

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)

Департамент бакалавриата

(наименование)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Безопасность технологических процессов и производств

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Безопасность технологического процесса при приемке, хранении и отпуске метанола для нужд газопромыслового управления ООО «Газпром добыча Оренбург

Студент

Т.В. Темиргалеева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, В.А. Филимонов

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

Консультанты

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

Тольятти 2020

Аннотация

Объем работы 97 с., 7 ч., 28 рис., 15 табл., 27 источник.

Тема бакалаврской работы:

«Безопасность технологического процесса при приемке, хранении и отпуске метанола для нужд газопромыслового управления ООО «Газпром добыча Оренбург».

Объектом исследования является: базисный склад метанола Оренбургского линейного производственного управления по эксплуатации соединительных продуктопроводов, расположенный на расстоянии 20 км от центра г. Оренбурга.

Актуальность темы бакалаврской работы определяется необходимостью сокращения валовых выбросов метанола, образуемых вследствие «дыхания» резервуаров при хранении на базисном складе метанола. Существующая технология предполагает работу резервуара с «азотной подушкой» и сброс «азотной подушки» с парами метанола через закрытую систему дыхательных клапанов в абсорбер (скруббер мокрой очистки), в качестве поглотителя используется вода, очищенный от паров азот со следами метанола сжигается на факельной установке, пары метанола, уловленные водой в скруббере мокрой очистки образуют водо-метанольный раствор, состоящий на 50% мас. воды: 50% мас. метанола, далее водо-метанольный раствор подлежит сжиганию на факельной установки. Кроме того в скруббер мокрой очистки также попадают вентвыбросы от технологической насосной метанола. Недостатком данной технологии являются большие потери метанола вследствие его сжигания, загрязнение окружающей среды продуктами сжигания, значительные затраты топливного газа на сжигание водо-метанольного раствора и расход азота.

Цель данной бакалаврской работы выбор и обоснование ресурсосберегающего способа сокращения валовых выбросов метанола и тем самым повышение безопасности технологического процесса при приемке,

хранении и отпуске метанола для нужд газопромыслового управления ООО «Газпром добыча Оренбург».

Задачи данной бакалаврской работы

- изучить безопасность технологического процесса при приемке, хранении и отпуске метанола для нужд газопромыслового управления ООО «Газпром добыча Оренбург».

- выполнить анализ современных методов сокращения валового выброса метанола при его хранении в резервуарах вертикальных стальных (РВС);

- предложить и экономически обосновать выбор эффективного способа улавливания и возврата паров метанола в РВС.

Структура: бакалаврская работа состоит из семи разделов: характеристика производственного объекта; анализ безопасности объекта; мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов, обеспечения безопасных условий труда; охрана труда; охрана окружающей среды и экологическая безопасность; защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях; и оценка экономической эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Результат бакалаврской работы: расчет валовых выбросов метанола от организованных и неорганизованных источников (технологических резервуаров, слива транспортных железнодорожных цистерн, запорно-регулирующей арматуры по метанолопроводу и технологической насосной) базисного склада метанола показал, что ежегодно теряется 11,042 т/год метанола, наиболее мощным источником выброса, вследствие больших и малых «дыханий», являются технологически резервуаров Е 1/2 и Е 1/4, на них приходится 66,77% ежегодного валового выброса метанола. В качестве технологического решения предложено внедрение газоуравнительной системы улавливания и возврата паров метанола с мягкими газгольдерами (срок окупаемости затрат 2,08 года).

Содержание

Введение.....	6
Термины и определения.....	8
Перечень сокращений и обозначений.....	9
1 Характеристика производственного объекта	10
1.1 Расположение ООО «Газпром добыча Оренбург».....	10
1.2 Производимая продукция или виды услуг ООО «Газпром добыча Оренбург».....	11
1.3 Характеристика структурных подразделений ООО «Газпром добыча Оренбург».....	12
2 Анализ безопасности объекта.....	18
2.1 Основные требования безопасности при приемке, хранении и отпуске метанола ООО «Газпром добыча Оренбург».....	18
2.2 Характеристика технологического процесса на базисном складе метанола Управления по эксплуатации соединительных продуктопроводов ООО «Газпром добыча Оренбург»	24
2.3 Результаты идентификации опасных и вредных производственных факторов и рисков работников БСМ ОрЛПУ УЭСП ООО «Газпром добыча Оренбург»	28
2.4 Анализ обеспеченности средствами индивидуальной защиты работающих на объекте исследования.....	34
2.5 Анализ производственного травматизма на объекте исследования.	36
3 Мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов, обеспечения безопасных условий труда.....	40
3.1 Патентный поиск по повышению безопасности технологического процесса на объекте исследования.....	40

3.2 Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных производственных факторов при обращении с метанолом на БСМ ОрЛПУ УЭСП.....	43
4 Охрана труда	59
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	70
5.1 Воздействие метанола на объекты окружающей среды.....	70
5.2 Деятельность в области экологической безопасности ООО «Газпром добыча Оренбург».....	75
6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях.....	76
7 Оценка экономической эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	87
Заключение.....	92
Список используемой литературы.....	94

Введение

В течение последних десятилетий рабочие места подверглись технологическому усовершенствованию, что в сочетании со стремительной глобализацией изменило условия труда многих людей во всем мире. Эти изменения оказали сильное влияние на систему техносферную безопасность. В некоторых случаях степень опасности и риска удалось снизить или полностью исключить, например, путем автоматизации производства, однако более современные технологии создают новые риски.

Нефтегазовую отрасль промышленности имеют 122 страны мира, она занимает одно из ведущих мест среди отраслей народного хозяйства, зачастую определяет уровень научно-технического прогресса [1]. Однако вместе с очевидными научно-техническими достижениями в данной отрасли сформировался комплекс неблагоприятных факторов производства, включающий в себя химические, физические и психо-эмоциональные составляющие [2, с.47].

Более сложным стал химический состав токсических факторов, он приобрел комбинированный характер. Загрязнение промышленными выбросами атмосферного воздуха, почвы и воды, химизация производства и быта способствуют тому, что действие этих факторов на организм работающих не ограничивается временем пребывания их на рабочем месте. Увеличение мощности оборудования сопровождается возрастанием производственного шума. Повышается уровень нервно-эмоционального напряжения, что обусловлено использованием в технологическом процессе пожаро - и взрывоопасных веществ, восприятием большого количества информации, необходимостью принятия решения в условиях дефицита времени, степенью риска для собственной жизни и степенью ответственности за безопасность других [3, с.120].

В газодобывающей промышленности, несмотря на то, что условия труда при эксплуатации месторождений значительно улучшились по сравнению с

периодом 20-30-летней давности, работа нефтяников по-прежнему сопряжена с элементами тяжелого физического труда в комплексе с воздействием физического и химического факторов, повышенным нервно-эмоциональным напряжением и является значимым фактором риска развития как профессиональных, так и производственно обусловленных заболеваний.

Обязательным элементом любого нефтегазодобывающего предприятия является резервуарный парк, который является крупным источником загрязнения воздуха, обусловленным суточным изменением температуры воздуха и изменением атмосферного давления, чередованию процессов слива и налива среды, что приводит к постоянному обмену парогазовой среды с атмосферой и потерям при хранении веществ [4, с. 143].

Значительны также объемы выбросов из резервуаров метанола, 90 % которого потребляется именно газовой отраслью промышленности для ингибирования системы добычи природного газа.

Изучение направлений обеспечения безопасности технологического процесса при приемке, хранении и отпуске метанола для нужд газопромыслового управления ООО «Газпром добыча Оренбург» является актуальной и практически значимой инженерной задачей, что определило цель данной бакалаврской работы.

Термины и определения

Базисный склад метанола – крупнотоннажное хранилище, осуществляющее приемку метанола от предприятий железнодорожного и водного видов транспорта, а также от других хранилищ метанола и отгрузку его на промежуточные склады и производственным потребителям автомобильным транспортом и по метанолопроводам.

