № 10, техн. № 32/4, производства Пензенского компрессорного завода, 1960 г. выпуска. Разрушение и разгерметизация корпуса второй ступени поршневого компрессора марки 5Г-100/6-43, зав. № 10, техн. № 32/4 произошли при запуске в эксплуатацию после текущего ремонта в результате гидроудара (импульсного повышения давления) в его водяной полости, который был вызван следующими техническими причинами:

- 1) попадание в поток компримируемого газа посторонних металлических частиц: образовавшихся в результате коррозионно-эрозионного износа внутренних выступов стыковых сварных швов

линии всаса второй ступени компрессора (на участках местного избыточного проплава) – округлые частицы из углеродистой стали с литой структурой, содержащие поры, раковины, шлаковые включения (по виду, составу и микроструктуре идентичны каплям металла, образующимся при сварке или кислородной резке), часть сварочного электрода, часть сварного соединения, часть хвостовика напильника.

- 2) нарушение пропускной способности нагнетательного клапана рабочей камеры на стороне крышки цилиндра компрессора в результате попадания одной или нескольких металлических частиц под диск клапана с ограничением ее рабочего хода (заклиниванием). В результате заклинивания диска поток газа из клапана выходил из одной его стороны, струей шириной ~80 мм в направлении выходного патрубка нагнетательной камеры;
- 3) резкое возрастание, превышение допускаемых значений давления и температуры компримируемого газа в рабочей камере цилиндра компрессора на стороне заклинившего нагнетательного клапана; зарождение и рост поперечной усталостной трещины в рабочей камере (а также трещин на впускном и выпускном отверстиях) в результате превышения допускаемых нагрузок; образование разгарной сетки трещин на поверхности нагнетательной камеры на участке, обдуваемом струей горячего газа, выходящего из заклинившего нагнетательного клапана;
- 4) прорастание трещины от края выпускного отверстия сквозь стенку рабочей камеры, выход малого количества газа в камеру водяного охлаждения, его скопление в верхней части камеры и выход через трубопровод отвода воды в лейку (на этом этапе был услышан свист);
- 5) достижение критического размера поперечной трещины в рабочей камере цилиндра, лавинообразное ее развитие на всю толщину

стенки и  $\frac{3}{4}$  окружности рабочего цилиндра, выход большого количества газа с нештатно высокими давлением и температурой в камеру водяного охлаждения цилиндра, возникновение в ней импульса давления, разрушение цилиндра компрессора.

Организационные причины:

- 1) 09.04.2020 не обеспечена немедленная остановка поршневого компрессора техн. № 32/4 при появлении кратковременного свиста.
- 2) Не выполнен текущий ремонт компрессора 09.04.2020, а именно: не проводился контроль технического состояния впускных и нагнетательных клапанов второй ступени компрессора.
- 3) Во время обкатки компрессора вхолостую не приняты достаточные меры, исключающие попадание посторонних предметов и пыли в полости цилиндров и во всасывающие трубопроводы, а именно: на период обкатки не были установлены временные фильтры, исключающие возможность попадания в цилиндры посторонних предметов, грязи и окалины.
- 4) Отсутствуют приборы постоянного контроля за температурой охлаждающей воды системы охлаждения компрессора 32/4 отделения 1402 цеха №14 с сигнализацией опасных значений температуры и блокировкой в систему противоаварийной защиты при достижении предельно допустимого значения.
- 5) Отсутствие в инструкциях № 14-(1402)-Т-17 по обслуживанию и ремонту насосно-компрессорного оборудования требования по действиям обслуживающего персонала (машинистов) при обкатке, испытаниях, вводу в эксплуатацию после ремонта, остановочных операциях при выводе в ремонт, в том числе отключение двигателя компрессора, нахождение возле пульта, распознаванию неполадок и быстроте реагирования на их возникновение, назначении ответственного лица из числа обслуживающего персонала (машинистов) за отключение двигателя компрессора при

возникновении неполадок при его обкатке, испытаниях и вводу в эксплуатацию после ремонта, нахождению этого лица возле пульта, распознаванию неполадок и быстроте реагирования на их возникновение.

- б) В нарушение Инструкций по обслуживанию и ремонту насосно-компрессорного оборудования АО «ННК» № О-45, №П2-05 ЭТО-УТН-026, 09.04.2020 ремонтные работы выполнялись в отсутствие контроля со стороны заместителя начальника цеха, механика цеха;

В нарушение должностных инструкций, контроль за выполнением ремонтных работ в цехе № 14 09.04.2020 ремонтные работы выполнялись в отсутствие контроля со стороны: заместителя начальника цеха, главного специалиста по ЭКНО, механика цеха, старшего мастера РМФ АО «ННК».

Общество с ограниченной ответственностью Производственно-коммерческое предприятие «ТИРА ЛПС» (ООО ПКП «ТИРА ЛПС»).

ОПО «Площадка цеха переработки абсорбентов», рег. № А53-03798-0001, III класса опасности.

Авария случилась 13.11.2019 в 23 час. 00 мин. на «Площадке цеха по переработке абсорбентов» ООО ПКП «ТИРА-ЛПС».

При проведении стандартной технологической операции по разогреву абсорбента с мазутом в испарителе №1 первого технологического потока в режиме простоя произошло возгорание абсорбента в районе испарителя №2 второго технологического потока.

На настоящий момент расследование аварии завершено в 2020 году.

Акционерное общество «Нефтегорский газоперерабатывающий завод» (АО «НГПЗ»).

На опасном производственном объекте «Площадка подготовки, переработки и компремирования газа», А53-00062-0001, I класса опасности, на установке «Переработка газа», трубопровода «Сырого газа с сепараторного отделения на установку низкотемпературной конденсации».

09.03.2020 в 23:01 местного времени оператором технологических установок обнаружен свищ в сварной шов трубопровода Ду 200 «Сырой газ с сепараторного отделения на НТК».

В 0:00 приступили к остановке завода, в 02:00 прекратили приём газа. Проведены подготовительные работы (установка заглушек, пропарка трубопровода). Ведутся ремонтные работы по устранению инцидента. Угроза возникновения аварии отсутствует.

Акционерное общество «Новокуйбышевский нефтеперерабатывающая компания» (АО «ННК»).

На опасном производственном объекте «Площадка установок и складов цеха №24 по гидроочистке, каталитическому риформингу и изомеризации бензиновых фракций, приему и отпуску сырья», рег. № А53-00301-0006, I класса опасности, на установке Л-24-300/2 цеха №24 на отметке +2 м в районе теплообменника Т-101, произошёл выход из фланцевого соединения Ду-300 трубопровода №24 «линия стабильного гидрогенизата из К-101 в Т-101» газожидкостной фракции (разновесная смесь керосина и ВСГ) при температуре 220 °С, с последующим самовоспламенением.

В 11:00 выход продукта из фланцевого соединения Ду-300 трубопровода №24 «линия стабильного гидрогенизата из К-101 в Т-101» прекратился в связи с отсечением участка трубопровода. В 11:07 закончен осмотр места происшествия и убран разлив воды от тушения. Угроза возникновения аварии отсутствует.

Акционерное общество «Сызранский нефтеперерабатывающий завод» (АО «СНПЗ»).

07.07.2020 в 16 час. 44 мин. (время местное) на установке гидроочистки дизельного топлива Л-24/7 цеха №18 в результате разгерметизации секции аппарата воздушного охлаждения (далее – АВО) Х-1 произошел выход газопродуктовой смеси (дизельное топливо – водородсодержащий газ, температура самовоспламенения в воздухе 1000С) с последующим факельным горением. Прибором для измерения давления АВО Х-1 является



поз. PIR-55, установленный на выходе реактора Р-2. Давление в Р - 2 на этот момент составляло 43 кгс/см<sup>2</sup> (регламентное значение в пределах 25-50 кгс/см<sup>2</sup>). Ведение технологического режима осуществлялось в соответствии с технологическим регламентом № П1-02.02 ТО ТР- 00024-2016 ЮЛ-039, установки гидроочистки дизельного топлива Л-24/7 цеха №18. Пострадавших нет.

Акционерное общество «Нефтегорский газоперерабатывающий завод (АО «НГПЗ»).