«Культура безопасности - квалификационная и психологическая подготовленность всех лиц, при которой обеспечение производственной безопасности объектов ПАО «Газпром» является приоритетной целью и внутренней потребностью, приводящей к осознанию личной ответственности и к самоконтролю при выполнении всех работ, влияющих на безопасность» [5].

Метанольница - емкость под давлением, содержащая метанол и обеспечивающая его подачу в поток газа самотеком.

«Метиловый спирт (метанол) CH_3OH - простейший представитель гомологического ряда предельных спиртов, молекулярная масса 32,04; метанол - бесцветная легкоподвижная летучая горючая жидкость, сильный яд, действующий преимущественно на нервную и сосудистую систему, с резко выраженным кумулятивным действием. Использование метанола в качестве вещества, предупреждающего образование твердых кристаллических соединений газа с водой (гидратов), является основным промышленным способом предупреждения образования гидратных отложений в скважинах, промысловых коммуникациях и технологических аппаратах» [6].

Промежуточный склад метанола - хранилище метанола, осуществляющее приемку метанола от базового склада и обслуживающее локального потребителя (газовый промысел, установка комплексной подготовки газа, куст скважин, участок магистрального газопровода, станция подземного хранения газа и др.) посредством автомобильного транспорта или метанолопровода.

Перечень сокращений и обозначений

БСМ – базисный склад метанола;

ГПУ – газопромысловое управление;

ГРС – газораспределительная станция;

ГУС – газоуравнительная система;

ДКС – дожимная компрессорная станция;

ЛПУ – линейное производственное управление;

МГ – магистральный газопровод;

МРГ – мягкий резервуар газгольдер;

ОНГКМ – Оренбургского нефтегазоконденсатное месторождение;

ОрЛПУ – Оренбургское линейное производственное управление;

ПДК – предельно допустимая концентрация;

РВС – резервуар вертикальный стальной;

СИЗ – средства индивидуальной защиты;

СОУТ – специальная оценка условий труда;

УКПГ – установка комплексной подготовки газа;

УЭСП – Управление по эксплуатации соединительных продуктопроводов.

1 Характеристика производственного объекта

1.1 Расположение ООО «Газпром добыча Оренбург»

Промышленный газовый комплекс России ООО «Газпром добыча Оренбург» создан 20 марта 1968 г. для освоения Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения (ОНГКМ), является дочерним предприятием ПАО «Газпром». Схема расположения объектов ОНГКМ относительно населенных пунктов приведена на рисунке 1.

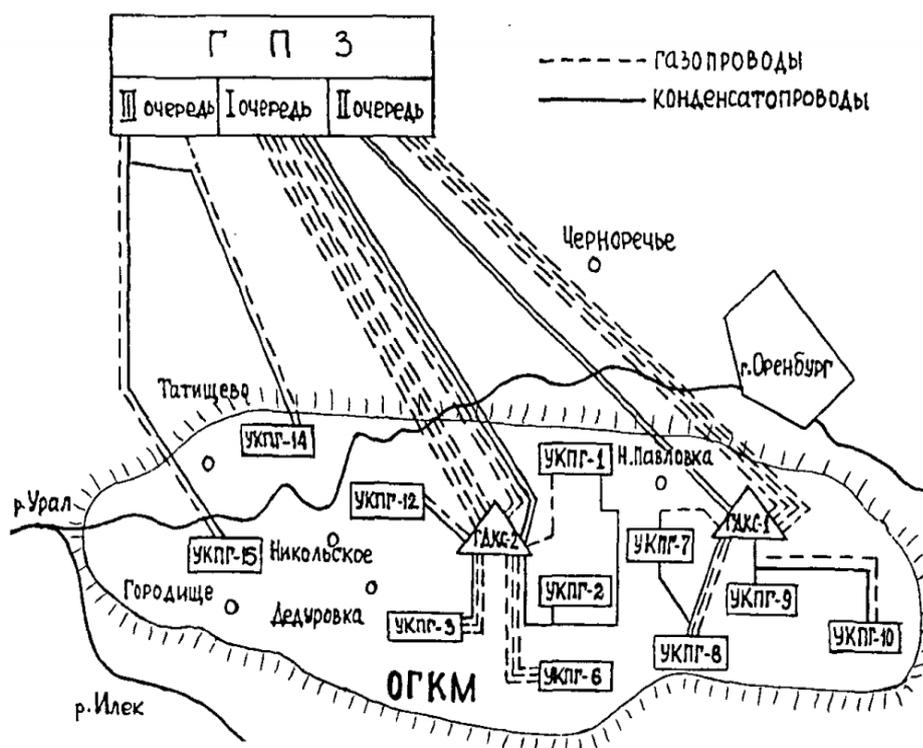


Рисунок 1 – Схема расположения объектов ОНГКМ

Осуществляет свою производственную деятельность на территории Оренбургской области. ОНГКМ расположено в пределах Оренбургского, Переволоцкого и Илекского районов Оренбургской области.

1.2 Производимая продукция или виды услуг ООО «Газпром добыча Оренбург»

Предприятие занимается поиском и разведкой новых залежей нефти и газа, добычей газа, конденсата и нефти, транспортировкой сырья и товарной продукции. На ОНГКМ добывается около 12 миллиардов м³ газа и почти 200 тысяч тонн жидких углеводородов в год. Около 9 миллиардов кубических метров газа транспортируется с Карачаганакского газоконденсатного месторождения, до 700 тысяч тонн жидких углеводородов транспортируют другие компании с месторождений Оренбургской области. Доказанные запасы углеводородного сырья ОНГКМ составляют 1,3 миллиарда т.у.т.

«За 50 лет ООО «Газпром добыча Оренбург» произвел 1 373 млрд. м³ сухого газа, 43,3 млн. тонн серы, 118,6 млн. тонн стабильного конденсата в смеси с нефтью, 16,3 млн. тонн ШФЛУ, 27,9 млн. тонн сжиженного газа, 108,2 тыс. тонн одоранта, 182 млн. м³ гелия, 10,4 млн. тонн этана и другую продукцию» [7].

Природный газ ОНГКМ содержит широкий диапазон углеводородных компонентов (метан, этан, пропан, бутаны, C₅₊), азот, гелий. Основная его специфика обусловлена наличием в добываемом газе кислых коррозионно-активных компонентов: сероводорода - до 6 %, диоксида углерода - около 1 %, высокоминерализованной воды.

«Основными видами деятельности ООО «Газпром добыча Оренбург» выявляются: добыча газа, конденсата, нефти, их подготовка и транспорт; поиск и разведка новых месторождений нефти и газа; обеспечение производственной и экологической безопасности при эксплуатации опасных производственных объектов; постоянный мониторинг окружающей среды» [7].

ООО «Газпром добыча Оренбург» является одним из крупнейших газохимических комплексов Российской Федерации.

1.3 Характеристика структурных подразделений ООО «Газпром добыча Оренбург»

Структура ООО «Газпром добыча Оренбург» приведена на рисунке 2.