С 02.03.2020 на 03.08.2020 с 20:00 до 7:15 газокompрессорный цех, в т.ч. сепараторное отделение, находился на нормальном технологическом режиме. В период с 06:55 до 07:05 обслуживающим персоналом проведен плановый обход сепараторного отделения ГКЦ, замечаний по работе технологического оборудования не выявлено. В 7 часов 15 минут начальник смены Демидов А.В., находясь на центральном диспетчерском пункте, услышал шум со стороны сепараторного отделения ГКЦ и увидел в окно, что произошла разгерметизация участка трубопровода Ду200 «Выход газа с холодильников поз. Х-6\1-5 до узла «Р» (узел пересечения эстакад)» с неконтролируемым выбросом газа (очищенный от сероводорода и меркаптана сырой попутный нефтяной газ). Пострадавших нет. Угроза возникновения аварии отсутствует.

Общество с ограниченной ответственностью «Новокуйбышевский завод масел и присадок».

В 14.22 (15.22 местн.) 29.10.2020 г. от начальника установки «Блок обратного водоснабжения» цеха №41 ООО «НЗМП» Майорова М.А. диспетчеру ПО ООО «НЗМП» Серовой О.В. на корпоративный мобильный телефон поступило сообщение о возгорании ёмкости Е-503 (бензиновый раствор присадки) установки по получению алкилсалицилатных присадок (далее АСП-3) цеха №42. Персоналом цеха №42 установка АСП-3 аварийно остановлена. Силами отделения 5 военизированного газоспасательного отряда АО «Средне-Волжский штаб военизированных газоспасательных

частей» (далее – 5-ВГСО) осуществляется контроль загазованности-превышения ПДК вредных веществ не зафиксировано. Пострадавших нет. Потери по производственной программе отсутствуют. Влияния на экологическую обстановку не оказано. Влияния на другие технологические установки Общества не оказано.

Динамика аварийности и травматизма на поднадзорных Ростехнадзору объектах за период с 2010 по 2019 годы представлена на рисунке 7.

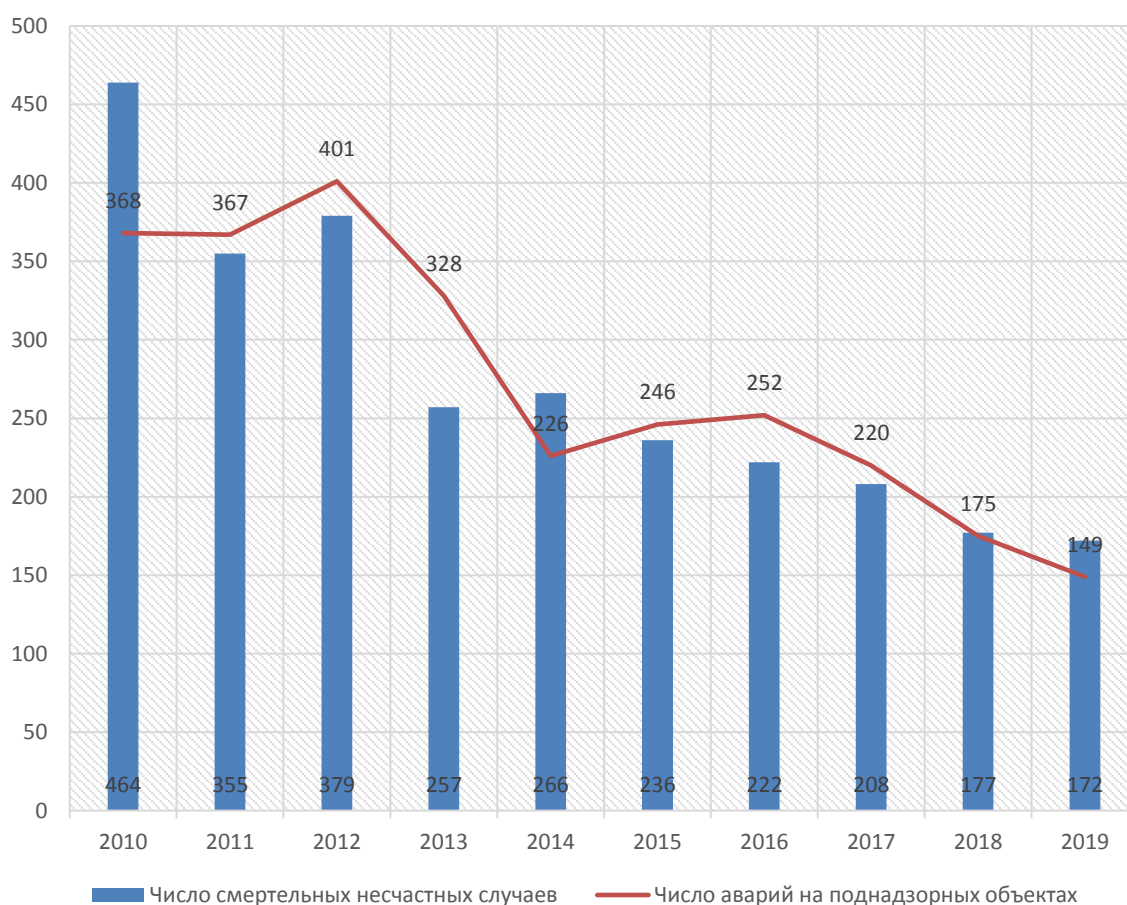


Рисунок 7 – Динамика аварийности и травматизма на поднадзорных Ростехнадзору объектах за период с 2010 по 2019 годы

Динамика аварийности и смертельного травматизма на опасных производственных объектах за 1995-2019 годы представлена на рисунке 8.

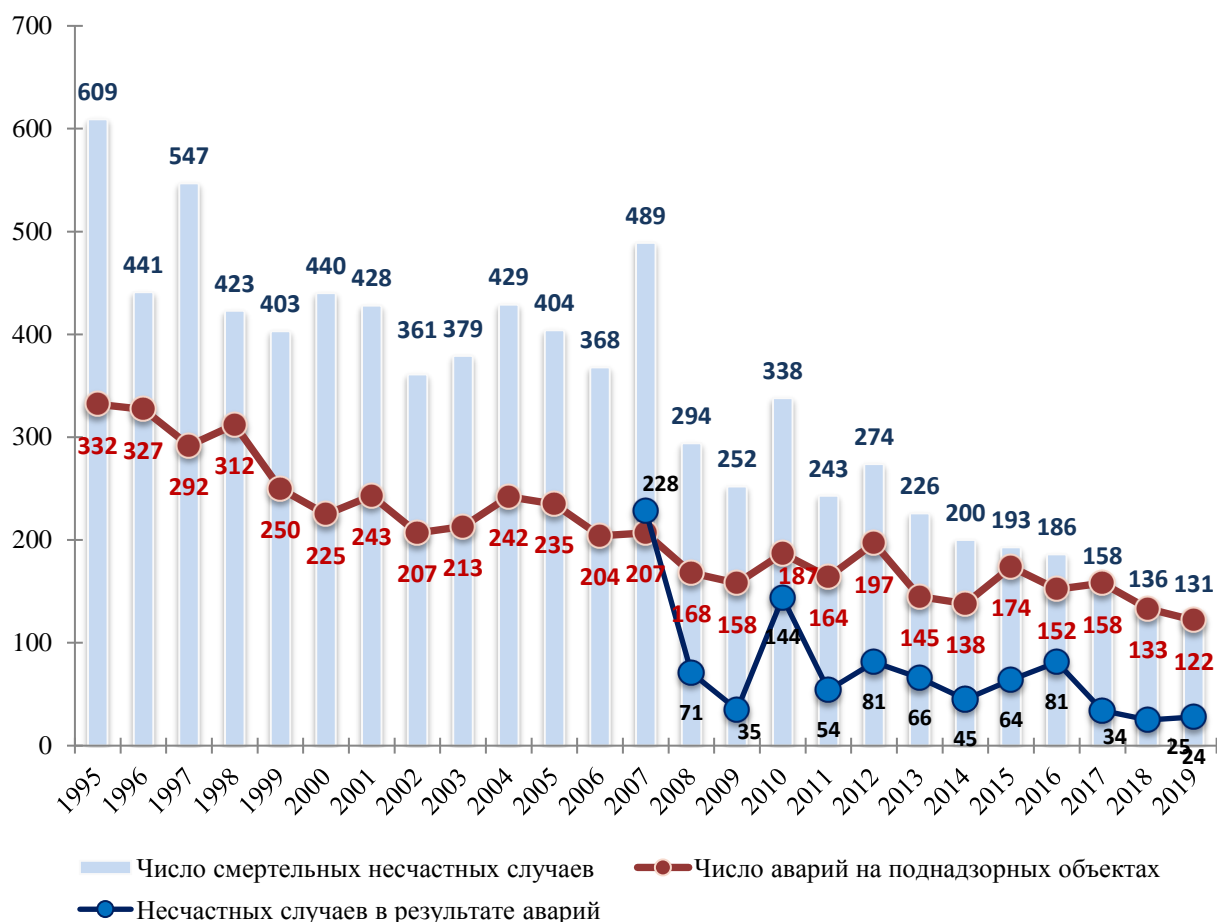


Рисунок 8 – Динамика аварийности и смертельного травматизма на опасных производственных объектах за 1995-2019 годы

Результаты анализа причин смертельного травматизма свидетельствуют о том, что основной причиной аварийности и смертельного травматизма является так называемый «человеческий фактор». Из общего количества погибших в 2019 году (131 чел.) в результате аварий погибло 24 человек (18,3 %).

Динамика аварийности и смертельного травматизма на объектах химического профиля (включая объекты оборонно-промышленного комплекса) за 2009-2019 годы представлена на рисунке 9.

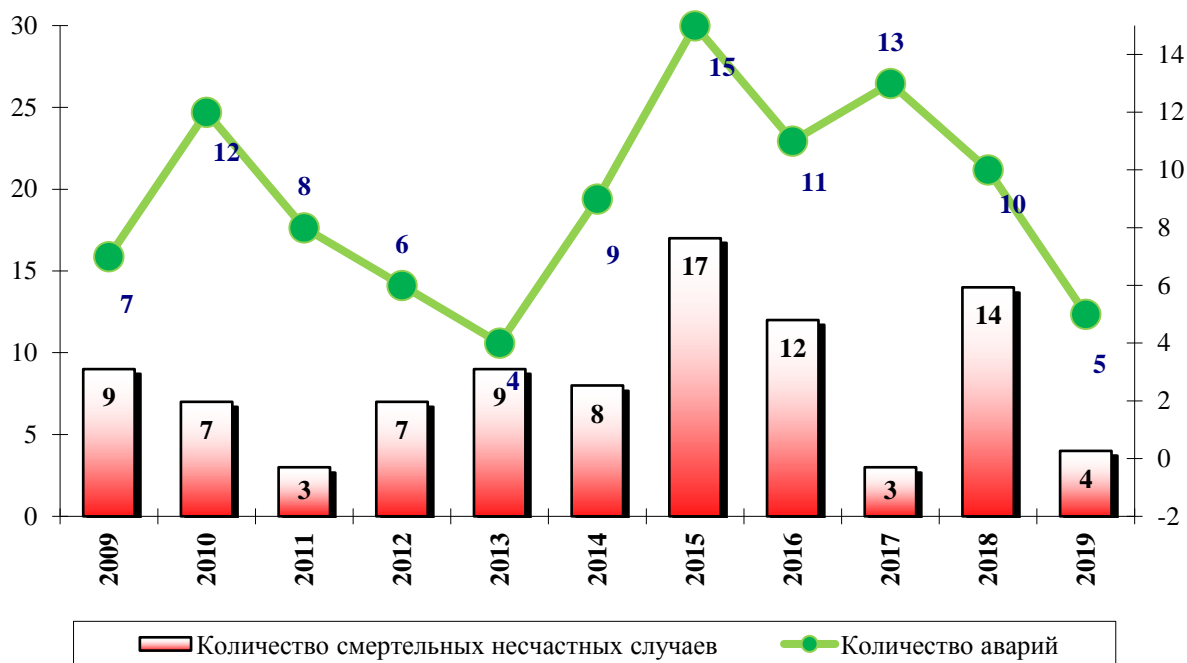


Рисунок 9 – Динамика аварийности и смертельного травматизма на объектах химического профиля (включая объекты оборонно-промышленного комплекса) за 2009-2019 годы

Динамика аварийности и смертельного травматизма на объектах нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности за 2009-2019 годы представлена на рисунке 10.

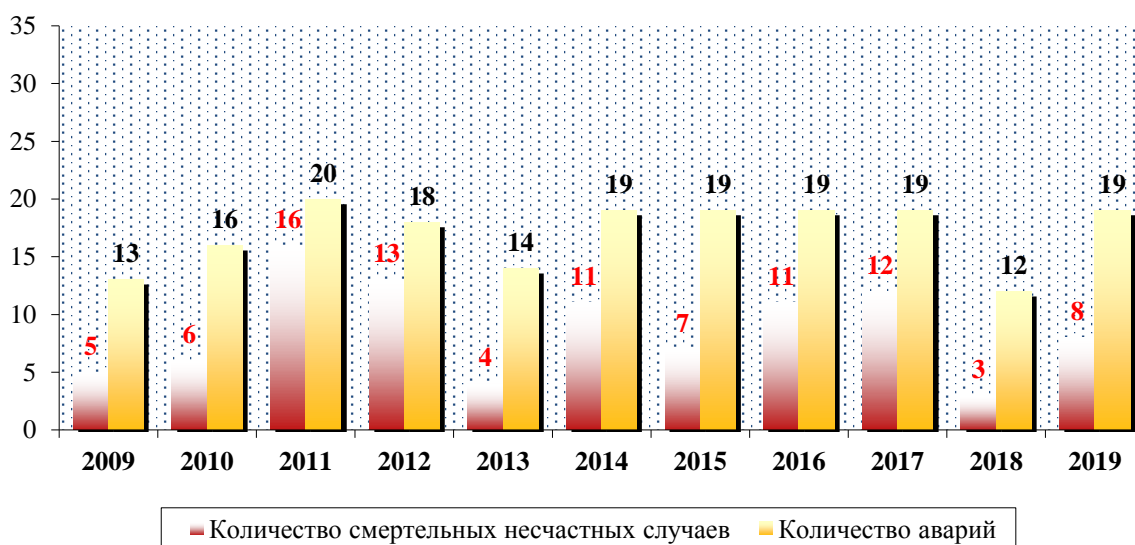


Рисунок 10 – Динамика аварийности и смертельного травматизма на объектах нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности з

За период статистического наблюдения с 1995 года аварийность на опасных производственных объектах (ОПО) снизилась более чем в 2 раза (на 63 %) [9].

Снижение уровня смертельного травматизма на ОПО за указанный период составило 78,5 % (с 609 до 131 несчастного случая со смертельным исходом). Данные показатели стали наименьшими (наилучшими) за всю историю Службы [9].

АО «Куйбышевский НПЗ». В 2020 году выполнены следующие мероприятия, направленные на обеспечение требований промышленной безопасности:

- проведена ревизия и ремонт 35 технологических печей на 7 ОПО;
- проведен ремонт 425 трубопроводов;
- отревизировано более 14000 штук запорной и предохранительной арматуры;
- проведено ЭПБ более 650 аппаратам и трубопроводам;
- проведена чистка 330 единиц теплообменного оборудования.

АО «Сызранский НПЗ». Произведены работы по оснащению дистанционным отключением и монтажу отсекающих устройств с дистанционным управлением на линиях всасывания и нагнетания компрессоров (2 ед.) в компрессорной, насосов (4 ед.) в сырьевой насосной, насосов (6 ед.) в насосной стабилизации технологической установки ЛГ-35/11-300.

Оснащены средствами автоматизации сепараторы (2 ед.) компрессоров ПК-1,2 и компрессора ЦК-1, обеспечивающими удаление жидкости из него при достижении регламентированного уровня технологической установки ЛГ-35/11-300.

Произведены работы по оснащению двойным торцевым уплотнением насосных агрегатов (2 ед.) участка №3 производства №4.

Оснащен двойным торцевым уплотнением насосный агрегат (1 ед.) в открытой насосной эстакад №№ 1, 2 налива темных нефтепродуктов.

Произведен ремонт несущей конструкции эстакады №2 налива светлых нефтепродуктов производства № 4.

На технологической установке Л-35/6 произведена замена физически изношенного электрооборудования обдува поршневых компрессоров.

На технологической установке УМК-1 произведена замена физически изношенного оборудования – трех котлов утилизаторов. В настоящее время производится замена четвертого котла утилизатора.