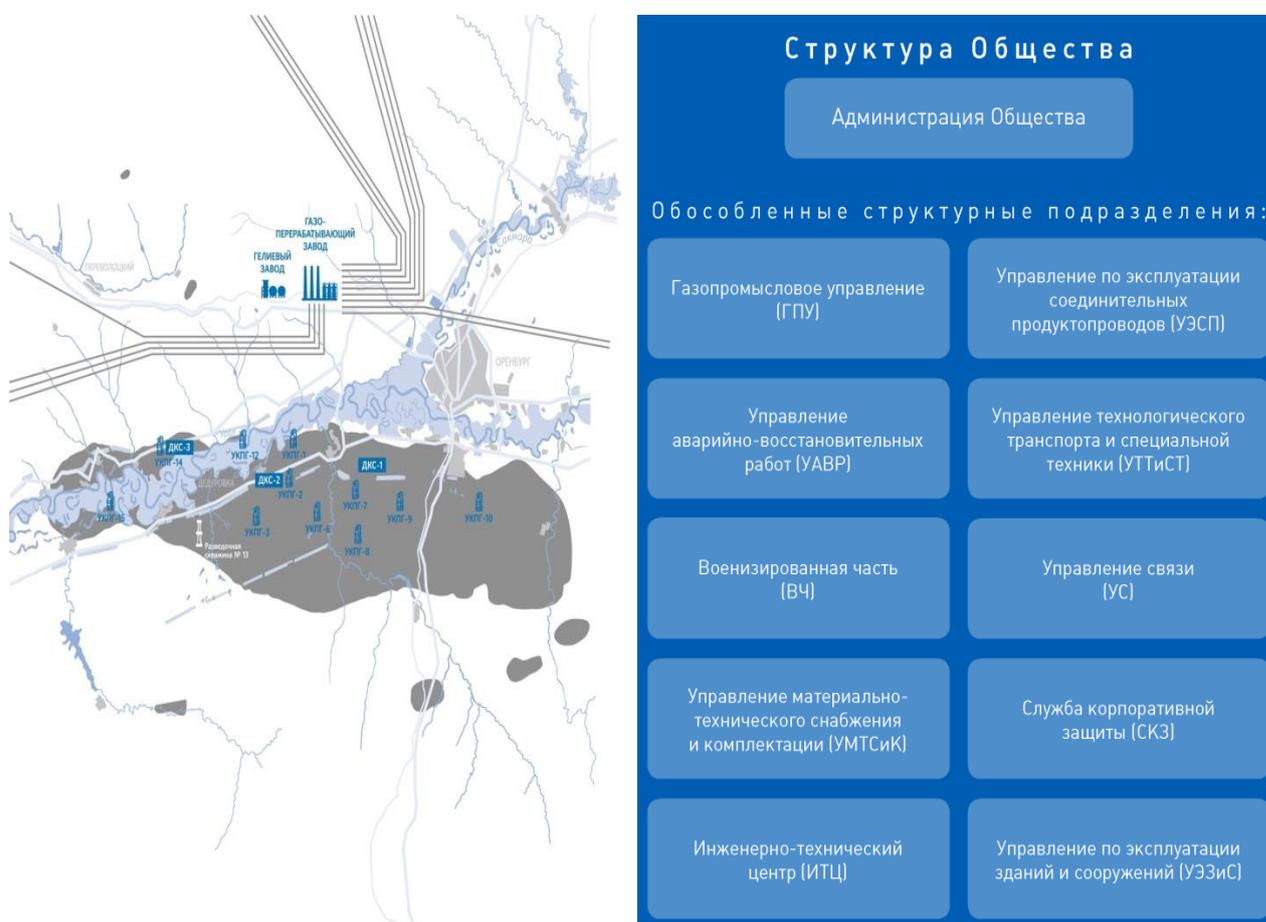


Рисунок 2 – Структура ООО «Газпром добыча Оренбург»

Газопромысловое управление ООО «Газпром добыча Оренбург» осуществляет непосредственную добычу углеводородного сырья из недр ОНГКМ и его подготовку. «Сбор и первичную подготовку газа и конденсата ОНГКМ производят на 11 установках комплексной подготовки газа (УКПГ-1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15), включающих 38 газовых и 3 нефтяные технологические линии (УКПГ-10, 14, 15). Кроме того, основные производственные фонды включают 2 установки регенерации метанола, 33 газоперекачивающих агрегата, трубопроводы: шлейфовые (2151,9 км),

очищенного газа (108,4 км), насыщенного метанола (124,1 км), метанолопроводы (2204,6 км), промышленно-хозяйственных стоков (301,5 км)» [7].

«Дополнительную подготовку природного газа, конденсата в смеси с нефтью и компримирование для их транспортировки до газоперерабатывающего завода осуществляют ДКС-1, 2, 3» [7].

Управление по эксплуатации соединительных продуктопроводов (УЭСП) ООО «Газпром добыча Оренбург» осуществляет транспорт сырья от добычи до его переработки и далее уже готовой продукции потребителям. «Управление эксплуатирует более 4 200 километров трубопроводов диаметром от 57 до 1 020 мм. Территориально объекты управления расположены в Оренбургской, Самарской областях, республиках Башкортостан и Татарстан. Объекты УЭСП и трассы трубопроводов проходят вблизи 321 населенного пункта, в том числе города Оренбург а» [7].

«УЭСП осуществляет транспорт: сероводородсодержащего (неочищенного) газа, нестабильного конденсата, нефти с Оренбургского, Карачаганакского, Царичанского и Копанского месторождений и сырья других предприятий на газоперерабатывающий завод; конденсата и этана с газоперерабатывающего и гелиевого заводов до потребителей; очищенного газа для собственных нужд и ГРС населенных пунктов; метанола для нужд газопромыслового управления» [7].

«Управление эксплуатирует более 5 000 единиц запорной арматуры, 118 камер приема и запуска очистных устройств. В Управлении по эксплуатации соединительных продуктопроводов эксплуатируется 356 подводных и 74 воздушных перехода через водные преграды и коммуникации» [7]. В их числе 19 подводных и 3 воздушных перехода через реку Урал (см. рисунок 3).



Рисунок 3 – Воздушный переход через реку Урал

«Основную долю электрохозяйства УЭСП составляют сети электроснабжения 0,4-10 кВ общей протяженностью более 800 км и трансформаторные подстанции – более 400 шт. Кроме этого, в УЭСП установлено 253 станции катодной защиты и 405 протекторных установок. Контроль технологических параметров транспорта сырья осуществляется в управлении на базе системы линейной телемеханики СТН-3000» [7].

«Трубопроводная система УЭСП эксплуатируется более 45 лет. Для поддержания заданного гидравлического состояния трубопроводов и снижения коррозионных процессов ежегодно проводится около 90 ингибирований и 160 поршневаний» [7]. Для оценки технического состояния линейной части трубопроводов применяются современные методы диагностики (см. рисунок 4).



Рисунок 4 – Текущий ремонт на трубопроводе у реки Елшанка

«Большинство трубопроводов регулярно обследуются с применением внутритрубных дефектоскопов высокого разрешения. За счет

систематического проведения внутритрубной дефектоскопии с последующим анализом результатов и ремонтом достигается безотказная работа линейной части трубопроводов. Современный уровень роботизированной диагностики позволил провести обследование участков трубопроводов, ранее считавшихся непроходимыми или недоступными для внутритрубной диагностики» [7].

Для контроля за состоянием охранных зон линейной части трубопроводов в управлении применяются беспилотные летательные аппараты в дополнение к вертолетному патрулированию.

«В связи с обходом трасс и одиночным нахождением в отдаленных районах персонал обеспечен портативными GPS-трекерами. Электронный самописец регистрирует перемещения работника с географическими координатами. Дополнительно ведется запись таких параметров, как скорость, направление движения, запрограммированные события. Устройство оснащено тревожной кнопкой, позволяющей отправить сигнал SOS в случае опасности» [7]. .

Военизированная часть – профессиональное аварийно-спасательное формирование постоянной готовности, которое в круглосуточном режиме ведет работу по обеспечению газовой и экологической безопасности на объектах ООО «Газпром добыча Оренбург».

Управление технологического транспорта и специальной техники насчитывает 830 единиц техники – это легковые и грузовые автомобили, автобусы и машины со сложным технологическим оборудованием (промывочные и цементируемые агрегаты, паровые передвижные депарафинизационные установки, передвижные компрессоры, экскаваторы, бульдозеры, краны автомобильные до 250 тонн, трубоукладчики, седельные тягачи и прочее). В составе управления - два цеха, 10 автоколонн, две ремонтные базы.