В рамках ревизии и ЭПБ произведена ультразвуковая толщинометрия 498 технологическим трубопроводам.

Для повышения надежности электроснабжения заменены ввода ВЛ - 110 кВ на ГПП-2, в настоящее время проводятся работы по реконструкции главной понизительной подстанции завода ГПП-1.

Произведен ремонт помещений подстанций по энергообеспечению технологических установок ЭЛОУ АВТ-5, ЭЛОУ АВТ-6.

Здравпункт и реанимобиль для оказания первой неотложной помощи обеспечены дефибрилляторами.

В полном объеме произведено оснащение ж/д и авто эстакад стационарными страховочными системами от падения с высоты.

Проводятся работы по оснащению системами видеонаблюдения мест проведения работ повышенной опасности.

Для выполнения газоопасных работ закуплены станции воздухообеспечения «Каскад» в количестве 39 штук.

С целью повышения уровня промышленной безопасности в АО «ННК» за 12 месяцев 2020 года выполнено следующее:

- проведен капитальный ремонт цехов №9, 10, 11, 12, 13 производства фенола, ацетона, альфаме-тилстирола и ПТБФ.
- проведена экспертиза промышленной безопасности (ЭПБ) 612-ти единицам технических устройств и 33 единицам зданий и сооружений;

- в целях повышения герметичности технологического оборудования, в цехе №9 проведена замена труб из нержавеющей стали на фторопластированные трубопроводы;
- проведена замена физически-изношенного вентиляционного оборудования в цехе №14 (2 ед.);
- в целях выполнения предписания Ростехнадзора, в цехе №10 выполнены строительные работы по замене колонны и ремонту балок металлической этажерки;
- в целях обеспечения безопасности сооружений в процессе эксплуатации, в цехе №6 проведен монтаж ограждения открытой насосной;
- в целях доведения до норм динамического оборудования, в цехе №1 на насосном оборудовании установлены обратные клапана (2 ед.);
- на отделении 0302 цеха №3 в помещении операторной выполнено оснащение сигнализацией о неисправной работе вентиляционных систем;
- насосы Н-6а, Н-6б, Н-7а оснащены сигнализациями и блокировками в закрытой насосной отделения 0306 цеха №3;
- ввели в эксплуатацию емкость Е-11 для аварийного слива ацетона с в/ц на отделении 1101 цеха №11;
- на резервуарах Р-25/7, Р-25/8 отделения 1101 цеха №11 и Р-25/9 отделения 1102 цеха №11 заменили дыхательные клапана (КДС) и огнепреградители;
- в цехе № 9 выполнен капитальный ремонт резервуара Р-25/5 на отделении 0902 и резервуара Р-41/2 на отделении 0904;
- по цеху №1 в рамках доведения до норм динамического оборудования смонтированы датчики СиПАЗ по насосам Н-7а, Н-7/1, Н-7/2;

- в целях обеспечения безопасности сооружений в процессе эксплуатации, в цехе №6 проведена замена фундамента АВЗ-71, проведена замена лестничных маршей;
- установлены электронные уровни на емкостях в цехе №6;
- в цехе №7 выполнены работы по освобождению емкостей Е-22/6,7 от остатков серной кислоты;
- в цехе №5 выполнены строительные работы по восстановлению кирпичной кладки основания колонн.

Вывод по главе.

В разделе выяснено, что метанол обладает политропным действием с преимущественным воздействием на нервную систему, печень, почки. Обладает выраженным кумулятивным эффектом, поэтому метанол наиболее опасен в производственных условиях при ежедневном вдыхании даже небольших количеств его паров. Смертельная доза – 30 см<sup>3</sup>, тяжелые отравления, сопровождающиеся слепотой, происходят при приеме внутрь 5÷10 см<sup>3</sup>. С воздухом метанол образует взрывоопасные смеси.

Ответственность за организацию и осуществление производственного контроля на предприятии несут генеральный директор и лица, на которых возложены такие обязанности.

Газоопасные работы на объекте проводятся в соответствии с «Инструкцией по организации безопасного проведения газоопасных работ» с обязательным оформлением наряда-допуска и после выполнения всех предусмотренных в нем мероприятий.

Аварийными ситуациями на производстве метанола являются:

- загорание, пожар или взрыв в помещении или на открытой площадке;
- разгерметизация трубопровода или оборудования в помещении или на открытой площадке.



Ремонт оборудования и коммуникаций разрешается вести только после предварительной подготовки к ремонту и продувки воздухом до содержания кислорода не менее 20 % (по лабораторному анализу).

Результаты анализа причин смертельного травматизма на поднадзорных Ростехнадзору объектах свидетельствуют о том, что основной причиной аварийности и смертельного травматизма является так называемый «человеческий фактор». Из общего количества погибших в 2019 году (131 чел.) в результате аварий погибло 24 человек (18,3 %).

За период статистического наблюдения с 1995 года аварийность на опасных производственных объектах (ОПО) снизилась более чем в 2 раза (на 63 %).

Снижение уровня смертельного травматизма на ОПО за указанный период составило 78,5 % (с 609 до 131 несчастного случая со смертельным исходом). Данные показатели стали наименьшими (наилучшими) за всю историю Службы.

### **3 Разработка рекомендаций по обеспечению безопасности на исследуемом объекте**

#### **3.1 Рекомендуемые мероприятия по обеспечению безопасности при проведении капитального ремонта стального резервуара**

Работы по устройству гидроизоляции с применением сухих смесей «Сармат» должны проводиться безопасными методами при обязательном соблюдении правил техники безопасности, противопожарных норм и санитарной гигиены.

Несмотря на простоту самой технологии нанесения состава «Акванит» и его безопасность, полный комплекс гидроизоляционных работ предполагает выполнение таких операций, которые требуют повышенного внимания и дисциплины (погрузочно-разгрузочные работы, работы на высоте и наклонных поверхностях, очистка поверхности от загрязнений с применением растворителей, преобразователей и др. работы).

Кроме того, гидроизоляция может устраиваться в зонах с постоянно действующими опасными факторами (участки вблизи неогражденных перепадов по высоте, действующих грузоподъемных механизмов, открытой электропроводки или рабочих зон, на которых параллельно могут вестись другие работы).

На всех этапах гидроизоляционных работ должны соблюдаться требования СНиП III-4 по технике безопасности в редакции 1989 г., СНиП 3.01.01 по организации строительного производства, ППБ-05 по правилам пожарной безопасности при производстве строительного-монтажных работ (СМР), ГОСТ 12.0.004 на организацию обучения работающих безопасности труда, ГОСТ 12.3.002 на производственные процессы, ГОСТ 12.3.009 на погрузочно-разгрузочные работы, ГОСТ 12.3.035 на окрасочные работы, ГОСТ 12.3.033 на эксплуатацию строительных машин, ГОСТ 12.4.011 на средства защиты работающих, ГОСТ 12.4.059 на ограждения

предохранительные инвентарные, ГОСТ 23407 на ограждения строительных площадок и участков производства СМР, ГОСТ 24258 на средства подмащивания, ГОСТ 27372 на люльки для СМР.

Необходимо также руководствоваться паспортами и инструкциями по эксплуатации инструмента, машин, технологической оснастки, указаниями изготовителя по применению состава «Акванит».

К производству гидроизоляционных работ рабочие могут быть допущены только после прохождения обучения по вопросам техники безопасности и безопасным методам труда, а также вводного инструктажа и инструктажа на рабочем месте.

Периодичность проверки знаний не должна превышать одного года. Кроме того, с рабочими не реже одного раза в квартал следует проводить инструктаж по безопасности труда.

Обеспечение работников, занятых на гидроизоляционных работах, средствами индивидуальной защиты должно осуществляться в соответствии с отраслевыми нормами выдачи специальной одежды, обуви, касок, респираторов и др. средств.

При гидроизоляции вертикальных наружных поверхностей следует обозначать границы опасной зоны и устанавливать их в следующих пределах: 1,5-3,5 м от здания (сооружения) при возможном падении предметов с высоты до 10 м, 3,5-5,0 м при высоте падения от 10 до 20 м, 5,0 - 7,0 м при высоте возможного падения более 20 м.

Входы в строящееся здание (сооружение) должны быть защищены сверху сплошным навесом шириной не менее ширины входа с вылетом не менее 2,0 м от стены здания. Навес должен располагаться наклонно, образуя со стеной угол 70 - 75°.

Складирование материалов, размещение оснастки и оборудования в рабочей зоне должно предусматриваться таким образом, чтобы они не создавали помех при выполнении работ и, в том числе, не стесняли проходы к рабочему месту. Минимальная ширина свободных проходов должна

составлять не менее 0,6 м.

В темное время суток или при работе в закрытых помещениях без световых проемов электроосвещенность изолируемой поверхности должна составлять не менее 30 лк.

Механизированную погрузку-разгрузку оборудования, оснастки, материалов необходимо производить при освещенности рабочего участка не менее 10 лк, а при выполнении ее ручным способом – не менее 2,0 лк.

К выполнению гидроизоляционных работ должны допускаться лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование.

На объекте они должны быть обеспечены помещениями для пищи, отдыха, хранения одежды, аптечками, питьевой водой и пр.

До начала работы инструмент, механизмы, технологическая оснастка должны быть проверены на исправность и надежность и при необходимости приведены в состояние, отвечающее предъявляемым к ним техническим требованиям.

Особого внимания требует работа с использованием грузозахватных устройств, установок сжатого воздуха, электронагревателей, средств подмащивания.

Перед началом работы леса и подмости высотой до 4,0 м должны быть приняты в эксплуатацию линейным ИТР. При высоте более 4,0 м их установка должна быть освидетельствована комиссией, назначаемой руководителем подрядной организации.

При применении взрывоопасных растворителей, преобразователей и прочую тару во время перерывов следует закрывать крышками или пробками. В случае использования металлической тары ее необходимо открывать инструментом, не вызывающим искрообразования.

При производстве работ в холодное время года с использованием электронагревателей необходимо строго соблюдать правила пожарной безопасности.

Не допускается оставлять включенными в сеть нагревательные элементы по окончании рабочей смены для поддержания температуры без надзора.

Работа по приготовлению рабочего состава «Акванит» должна выполняться в соответствии с требованиями безопасности и производственной санитарии, установленными для предприятий цементной промышленности.

Помещение для приготовления рабочего состава должно периодически проветриваться или иметь вентиляцию.

Рабочие-изолировщики обязаны в процессе приготовления использовать средства индивидуальной защиты (респираторы, очки, рукавицы, спецодежду).

### **3.2 Разработка проекта технического решения, направленного на повышение техносферной безопасности**

В качестве технического решения, направленного на повышение безопасности очистки конструкции резервуара от коррозии исследуем инновационные способы очистки металла от коррозии в качестве замены особо вредного пескоструйного метода [11].

Рассмотрим патент RU2524603C2 Российская Федерация. Способ гидрокавитационной очистки поверхности от загрязнений и покрытий / Мамонтов Михаил Олегович (RU). : заявители и правообладатели Мамонтов Михаил Олегович (RU) и Маклаков Андрей Иванович (RU) ; заявл. 27.06.2012 ; опубл. 27.07.2014.

«Изобретение относится к технологии и оборудованию для очистки поверхности от всевозможных покрытий и загрязнений» [19].

«Общеизвестны способы и методы очистки поверхности: пескоструйный, гидроабразивный, гидродинамический и т.д.» [19].

«Пескоструйный метод очистки основан на использовании энергии сжатого воздуха для транспортировки, разгона и удара абразивных частиц о

поверхность. За счет механической работы абразивной частицы идет разрушение материала покрытий с одновременной подготовкой поверхности для нанесения новых защитных материалов» [19].

«Очень большим недостатком этого метода является большая запыленность рабочего места, превышающая параметры санитарных норм. Пыль оседает на оборудование, где есть вращающиеся узлы и детали. Подготовка производства технологически сложна, абразив должен быть просушен, просеян, хорошо упакован» [19].

«Гидроабразивный метод очистки поверхности основан на использовании энергии высокоскоростного потока воды, в который эжектируются частицы абразива» [19].

«Основным недостатком является большой расход воды и абразива для очистки больших площадей и заливка рабочего места отработанной водой, абразивом и продуктами удаления покрытий» [19].

«Гидродинамический метод очистки поверхности основан на использовании энергии высокоскоростной струи воды, которая за счет динамического воздействия на поверхность очищает ее от старого покрытия и загрязнений» [19].

«Основным недостатком является большой расход воды на единицу площади поверхности, заливка рабочего места отработанной водой и продуктами удаления покрытий» [19].

«Наиболее эффективным в плане очистки является кавитационное воздействие на очищаемую поверхность» [19].

«Задачей настоящего изобретения является повышение эффективности очистки поверхностей любых изделий, в том числе крупногабаритных и пространственных, от загрязнений и различных покрытий, в том числе полимерных, с использованием воды и ее производных без каких-либо дополнительных очищающих компонентов: абразивов, поверхностно-активных веществ, химических соединений и др., причем очистку производить на открытом воздухе» [19].

«Указанная задача решается за счет того, что в способе гидрокавитационной очистки поверхности от загрязнений и покрытий, в том числе полимерных путем обработки поверхностей высокотемпературной скоростной кавитирующей водной струей, согласно изобретению рабочую воду в процессе повышения давления подвергают виброакустическому воздействию с частотой, кратной частотам резонансного возбуждения кластеров воды» [19].

«В процессе испытаний металлические поверхности успешно очищались от солевых отложений, различных полимерных покрытий: ЭП-437, ХС-436, УР-11, ОС-1203, а также эпоксидно-полиуретанового покрытия «ProtegoIUR-Cating 32-60» и «UP-1000|Frucs 1000 А». Покрытие разрушалось, на поверхности следов, остатков покрытия не сохранялось» [19].

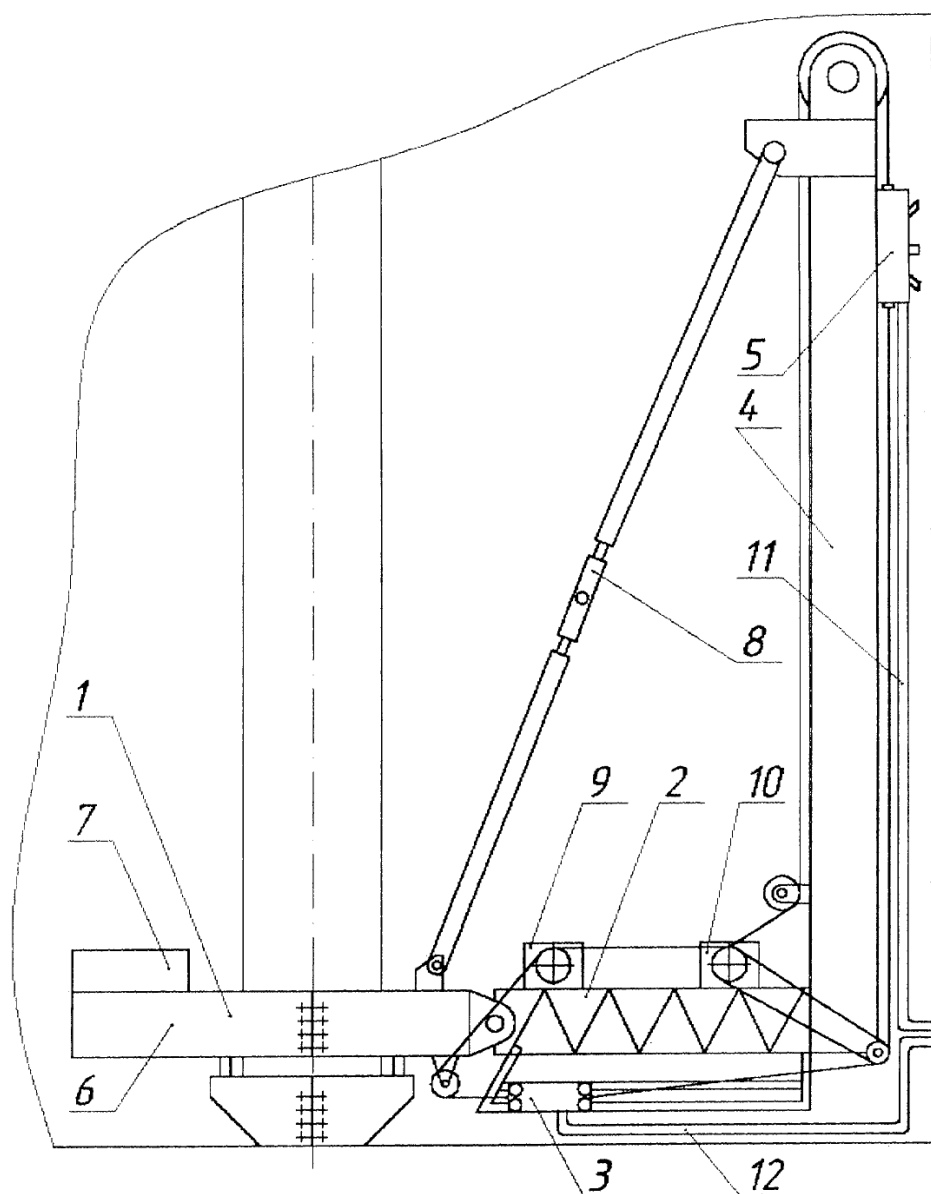
Реализация предложенного способа гидрокавитационной очистки поверхности от загрязнений и покрытий конструкций резервуара направлен на повышение техносферной безопасности проведения работ по капитальному ремонту стального резервуара на объекте исследования и позволит значительно снизить запыленность рабочего места, превышающей параметры санитарных норм.