Управление связи - обеспечивает надёжность, безопасность и эффективную эксплуатацию производственных объектов, сетей

технологической связи, сетей передачи данных, систем и средств защиты информации.

Управление аварийно-восстановительных работ выполняет функций по выполнению ремонтно-восстановительных работ.

Управление материально-технического снабжения и комплектации обеспечивает структурные подразделения материально-техническими ресурсами, оборудованием, комплектующими изделиями, необходимыми для выполнения производственной программы, планов капитального ремонта и капитального строительства.

Скал метанола и эстакады его отгрузки приведены на рисунках 5 и 6 соответственно.



Рисунок 5 – Склад метанола



Рисунок 6 – Эстакада отгрузки метанола

«Складское оборудование базы позволяет обеспечивать сохранность таких материальных ценностей, как: трубы, металл, стройматериалы, электротехническая и кабельная продукция, оборудование, запорная арматура, отводы, автотракторная техника и запасные части, лакокрасочные материалы и резинотехнические изделия, спецодежда, мебель, горюче-

смазочные материалы, метанол, кислота, ингибиторы коррозии и другие ТМЦ» [7]. «Производственные мощности базы:

- общая площадь - 365,7 тыс. м², в том числе 40 закрытых складских помещений общей площадью 33,6 тыс. м², площадь складов на открытых площадках - 69,3 тыс. м²;
- объем емкостей для хранения: метанола - 1770 м³, кислоты - 450 м³, бензина - 800 м³, дизтоплива - 1 150 м³, масел - 700 м³;
- 6 топливораздаточных колонок для заправки автомашин, что позволяет заправлять около 300 транспортных единиц в сутки;
- 9 грузоподъемных кранов, в т.ч. 6 козловых кранов (из них 2 единицы грузоподъемностью 50 т), 2 крана (грузоподъемностью 16 т) и 1 башенный кран (грузоподъемностью 8 т);
- 20 единиц авто - и электропогрузчиков;
- протяженность железнодорожных подъездных путей, примыкающих к станции Меновой Двор Оренбургского отделения ЮУЖД ОАО «РЖД», — 10 км; 4 маневровых тепловоза » [7].

2 Анализ безопасности объекта

2.1 Основные требования безопасности при приемке, хранении и отпуске метанола ООО «Газпром добыча Оренбург»

Выполнен анализ основных требований безопасности при приемке, хранении и отпуске метанола ООО «Газпром добыча Оренбург».

«На объектах добычи газа и нефти, транспорта газа, подземного хранения газа и других объектах ОАО «Газпром» разрешается использовать метанол на технологические нужды в качестве средства предотвращения гидратообразования или разрушения кристаллогидратных пробок в газовых скважинах, шлейфах, аппаратах и другом оборудовании УКПГ, МГ и распределительных газопроводах, системах хранения сжиженных углеводородных газов, а также в качестве растворителя (носителя) ингибиторов коррозии, солеотложения, деэмульгаторов и др.» [8].

«Метанольные системы производственных объектов включают емкости с метанолом, насосные метанола, метанольницы, метанолопроводы и др. оборудование» [8].

«Применение метанола допускается в соответствии с технологическим регламентом на эксплуатацию данного объекта и в тех производственных процессах, где он не может быть заменен другими менее токсичными веществами» [8].

«Запрещается в одном и том же производственном помещении (цехе, производстве) совместное одновременное или поочередное применение метанола и спирта этилового, если это не обусловлено химизмом технологического процесса. В помещениях, где хранится метанол, не допускается хранение этилового спирта» [8].

«Производственные процессы с применением метанола или веществ, содержащих метанол, должны быть полностью герметизированы и исключать возможность контакта работающих с метанолом» [8].

«Производственные помещения, в которых используют метанол, должны иметь:

- водопровод и канализацию;
- легко моющиеся водой полы из непроницаемого для метанола материала с уклоном и стоками;
- гидранты для воды (внутренние пожарные краны);
- возможность естественного проветривания;
- приточно-вытяжную вентиляцию (работа с метанолом при неработающей вентиляции не допускается);
- СИЗ кожного покрова и органов дыхания человека, хранящиеся в специально отведенном месте;
- автоматические установки пожаротушения и пожарной сигнализации согласно строительным нормам и правилам;
- первичные средства пожаротушения» [8].

«В химических лабораториях, применяющих метанол, количество метанола не должно превышать суточную потребность» [8].

«В производственных помещениях, где используют или хранят метанол, должны иметься дежурные СИЗ кожного покрова, органов дыхания и зрения человека» [8].

«В производственных помещениях, где используют или хранят метанол, налив метанола в тару должен производиться специальными для этой цели насосами или сифонами (заряженными вакуумом). Переливание ведрами и сифонами с засасыванием ртом запрещается. Слив метанола из тары производят полностью без остатка продукта» [8].

«Порядок применения метанола при его подаче в газопромысловые коммуникации, скважины, аппараты и трубопроводы технологических установок определяется регламентами на эксплуатацию УКПГ, ДКС и других объектов, использующих метанол в производственных целях, а также локальными инструкциями по эксплуатации конкретных метанольных установок с учетом требований настоящего стандарта» [8].

«Подача метанола должна осуществляться только по закрытой системе стационарными дозировочными насосами, стационарными метанольницами или передвижными насосными установками» [8].

«В помещении насосной метанола должна быть вывешена технологическая схема и инструкция по эксплуатации насосной метанола, утвержденная техническим руководителем структурного подразделения общества» [8].

«Двери в помещениях насосных метанола должны быть samozакрывающимися, но с возможностью легкого и быстрого открытия их изнутри» [8].

«Метанольные емкости должны герметично закрываться, иметь герметичную обвязку, быть опломбированы и защищены от несанкционированного доступа посторонних лиц» [8].

«При сдаче вахты операторы обязаны делать соответствующие записи в вахтовом журнале о техническом состоянии оборудования метанольных установок, записывать в журнал, расход метанола за смену и остаток его в расходных емкостях на конец смены» [8].

«В случаях закачки метанола в скважины или аппараты передвижными насосными установками эти установки и их соединительные сборно-разборные коммуникации подлежат гидравлической опрессовке водой или незамерзающими растворами. Величина давления опрессовки при производстве работ на скважинах составляет 1,50 от рабочего давления, а на технологических аппаратах 1,25 от рабочего давления» [8].

«Использование незамерзающего раствора на основе метанола для гидравлических испытаний трубопроводов и аппаратов не допускается.

«По окончании закачки метанола применяющаяся насосная установка и соединительные коммуникации должны быть промыты водой в количестве не менее двукратного объема промываемых полостей» [8].

«Ремонт трубопроводов, дозирующих насосов, аппаратуры, используемых при работе с метанолом, может производиться после их полного опорожнения и промывки чистой водой» [8].

2.1.1 Приемка метанола

Для нужд Газопромыслового управления и Управления по эксплуатации соединительных продуктопроводов прием метанола осуществляется по метанолопроводам.

«Приемка метанола осуществляется при наличии Паспорта безопасности вещества (материала) по ГОСТ 30333, который выдается на каждое транспортное средство (колонну транспортных средств), перевозящее метанол» [8].

«Для приемки метанола от организации-поставщика и перевозки его на склад общества-получателя должно быть назначено лицо, ответственное за приемку и перевозку метанола, и бригада для выполнения этих работ» [8].

«Ответственный за приемку и перевозку перед выездом за получением метанола обязан:

- а) провести целевой инструктаж членов бригады, учитывающий конкретную обстановку на месте получения метанола, особенности маршрута, продолжительность перевозки и порядок сдачи его на склад, и сделать соответствующую запись в журнале регистрации инструктажей;
- б) проверить у работников, которые будут непосредственно заняты на перекачке и сливе метанола, наличие и исправность СИЗ в соответствии с характером работ;
- в) проверить состояние тары для перевозки и емкостей на складе» [8].