В качестве технического решения, направленного на повышение безопасности нанесения антикоррозионного состава на внутренние конструкции резервуара исследуем инновационные способы окраски внутренних стенок промышленных резервуаров.

Рассмотрим патент RU34409U1 Российская Федерация. Установка для антикоррозионной защиты внутренней поверхности промышленных резервуаров / Дорофеева О.С. (RU). : заявитель и правообладатель Уфимский государственный авиационный технический университет (RU) ; заявл. 21.07.2003 ; опубл. 10.12.2003.

«Предложенная полезная модель представляется в виде механизированной установки, которая позволяет; объединить два технологических процесса антикоррозионной защиты» [20].

На рисунке 11 представлено устройство по патенту RU34409U1.



1 – основание, 2 – ферма, 3 – тележка, 4 – вертикальная ферма, 5 – тележка, 6 – стрела противовеса, 7 – груз противовеса, 8 – талреп, 9,10 – моторредуктор, 11,12 – шланги

Рисунок 11 – Установка для антикоррозионной защиты внутренней поверхности промышленных резервуаров



«Задачи полезной модели – повышение качества подготовки поверхности и нанесения лакокрасочного покрытия, исключение человека из вредной зоны технологического процесса» [20].

«Установка для антикоррозионной защиты внутренней поверхности промышленных резервуаров, содержащая сопло, расположенное в корпусе, шланг для подачи в сопло технологической смеси, отличающаяся тем, что введены основание с поворотным устройством, имеющим стрелу противовеса, груз противовеса, горизонтальную ферму, вертикальную ферму, талреп, установленный между вертикальной и горизонтальной фермами, тележки, с закрепленными на них соплами, с возможностью перемещения по горизонтальной и вертикальной фермам, дополнительные шланги для подачи в сопла технологических смесей, два планетарных мотор-редуктора, закрепленных на горизонтальной ферме, пульт управления, связанный с механизмом поворота, состоящий из приводной станции и канатной передачи» [20].

«Аналогичным образом осуществляют нанесение лакокрасочного покрытия на внутреннюю поверхность резервуара» [20].

«Таким образом, введение в технологический процесс механизированной установки для антикоррозионной защиты внутренней поверхности промышленных резервуаров позволяет повысить качество подготовки поверхности и нанесения лакокрасочного покрытия, позволяет исключить человека из вредной зоны технологического процесса» [20].

Реализация предложенной установки для антикоррозионной защиты внутренней поверхности промышленных резервуаров направлен на повышение техносферной безопасности проведения работ по капитальному ремонту стального резервуара на объекте исследования и позволит исключить человека из вредной зоны технологического процесса нанесения антикоррозионной защиты на внутренние конструкции промышленного резервуара.

В качестве мероприятий, направленных на повышение безопасности нанесения антикоррозионного состава на внешние конструкции резервуара предложены мероприятия по разделению и кооперация труда при проведении данных работ.

Члены звена должны при необходимости подстраховывать и заменять друг друга во избежание срыва работ. Так, изолировщик 2 разряда (ИЗ) должен быть в состоянии выполнить часть работ, которая относится к компетенции изолировщика 3 разряда (И2), а последний, в свою очередь, – изолировщика 4 разряда (И1). Изолировщик же 4 разряда в случае необходимости выполняет работу любого из отсутствующих членов звена.

При распределении обязанностей между членами звена основной задачей является сведение к минимуму простоев при выполнении основной операции по устройству гидроизоляции – нанесении рабочего состава «Акванит».

Работа должна быть спланирована таким образом, чтобы не было задержки с обеспечением фронта работ, своевременной подачей в рабочую зону материалов, устройством средств подмащивания и пр.

При общей подготовке перед нанесением на изолируемую поверхность рабочего состава должна предусматриваться кооперация труда рабочих с совместным выполнением таких работ, как расстановка в зоне работ механизмов и их запитка, устройство средств подмащивания, доставка сменного количества сухой смеси «Акванит» и др.

В процессе нанесения изоляционных слоев труд изолировщиков разделяется в зависимости от их квалификации. Так, изолировщик 2 разряда должен контролировать и обеспечивать необходимую чистоту и влажность поверхности на очередном ее участке (захватке, ярусе), помогать изолировщику 3 разряда при приготовлении рабочего состава, обеспечивать наносящего рабочий состав изолировщика всем необходимым по его просьбе.

Изолировщик 3 разряда отвечает за приготовление рабочего состава, устанавливает вместе с изолировщиком 2 разряда средства подмащивания, перемещает на новое место механизмы, оснастку, если они оказываются в зоне нанесения изоляционных слоев. Периодически он подменяет изолировщика 4 разряда, осуществляющего непосредственное нанесение рабочего состава «Акванит».

Изолировщик 4 разряда, в основном, выполняет наиболее ответственную работу, связанную с устройством гидроизоляционных слоев. Как старший в звене он, в первую очередь, несет ответственность за качество и своевременность работы, выполняемой другими членами звена, периодически проверяя их действия. В его обязанность входит также контроль за состоянием механизированного инструмента, электропроводки, шлангов для подачи сжатого воздуха и соблюдением рабочими звена правил техники безопасности. В этом ему помогает изолировщик 3 разряда.

Всеми членами звена должен осуществляться постоянный самоконтроль выполняемых операций. Во избежание несчастных случаев при проведении операций должны применяться безопасные методы работ.

Особого внимания требует работа, выполняемая с использованием лесов и подмостей высотой более 4,0 м, а также механических средств подмащивания.

При устройстве гидроизоляции необходимо строго выдерживать последовательность операций, предусмотренную ППР (основными положениями), с соблюдением необходимых технологических перерывов между нанесением отдельных слоев, а также условий выполнения работ. Каждый законченный слой изоляции должен предъявляться ИТР для проверки.

При значительных объемах гидроизоляции работы должна выполняться несколькими звеньями, объединяемыми в бригады.

При этом разделение и кооперация труда при выполнении вспомогательных и основных операций должны обеспечивать их синхронное выполнение в масштабе всей бригады поточным методом.

Вывод по главе.

Реализация предложенного способа гидрокавитационной очистки поверхности от загрязнений и покрытий конструкций резервуара направлен на повышение техносферной безопасности проведения работ по капитальному ремонту стального резервуара на объекте исследования и позволит значительно снизить запыленность рабочего места, превышающей параметры санитарных норм.

Реализация предложенной установки для антикоррозионной защиты внутренней поверхности промышленных резервуаров направлен на повышение техносферной безопасности проведения работ по капитальному ремонту стального резервуара на объекте исследования и позволит исключить человека из вредной зоны технологического процесса нанесения антикоррозионной защиты на внутренние конструкции промышленного резервуара.

При работе бригадой необходимо четко распределить фронт работ между звеньями, наметить общее направление движения и последовательность выполнения гидроизоляции по захваткам, ярусам, этажам. Целесообразно, с учетом характеристики объекта, предусмотреть кооперацию труда в бригаде при выполнении таких работ, как подготовка поверхности перед нанесением рабочего состава, устройство средств подмащивания и др.

## Заключение

В рамках темы выпускной квалификационной рассмотрен тип конструкций надземных резервуаров, выполненных из ударопрочной первоклассной стали.

Надземные резервуары в настоящее время изготавливаются промышленностью из высококачественной стали. Для емкости характерна вертикальная или горизонтальная компоновка. Крыша вертикальных резервуаров, в зависимости от их назначения, может быть в стационарном, либо в нестационарном (плавающем) исполнении.

Рассмотрен проект конструкций металлических резервуара Р8С-5000 м<sup>3</sup> для хранения метанола.

В процессе эксплуатации необходимо проводить частичные и комплексные (полные) обследования резервуара. Частичное обследование проводится не реже одного раза в 5 лет, а полное (комплексное) – один раз в 10 лет.

По результатам обследования должны проводиться необходимые мероприятия по обеспечению безаварийной эксплуатации, в результате которых может быть продлен срок службы резервуара.

На исследуемом объекте запланирован капитальный ремонт стального вертикального резервуара, в который входят работы по гидроизоляции фундамента и антикоррозийной защиты стенок резервуара.

Во втором разделе выяснено, что метанол обладает политропным действием с преимущественным воздействием на нервную систему, печень, почки. Обладает выраженным кумулятивным эффектом, поэтому метанол наиболее опасен в производственных условиях при ежедневном вдыхании даже небольших количеств его паров. Смертельная доза – 30 см<sup>3</sup>, тяжелые отравления, сопровождающиеся слепотой, происходят при приеме внутрь 5÷10 см<sup>3</sup>. С воздухом метанол образует взрывоопасные смеси.

Ответственность за организацию и осуществление производственного

контроля на предприятии несут генеральный директор и лица, на которых возложены такие обязанности.

Газоопасные работы на объекте проводятся в соответствии с «Инструкцией по организации безопасного проведения газоопасных работ» с обязательным оформлением наряда-допуска и после выполнения всех предусмотренных в нем мероприятий.

Аварийными ситуациями на производстве метанола являются:

- загорание, пожар или взрыв в помещении или на открытой площадке;
- разгерметизация трубопровода или оборудования в помещении или на открытой площадке.

Ремонт оборудования и коммуникаций разрешается вести только после предварительной подготовки к ремонту и продувки воздухом до содержания кислорода не менее 20 % (по лабораторному анализу).

Результаты анализа причин смертельного травматизма на поднадзорных Ростехнадзору объектах свидетельствуют о том, что основной причиной аварийности и смертельного травматизма является так называемый «человеческий фактор». Из общего количества погибших в 2019 году (131 чел.) в результате аварий погибло 24 человек (18,3 %).

За период статистического наблюдения с 1995 года аварийность на опасных производственных объектах (ОПО) снизилась более чем в 2 раза (на 63 %).

Снижение уровня смертельного травматизма на ОПО за указанный период составило 78,5 % (с 609 до 131 несчастного случая со смертельным исходом). Данные показатели стали наименьшими (наилучшими) за всю историю Службы.

Реализация предложенного способа гидрокавитационной очистки поверхности от загрязнений и покрытий конструкций резервуара направлен на повышение техносферной безопасности проведения работ по капитальному ремонту стального резервуара на объекте исследования и

позволит значительно снизить запыленность рабочего места, превышающей параметры санитарных норм.

Реализация предложенной установки для антикоррозионной защиты внутренней поверхности промышленных резервуаров направлен на повышение техносферной безопасности проведения работ по капитальному ремонту стального резервуара на объекте исследования и позволит исключить человека из вредной зоны технологического процесса нанесения антикоррозионной защиты на внутренние конструкции промышленного резервуара.

При работе бригадой необходимо четко распределить фронт работ между звеньями, наметить общее направление движения и последовательность выполнения гидроизоляции по захваткам, ярусам, этажам. Целесообразно, с учетом характеристики объекта, предусмотреть кооперацию труда в бригаде при выполнении таких работ, как подготовка поверхности перед нанесением рабочего состава, устройство средств подмащивания и др.

Таким образом, задачи выполнены в полном объеме, цель работы достигнута.

## Список используемых источников

1. Абдрахманов Н.Х., Закирова З.А., Марков Н.С. Снижение риска возникновения аварий на объектах хранения нефти и нефтепродуктов // Вестник молодого ученого УГНТУ. 2016. № 4. С. 86-89.
2. Агафонова Г. Л., Кожаева А. В. Опыт применения лакокрасочных материалов для противокоррозионной защиты нефтепромыслового оборудования ОАО АНК «Башнефть» // Территория Нефтегаз. 2012. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-primeneniya-lakokrasochnyh-materialov-dlya-protivokorrozionnoy-zaschity-neftepromyslovogo-oborudovaniya-oao-ank-bashneft> (дата обращения: 20.11.2021).
3. Балыбин Дмитрий Викторович, Костякова Анна Алексеевна, Попова Екатерина Дмитриевна, Кудрявцева Наталия Михайловна Использование модификаторов ржавчины как метода преобразования продуктов коррозии на поверхности металлических изделий // Вестник российских университетов. Математика. 2014. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-modifikatorov-rzhavchiny-kak-metoda-preobrazovaniya-produktov-korrozii-na-poverhnosti-metallicheskih-izdeliy> (дата обращения: 20.11.2021).
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 22.0.02-2016. URL: <https://docinfo.ru/gost-r/gost-r-22-0-02-2016/> (дата обращения: 05.07.2021).
5. Босюк Олег Сергеевич, Данов Виктор Юрьевич, Пивнов Валентин Петрович, Пивнова Марина Андреевна Применение специального покрытия на объектах транспорта и хранения нефти и нефтепродуктов // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2016. №2 (18). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-spetsialnogo-pokrytiya-na-obektah-transporta-i-hraneniya-nefti-i-nefteproduktov> (дата обращения: 20.11.2021).



6. Вертикальные резервуары РВС [Электронный ресурс]. URL: <http://thermo-d.ru/emkostnoe-oborudovanie/rezervuaryi-vertikalnyie.html> (дата обращения: 25.09.2021).

7. Вигдорович Владимир Ильич, Романцова Светлана Валерьевна, Нагорнов С. А. Окислительные и коррозионные процессы в резервуарах хранения нефтепродуктов // Вестник российских университетов. Математика. 2000. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/okislitelnye-i-korrozionnye-protsessy-v-rezervuarah-hraneniya-nefteproduktov> (дата обращения: 20.11.2021).

8. Гайсин Э.Ш., Гайсин М.Ш. Современное состояние проблем обеспечения надежности резервуаров для нефти и нефтепродуктов // Транспорт и хранение нефтепродуктов. 2016. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-sostoyanie-problem-obespecheniya-nadezhnosti-rezervuarov-dlya-nefti-i-nefteproduktov> (дата обращения: 20.11.2021).

9. Доклад о правоприменительной практике контрольно-надзорной деятельности в Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору при осуществлении федерального государственного надзора в области промышленной безопасности за 2020 год [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/564882577> (дата обращения: 25.10.2021).

10. Критерии классификации по характеристике подверженности риску. Учебные материалы для студентов [Электронный ресурс]. URL: [http://studme.org/678091419849/strahovoe\\_delo/kriterii\\_klassifikatsii\\_harakteristike\\_podverzhennosti\\_risku](http://studme.org/678091419849/strahovoe_delo/kriterii_klassifikatsii_harakteristike_podverzhennosti_risku) (дата обращения 06.09.2021).

11. Лебединцев Виктор Викторович, Любимов Алексей Николаевич. Современные решения по обеспечению промышленной безопасности резервуарных парков нефтедобывающих производств РФ // Academy. 2016. №4 (7). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-resheniya-po-obespecheniyu-promyshlennoy-bezopasnosti-rezervuarnyh-parkov-neftedobyvayuschih-proizvodstv-rf> (дата обращения: 20.11.2021).

12. Леденев Виктор Васильевич, Однолько Валерий Григорьевич Анализ причин аварий зданий и сооружений и пути повышения их надежности // Вестник ТГТУ. 2012. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-prichin-avariy-zdaniy-i-sooruzheniy-i-puti-povysheniya-ih-nadezhnosti> (дата обращения: 20.11.2021).