«Слив метанола из цистерн и иных емкостей в транспортные средства или непосредственно в складские емкости разрешается только с помощью герметичных вакуум-систем без остатка в цистернах и емкостях» [8].

«Запрещается нахождение и работа персонала обществ внутри железнодорожных цистерн и иных емкостей для перевозки метанола» [8].

«Слив метанола из цистерн и иных емкостей в емкости базового склада должен производиться в присутствии лица, ответственного за приемку и перевозку, и заведующего складом, а в автотранспортные средства - в присутствии лица, ответственного за приемку и перевозку метанола» [8].

«Опорожненная тара из-под метанола подлежит возврату организации - поставщику метанола в герметично закрытом и опломбированном состоянии по схеме, применяемой в направлении поставок метанола. Иные условия возврата тары оговариваются в договоре на поставку метанола.

«После приемки метанола в автоцистерны они должны быть опломбированы лицом, ответственным за приемку и перевозку метанола.

«Сдачу метанола на склад при его поступлении автомобильным транспортом оформляют актом в трех экземплярах. Один экземпляр акта оставляют на хранение у заведующего складом в течение года, второй передают бухгалтерии и третий - ответственному за приемку и перевозку метанола.

«При поступлении на базовый склад неокрашенного и неодорированного метанола после его приемки необходимо немедленно произвести добавление в него красителя. Добавление красителя в метанол необходимо осуществлять по закрытой схеме с применением насоса в присутствии ответственного за приемку и перевозку и заведующего складом.

«Запрещается использование трубопроводов, насосов и шлангов, применяемых для перекачки метанола, для перекачки других жидкостей без промывки водой в количестве двух объемов промываемых полостей.

«Все работы по наливу, сливу и окраске метанола выполняют с применением СИЗ» [8].

«Запрещается производство погрузочно-разгрузочных работ, связанных с метанолом, во время грозы. Погрузочно-разгрузочные работы в ночное время разрешаются по письменному распоряжению руководителя объекта» [8].

2.1.2 Хранение метанола на складах

Базисный склад метанола предназначен для приема, хранения и отпуска метанола.

«На складах метанол должен храниться в исправных специальных металлических емкостях» [8].

«Люки, лазы и устройства для слива должны иметь герметичные крышки и пломбироваться. Емкости должны быть обвалованы и оборудованы дыхательными клапанами» [8].

«Емкости базового склада должны обеспечивать прием метанола в объеме не менее одной большегрузной железнодорожной цистерны» [8].

«Базовые склады метанола должны быть оборудованы автоматическими установками пожаротушения и пожарной сигнализацией, а также первичными средствами пожаротушения и пожарными щитами» [8].

«Базовые склады метанола должны быть оборудованы охранной сигнализацией по периметру и обеспечены круглосуточной охраной» [8].

«Помещение охраны должно располагаться в пределах прямой видимости склада и иметь двухстороннюю телефонную связь» [8].

«В случае расположения помещения охраны вне пределов прямой видимости базовый склад должен быть оснащен системой видеонаблюдения с выводом изображения на пост охраны» [8].

«Промежуточные склады метанола, расположенные на территории промысла, ДКС, в ЛПУ, СПХГ и ГРС, должны быть оборудованы охранной сигнализацией по периметру с выводом сигнала на пульт дежурного службы безопасности или оператора» [8].

«Склады должны иметь ограждение из металлической сетки или проволочное с осветительными приборами по периметру, входная дверь складов должна закрываться и пломбироваться. Сохранность замков и пломб на дверях складов и емкостях с метанолом должна ежедневно проверяться заведующим складом и дежурным охранником с соответствующей отметкой об этом в журнале приема и сдачи склада и в вахтовом журнале охраны» [8].

«Каждый склад метанола должен быть оборудован приемным и раздаточным устройствами, замерными приспособлениями, а также оснащен предупреждающими знаками и надписями» [8].

2.1.3 Отпуск метанола со склада

Автоцистернами метанол отпускается для нужд Управления по эксплуатации соединительных продуктопроводов.

«Запрещается отпуск со склада неокрашенного метанола» [8].

«Заведующий складом обязан опломбировать каждую цистерну или иную емкость, заполненную выданным метанолом» [8].

«Передача метанола на другой объект (другому структурному подразделению) в системе одного общества должна производиться по письменному распоряжению руководителя общества» [8].

2.2 Характеристика технологического процесса на базисном складе метанола УЭСП ООО «Газпром добыча Оренбург»

Объектом исследования является базисный склад метанола (БСМ) Оренбургского ЛПУ управления по эксплуатации соединительных продуктопроводов (УЭСП) эксплуатируемый с 1979 года. Метанол на БСМ поступает по трубопроводам из управления материально-технического снабжения и комплектации.

Базисный склад метанола (БСМ) располагается на расстоянии 20 км от центра г. Оренбурга.

БСМ состоит из трех резервуаров РВС-2000 (высота 11,92 м, диаметр - 15,18 м), один из которых Е1/1 резервный, заполняется случае быстрого опорожнения при аварийной разгерметизации одного из рабочих резервуаров (на рисунке 7 приведен внешний вид резервуаров БСМ ОрЛПУ УЭСП).

Эксплуатации резервного резервуара в других целях запрещается. В исключительных случаях (ремонт или экспертное обследование рабочих резервуаров, обеспечение возможности слива железнодорожных цистерн с

метанолом на УМТСиК) разрешается его эксплуатация в режиме «заполнение-опорожнение» по письменному указанию главного инженера - первую заместители генерального директора ООО «Газпром добыча Оренбург»



Рисунок 7 – Внешний вид резервуаров БСМ ОрЛПУ УЭСР

Объем заполнений резервуаров: разрешенный объем заполнения резервуаров составляет:

- Е 1/1 - 1400 м³ (при Н= 8 м) - резервный;
- Е 1/2 - 1980 м³ (при Н= 11 м);
- Е 1/4 - 1965 м³ (при Н= 11 м) .

Рабочий объем БСМ составляет (Е1/2 + Е1/4) - 3946 м³ .

Суммарный объем 3-х резервуаров составляет - 5345 м³ .

Характеристика метанолопроводов:

Рабочее давление метанолопроводов Р_{раб.} 2,5 МПа

Диаметры трубопроводов:

- от УМТСиК до БСМ и от БСМ до УКПГ-2 - \varnothing 114мм;
- от БСМ на УКПГ-1, 7, 8, 9, 12, 14, 15 - \varnothing 89мм;
- на УКПГ- 10 \varnothing 57мм.

Положение запорной арматуры в режиме транспорта метанола:

- все линейные задвижки (шаровые краны) на трассе открыты.

Из БСМ далее по трубам метанол идет на промыслы и в специальных кислотных агрегатах доставляется автотранспортом на объекты УЭСП. Ежедневно с БСМ отпускается около 70 м³ метанола.

2.2.1 Анализ существующих принципов, методов и средств обеспечения безопасности

Контроль процессов закачки и откачки идет в режиме онлайн по электронной системе. На БСМ трудится 7 работников (в т.ч. мастер, операторы товарные и слесаря по ремонту). На время ремонта резервуары оглушается от всех объектов парка. Проводятся диагностирование и экспертиза промышленной безопасности, обнаруживаемые дефекты устраняются, проводится повторный неразрушающий контроль, геодезические измерения для определения положения стенок резервуара и гидроиспытание. На рисунке 8 показан процесс подготовки резервуара к гидроиспытаниям.



Рисунок 8 – Подготовка резервуара к гидроиспытаниям

Увеличение производительности БСМ обуславливают необходимость установки четвертого резервуара с установкой электроприводных задвижек.

Поскольку метанол является ядовитым веществом, то вопрос его утилизации вследствие «глубокого дыхания» складских резервуаров БСМ является актуальной задачей.