13. Лисанов М.В., Печеркин А.С., Сумской С.И., Швыряев А.А. Методическое обеспечение и проблемы анализа риска аварий на опасных производственных объектах нефтегазового комплекса // Вести газовой науки. 2017. №1 (29). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskoe-obespechenie-i-problemy-analiza-riska-avariy-na-opasnyh-proizvodstvennyh-obektah-neftegazovogo-kompleksa> (дата обращения: 20.11.2021).

14. Малин Алексей Дмитриевич Резервуары вертикальные стальные, обеспечение надежности РВС в эксплуатации // Наука, образование и культура. 2018. №2 (26). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rezervuary-vertikalnye-stalnye-obespechenie-nadezhnosti-rvs-v-ekspluatatsii> (дата обращения: 20.11.2021).

15. Минкова А. С. Организационно-экономический анализ эффективности бизнес-процесса по внедрению лакокрасочных материалов для покрытия стальных резервуаров // Успехи в химии и химической технологии. 2012. №11 (140). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsionno-ekonomicheskiy-analiz-effektivnosti-biznes-protsesta-po-vnedreniyu-lakokrasochnyh-materialov-dlya-pokrytiya-stalnyh> (дата обращения: 20.11.2021).

16. Мокшаев А. Н., Маняченко А. В. Опыт применения новых антикоррозионных покрытий металлоконструкций и технологического оборудования ООО «Газпром добыча Оренбург» // Территория Нефтегаз. 2008. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-primeneniya-novyh-antikorrozionnyh-pokrytiy-metallokonstruktsiy-i-tehnologicheskogo-oborudovaniya-ooo-gazprom-dobycha-orenburg> (дата обращения: 20.11.2021).

17. Нестратов Михаил Юрьевич, Ребров Вячеслав Валерьевич, Смирнов Юрий Юрьевич, Тянь Андрей Александрович, Попов Дмитрий Валентинович Проведение экспертизы промышленной безопасности резервуарного парка на примере хранилища едкого натрия // Технические науки – от теории к практике. 2015. №9 (45). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/provedenie-ekspertizy-promyshlennoy-bezopasnosti-rezervuarnogo-parka-na-primere-hranilischa-edkogo-natriya> (дата обращения: 20.11.2021).

18. Об организации и осуществлении производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 18 декабря 2020 г. № 2168. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400020660/> (дата обращения: 18.09.2021)

19. Патент RU2524603C2 Российская Федерация. Способ гидрокавитационной очистки поверхности от загрязнений и покрытий / Мамонтов Михаил Олегович (RU). : заявители и правообладатели Мамонтов Михаил Олегович (RU) и Маклаков Андрей Иванович (RU) ; заявл. 27.06.2012 ; опубл. 27.07.2014. [Электронный ресурс]. URL: [https://yandex.ru/patents/doc/RU2524603C2\\_20140727](https://yandex.ru/patents/doc/RU2524603C2_20140727) (дата обращения: 05.11.2021).

20. Патент RU34409U1 Российская Федерация. Установка для антикоррозионной защиты внутренней поверхности промышленных резервуаров / Дорофеева О.С. (RU). : заявитель и правообладатель Уфимский государственный авиационный технический университет (RU) ; заявл. 21.07.2003 ; опубл. 10.12.2003. [Электронный ресурс]. URL: [https://yandex.ru/patents/doc/RU34409U1\\_20031210](https://yandex.ru/patents/doc/RU34409U1_20031210) (дата обращения: 05.11.2021).

21. Петренко Валерий Иванович, Гродинский Олег Михайлович, Брянцев Валерий Петрович Повреждения и дефекты, возникающие в процессе эксплуатации резервуаров для нефтепродуктов. Меры по их

предупреждению // Евразийский научный журнал. 2015. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povrezhdeniya-i-defekty-voznikayushchie-v-protssesse-ekspluatatsiierezervuarov-dlya-nefteproduktov-mery-po-ih-preduprezhdeniyu> (дата обращения: 20.11.2021).

22. Поляков А. С., Квашнин Б. С., Климантов А. А. Концептуальные основы оптимизации надежности резервуаров для нефтепродуктов с учетом требований промышленной безопасности // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». 2009. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptualnye-osnovy-optimizatsii-nadezhnosti-rezervuarov-dlya-nefteproduktov-s-uchetom-trebovaniy-promyshlennoy-bezopasnosti> (дата обращения: 20.11.2021).

23. Правила по охране труда при хранении, транспортировании и реализации нефтепродуктов [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 16.12.2020 № 915н. URL: <https://beta.docs.cntd.ru/document/573275587/titles/3ES4QKI> (дата обращения: 28.10.2021).

24. Терегулов Марат Рустамович, Качаргин Александр Алексеевич Причины появления дефектов фундаментов резервуаров // Наука и образование сегодня. 2018. №12 (35). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prichiny-poyavleniy-defektov-fundamentov-rezervuarov> (дата обращения: 20.11.2021).

25. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ URL: <http://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения: 28.05.2021).

26. Ушанов С. М., Масютина Е. У., Данкин В. Д. Анतिकоррозионная защита внутренней поверхности резервуаров для хранения нескольких видов нефтепродуктов. Технология очистки резервуаров при смене нефтепродукта // Территория Нефтегаз. 2006. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/antikorroziionnaya-zaschita-vnutrenney->

poverhnosti-rezervuarov-dlya-hraneniya-neskolkih-vidov-nefteproduktov-tehnologiya-ochistki (дата обращения: 20.11.2021).

27. Фахрисламов Радик Закиевич Комплексная защита резервуаров типа РВС // Строительство: наука и образование. 2014. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnaya-zaschita-rezervuarov-tipa-rvs> (дата обращения: 20.11.2021).

28. Хурамшина Регина Азатовна, Валеев Анвар Рашитович Текущее состояние и перспективные направления исследований в области ультразвуковой очистки от отложений на объектах транспорта и хранения нефти // Транспорт и хранение нефтепродуктов. 2020. №5-6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tekushee-sostoyanie-i-perspektivnye-napravleniya-issledovaniy-v-oblasti-ultrazvukovoy-ochistki-ot-otlozheniy-na-obektah-transporta> (дата обращения: 20.11.2021).

29. Черная Лилия Валентиновна, Муляр Игорь Дмитриевич Воздействие агрессивной среды на железобетонные сооружения нефтехимических предприятий // Архивариус. 2016. №11 (2). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozdeystvie-agressivnoy-sredy-na-zhelezobetonnye-sooruzheniya-neftehimicheskikh-predpriyatiy> (дата обращения: 20.11.2021).

30. Юдин П. Е., Петров С. С., Александров Е. В., Судаков А. А. Проблемы обеспечения качества антикоррозионной защиты РВС и современные методы квалифицированного комплексного инспекционного контроля // Территория Нефтегаз. 2012. №12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-obespecheniya-kachestva-antikorrozionnoy-zaschity-rvs-i-sovremennye-metody-kvalifitsirovannogo-kompleksnogo> (дата обращения: 20.11.2021).

31. API Occupational Safety and Health Standards [electronic resource]. URL: <https://www.api.org/oil-and-natural-gas/health-and-safety/worker-and-worksite-safety-resources/api-osh-standards> (date of application: 17.10.2021).

32. ISHN eBook Oil And Gas [electronic resource]. URL: [https://www.ishn.com/ext/resources/Resources/ebooks/ISHNeBook\\_OilAndGas\\_FINAL.pdf](https://www.ishn.com/ext/resources/Resources/ebooks/ISHNeBook_OilAndGas_FINAL.pdf) (date of application: 17.10.2021).

33. Safety and the environment [electronic resource]. URL: <https://www.britannica.com/technology/petroleum-production/Safety-and-the-environment> (date of application: 18.10.2021).

34. The Importance of Safety Production and Humanistic Management in Petroleum Project [electronic resource]. URL: [https://www.researchgate.net/publication/316640685\\_The\\_Importance\\_of\\_Safety\\_Production\\_and\\_Humanistic\\_Management\\_in\\_Petroleum\\_Project](https://www.researchgate.net/publication/316640685_The_Importance_of_Safety_Production_and_Humanistic_Management_in_Petroleum_Project) (date of application: 19.10.2021).

35. Health and Safety in Oil and Gas Extraction [electronic resource]. URL: <https://www.americangeosciences.org/geoscience-currents/health-and-safety-oil-and-gas-extraction> (date of application: 19.10.2021).