Общеизвестно, что в большинстве случаев утилизация промышленных стоков в основном осуществляется путём сжигания на горизонтальных факельных установках (ГФУ). «При утилизации промышленных стоков путём их сжигания на ГФУ расход топливного газа обычно составляет вполне существенные значения и может достигать 600...800 м³ газа на один кубический метр сжигаемой жидкости. При закачке промышленных стоков в поглощающие залежи к утилизируемой жидкости предъявляются нормативные требования охраны окружающей среды. На производственных объектах ПАО «Газпром», данные требования регламентируются СТО Газпром 2-1.19-049-2006» [9]. В соответствии с данным стандартом содержание метанола в утилизируемой жидкости не должно превышать 40 г/дм³ (или 4 % мас.) [10; 11, с. 28; 12, с.415].

Существующая технология на БСМ ОрЛПУ УЭСП предполагает работу резервуара с «азотной подушкой» и сброс азотно-метанольной смеси через закрытую систему дыхательных клапанов в абсорбер (скруббер мокрой очистки), в качестве поглотителя используется вода, очищенный от паров азот со следами метанола сжигается на факельной установке, пары метанола, уловленные водой в скруббере мокрой очистки образуют водо-метанольный раствор, состоящий, как правило, на 50% мас. из воды и 50% мас. из метанола, далее водо-метанольный раствор подлежит сжиганию на факельной установке. Кроме того, в скруббер мокрой очистки попадают вентвыбросы от технологической насосной метанола. Недостатком данной технологии являются большие потери метанола вследствие его сжигания на факельной установке, загрязнение окружающей среды продуктами сжигания, значительные затраты топливного газа на сжигание водо-метанольного раствора и большой расход азота.

2.3 Результаты идентификации опасных и вредных производственных факторов и рисков работников БСМ ОрЛПУ УЭСП ООО «Газпром добыча Оренбург»

Анализ результатов специальной оценки условий труда на объектах нефтегазодобычи России, показывает, что более 30 % рабочих мест характеризуются вредными условиями труда, при этом, что видно из рисунка 9, 65% в распределении неблагоприятных условий труда по воздействию на персонал занимает производственный шум.

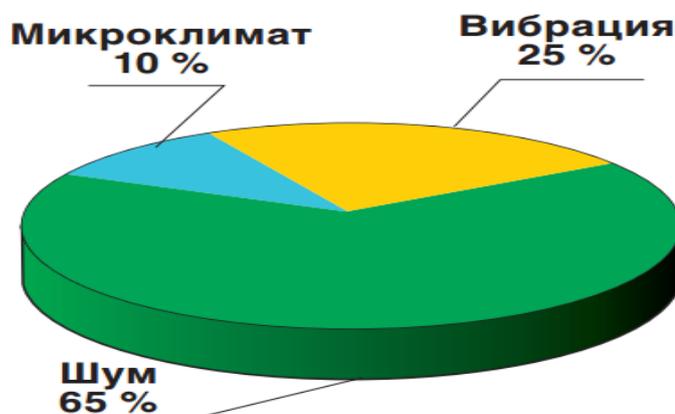


Рисунок 9 – Распределение неблагоприятных условий труда по воздействию на персонал негативному фактору

В ООО «Газпром добыча Оренбург» согласно требований Федерального закона от 28.12.2013 № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» проводится оценка условий труда аккредитованными лабораториями ООО «Си-Эй-Си - Городской Центр Экспертиз». Результаты проведения специальной оценки условий труда (СОУТ) ООО «Газпром добыча Оренбург» за период с 2014 по 2018 год приведены в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что ежегодно снижается количество рабочих мест и персонала, работающего во вредных либо опасных условиях труда, связанным с напряженным и тяжелым физическим трудом, что обусловлено эффективно проводимой политикой ООО «Газпром добыча Оренбург» в

области охраны труда, ежегодным выделением значительных финансовых ресурсов на улучшение условий труда.

На работников БСМ ОрЛПУ УЭСПООО «Газпром добыча Оренбург» оказывает воздействие комплекс факторов рабочей среды и трудового процесса, который включает производственный шум, вибрацию, воздействие вредных химических веществ (метанола), неблагоприятные параметры наружного воздуха, тяжесть и напряженность труда.

Таблица 1 – Результаты проведения специальной оценки условий труда ООО «Газпром добыча Оренбург»

Год наблюдения	Наименование	Количество рабочих мест и численность работников, занятых на этих рабочих местах		Количество рабочих мест и численность занятых на них работников по классам (подклассам) условий труда из числа рабочих мест, указанных в графе 3 (единиц)						
		всего	в т.ч. проведена СОУТ	класс 1	класс 2	класс 3				класс 4
						3.1	3.2	3.3	3.4	
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
2018	Рабочие места (ед.)	3384	154	-	128	17	9	-	-	-
	Работники, занятые на рабочих местах (чел.) /из них женщин	5453/1112	415/26	-	340/26	37/0	38/0	-	-	-
2017	Рабочие места (ед.)	4983	654	-	638	5	11	-	-	-
	Работники, занятые на рабочих местах (чел.) /из них женщин	9946/1850	977/260	-	918/259	6/0	53/1	-	-	-
2015	Рабочие места (ед.)	4964	2348	-	1922	174	250	2	-	-
	Работники, занятые на рабочих местах (чел.) /из них женщин	10042/1912	3851/593	-	2386/506	442/74	1021/13	2/0	-	-

2014	Рабочие места (ед.)	4935	1704	-	891	435	313	65	-	-
	Работники, занятые на рабочих местах (чел.) /из них женщин	10032/ 1929	5070/ 723	-	1318/ 538	915/ 140	1764/ 44	1073 /1	-	-

В БСМ ОрЛПУ УЭСП ООО «Газпром добыча Оренбург» возможно возникновение следующих опасных факторов (производственные риски):

- Возможность отравления метанолом при возникновении загазованности в случае разгерметизации оборудования (при аварии или нарушении порядка выполнения газоопасных работ), при нарушении правил обслуживания оборудования и нарушении правил использования средств индивидуальной защиты;
- Опасность термических ожогов (обморожении) при обслуживании паропроводов, конденсаторов при невыполнении требований безопасности;
- Возможность механических повреждений при соприкосновении с вращающимися и движущимися частями механизмов;
- Возможность поражения электрическим током при несоблюдении правил безопасности при обслуживании электроустановок;
- Возможность возникновения пожара или взрыва.

В процессе работы на оператора товарного и слесаря по ремонту БСМ ОрЛПУ УЭСП ООО «Газпром добыча Оренбург» могут воздействовать следующие вредные и опасные производственные факторы:

- физические (движущиеся машины и механизмы, температура);
- химические (вредные и опасные вещества в воздухе рабочей зоны);
- психофизиологические (монотонность труда, физические перегрузки).

К мероприятиям по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов, снижению уровня производственного риска и обеспечению безопасных условий труда можно отнести следующее:

- соблюдать требования инструкций по охране труда, пожарной и промышленной безопасности, правилам дорожного движения на территории промышленной площадки;
- соблюдать технологический режим, не допуская отклонения от регламента и технологических карт;
- систематически контролировать исправность автоматических блокирующих и предохранительных устройств;
- прекратить технологический процесс при обнаружении неисправности КИПиА технологических параметров, определяющих взрывоопасность и пожароопасность процесса;
- не допускать утечек из аппаратов и трубопроводов;
- не производить ремонтные работы на аппаратах, находящихся под избыточным давлением;
- ремонтные работы проводить искронедаяющим инструментом;
- не допускать посторонних лиц на рабочее место без разрешения руководителя;
- запрещается применение ЛВЖ и ГЖ для мытья рук, стирки спецодежды и уборки помещений;
- запрещается нахождение по эстакадам вне установленных и оборудованных проходов;
- при возникновении каких-либо неполадок в работе немедленно сообщать руководителю;
- работать только на исправном оборудовании;
- поддерживать в исправном состоянии оборудование, приборы КИП и А и приспособления, инструменты, средства пожаротушения, средства индивидуальной защиты и обеспечивать их сохранность;

- ежемесячно сообщать обо всех не устранённых дефектах оборудования, электрооборудования, оборудования КИПиА;
- при аварийном выходе из строя оборудования и коммуникаций, обнаружении загазованности (выше ПДКр.з) и других явлениях, немедленно сообщать руководителю.

Ведущим вредным производственным фактором на БСМ является метанол [13]. «Метанол CH_3OH (метиловый спирт, карбинол) – бесцветная прозрачная жидкость, по запаху и вкусу напоминает винный (этиловый) спирт. Удельный вес 0,79. Температура кипения 64,7 °С. Растворим в спиртах и других органических соединениях, смешивается с водой во всех отношениях, легко воспламеняется» [14].

«Метанол - особо опасная легковоспламеняющаяся жидкость. Температура вспышки 6 °С. Температура воспламенения 13 °С. Температура самовоспламенения 440 °С. Температурные пределы распространения пламени: нижний - 5 °С, верхний - 39 °С; концентрационные пределы распространения пламени 6,98%-35,5% (об.)» [15].

«Метанол - сильный, преимущественно нервный и сосудистый яд. В организм человека может поступать через дыхательные пути, неповрежденную кожу. Особенно опасен прием метанола внутрь. 5 - 10 граммов метанола могут вызвать отравление человека, смертельная доза 30 - 100 граммов. Симптомы отравления: головная боль, головокружение, тошнота, рвота, боль в животе, общая слабость, раздражение слизистых оболочек, мелькание в глазах, а в тяжелых случаях - потеря зрения и смерть» [14].

«Предельно допустимая концентрация (ПДК) в воздухе рабочей зоны - 5 мг/м³, максимальная разовая концентрация в атмосферном воздухе населенных мест - 1 мг/м³, среднесуточная - 0,5 мг/м³» [15]. По степени воздействия на организм относится к 3-му классу опасности по ГОСТ 12.1.007-88.

«Метанол обладает политропным действием с преимущественным воздействием на нервную систему, печень и почки. Обладает выраженным кумулятивным эффектом. Метанол представляет собой опасность, вплоть до смертельного исхода, при поступлении через желудочно-кишечный тракт. Острые отравления при вдыхании паров встречаются редко. Метанол обладает слабовыраженным местным действием на кожу, может проникать через неповрежденные кожные покровы (ПДУ загрязнения кожных покровов составляет 0,02 мг/см²)» [15].

«Симптомы отравления - головная боль, головокружение, тошнота, рвота, боль в желудке, общая слабость, раздражение слизистых оболочек, мелькание в глазах, а в тяжелых случаях - потеря зрения и смерть» [15].

«В обществах, применяющих метанол, разрешается проводить только окрашивание недорированного метанола с применением хорошо растворяющегося красителя темного цвета из расчета 2-3 л на 1000 л метанола. Допускается также применение порошкообразного водорастворимого красителя (например, индулина), который необходимо растворить в воде в массовом соотношении 1:1» [8].

«В качестве температур самовоспламенения метанола в литературе приводятся значения от 436 до 500 °С, зависящие от конструкции и материала прибора, используемого для определения этой характеристики. Так, в стеклянном приборе температура воспламенения была равна 464°С, а в цинковом даже 546 °С» [16, с.27].

«Из-за малой электропроводности метанола статическое электричество накапливается только при высоких скоростях его истечения и при использовании токонепроводящих материалов. Загоревшийся метанол целесообразно гасить водой (в виде распыляемых струй или тумана), а также углекислотой» [16, с. 27]. И из этих результатов идентификации опасных и вредных производственных факторов и рисков работников БСМ ОрЛПУ УЭСП ООО «Газпром добыча Оренбург» мы проводим анализ и разрабатываем мероприятия необходимые по снижению данных факторов.

2.4 Анализ обеспеченности средствами индивидуальной защиты работающих на объекте исследования

Согласно СТО Газпром 2-2.3-143-2007 работники, которые будут непосредственно заняты на перекачке и сливе метанола обеспечиваются спецодеждой, резиновыми сапогами, фартуками, перчатками, противогазами марки «А», изолирующими противогазами шлангового типа ПШ-2, а также специальных костюмов для защиты всего тела работающего с метанолом.

Работникам (оператору товарному и слесарю по ремонту) УЭСП в соответствии и утвержденными типовыми нормами бесплатной выдачи СИЗ положены средства указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Положенные СИЗ БСМ УЭСП

Наименование средств индивидуальной защиты	Срок носки (мес.)
Костюм хлопчатобумажный антистатический с маслостойкой пропиткой	12
Белье нательное хлопчатобумажное	6
Головной убор летний (кепи или бейсболка)	12
Рукавицы комбинированные или	1
Перчатки с защитным покрытием	до износа
Перчатки трикотажные хлопчатобумажные	1
Ботинки кожаные или	12
Сапоги кирзовые	12
Каска защитная	24
Зимой дополнительно.	
Костюм для защиты от пониженных температур с пристегивающейся утепляющей прокладкой из антистатических тканей с маслостойкой пропиткой	18
Белье нательное шерстяное	
Шапка-ушанка	12
Подшлемник утепленный	24
Подшлемник трикотажный	12
Рукавицы утепленные или	12
Перчатки из полимерных материалов морозостойкие	6
Сапоги кожаные меховые или унты	6
Валенки обрешиненные	36
	18

В таблице 3 приведен перечень аварийного запаса средств индивидуальной защиты для ремонтной бригады БСМ. Аварийный запас фильтрующих и шланговых противогазов БСМ ОрЛПУ УЭСП храниться в

шкафу (ящике) под пломбой. Запрещается запирать на замок аварийный запас противогазов. Целостность пломб аварийного запаса проверяется при приеме и сдаче смены обслуживающим персоналом.

Таблица 3 – Перечень аварийного запаса средств индивидуальной защиты для ремонтной бригады БСМ

Средства индивидуальной защиты	Тип, марка	Размер	Кол-во единиц	Место расположения СИЗ
Защитный костюм	«Метанол»	Универсал	2	Операторная
Перчатки (рукавицы) прорезиненные	-	б/р	2 п.	Операторная
Сапоги резиновые	-	40; 43	2 п.	Операторная
Противогаз фильтрующий промышленный	ДОТ-600	1У	1	Операторная
Противогаз фильтрующий промышленный	ДОТ-600	2У	1	Операторная
Противогаз фильтрующий	ДОТ-600	3У	1	Операторная
Противогаз шланговый	ПШ-1	1У,2У,3У.	2 компл.	Операторная
Противогаз шланговый	ПШ-2	1У,2У,3У.	1 компл.	Операторная

Работники обязаны пользоваться выданными им СИЗ и бережно относиться к ним, своевременно ставить в известность администрацию о необходимости выполнить стирку, химчистку, ремонту или замену спецодежды.

Работники БСМ УЭСП в аварийных ситуациях должны использовать противогазы ПФП с коробками марки А, БКФ или ДОТ-600 (проходная).

Анализ наличия и ношения работниками СИЗ БСМ УЭСП показал 100% обеспеченность положенными средствами индивидуальной защиты всех работающих.

2.5 Анализ производственного травматизма на объекте исследования

На рисунке 10 приведено количество пострадавших в несчастных случаях на производстве в дочерних обществах и филиалах ПАО «Газпром» за период с 2009 по 2019гг. за 9 месяцев.

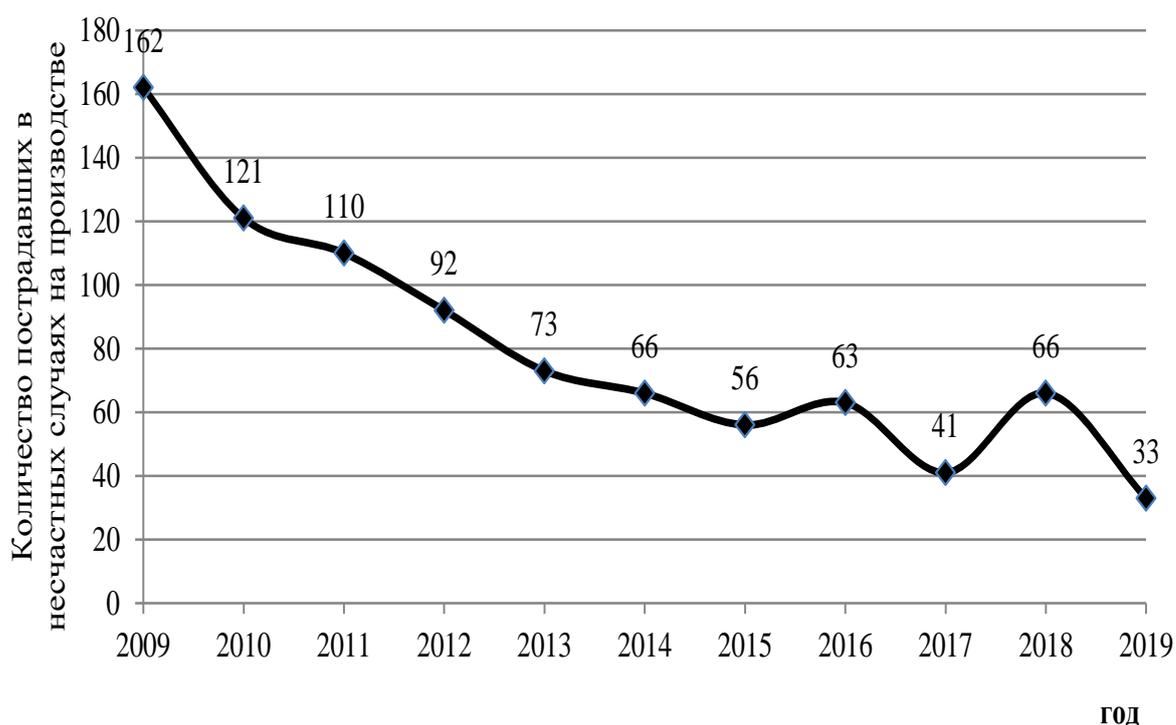


Рисунок 10 – Количество пострадавших в несчастных случаях на производстве в дочерних обществах и филиалах ПАО «Газпром» за период с 2009 по 2019гг. за 9 месяцев

На рисунке 11 приведено количество пострадавших в несчастных случаях на производстве со смертельным исходом в дочерних обществах и филиалах ПАО «Газпром» за период с 2009 по 2019гг. за 9 месяцев.

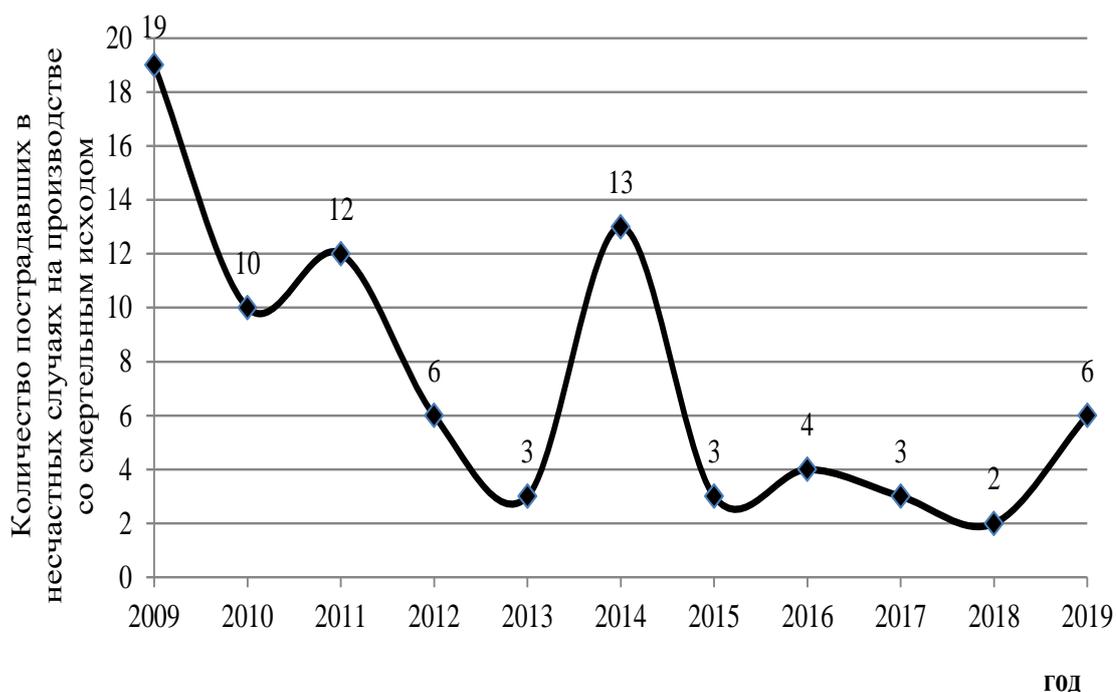


Рисунок 11 – Количество пострадавших в несчастных случаях на производстве со смертельным исходом в дочерних обществах и филиалах ПАО «Газпром» за период с 2009 по 2019гг. за 9 месяцев

Из рисунков 10 и 11 видно, что количество пострадавших в несчастных случаях имеет тенденцию к снижению. В целом, количество пострадавших в несчастных случаях на производстве в дочерних обществах и филиалах ПАО «Газпром» за период с 2009 по 2019гг. за 9 месяцев колеблется от 33 случаев в 2019 году до 162 случаев в 2009 году. Количество пострадавших в несчастных случаях на производстве со смертельным исходом в дочерних обществах и филиалах ПАО «Газпром» за период с 2009 по 2019гг. за 9 месяцев колеблется от 2 случаев в 2018 году до 19 случаев в 2009 году.

По видам деятельности ПАО «Газпром» (транспорт и хранение газа (в т.ч. переработка газа), добыча газа, специальные организации, администрация ПАО «Газпром», бурение и капитальный ремонт скважин, разведка месторождений углеводородов и прочим организациям) количество пострадавших на производстве, в том числе со смертельным исходом за период с 2018 по 2019 гг. представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Распределение количества пострадавших на производстве по видам деятельности за 9 месяцев ПАО «Газпром»

Вид деятельности	Пострадало за 9 месяцев		В т.ч. погибли	
	2018	2019	2018	2019
Транспорт и хранение газа	16	10	2	1
В т.ч. переработка газа		8		4
Добыча газа	9	5		
Специальные организации	17	5		1
Администрация ПАО «Газпром»	6	4		
Бурение и капремонт скважин	14	1		
Разведка месторождений углеводородов	3			
Прочие организации	1			
ВСЕГО:	66	33	2	6

Распределение производственного травматизма по видам происшествий приведено в таблице 5.

Таблица 5 – Распределение производственного травматизма по видам происшествий в дочерних обществах и филиалах ПАО «Газпром»

Вид происшествия	Пострадало при несчастных случаях за 9 месяцев		В т.ч. погибло	
	2018	2019	2018	2019
1.Транспортное происшествие на наземном транспорте	30	10	2	
2.Падение пострадавшего с высоты, в т.ч.	26	5		
Падение на ровной поверхности одного уровня, в т.ч. в результате проскальзывания, ложного шага или спотыкания	12	1		
Падение на скользкой поверхности, в т.ч. покрытой снегом и льдом	1			
Падение на мокрой поверхности в помещении	4			
Падение на маршевых лестницах	4	3		
Падение при посадке/выходе из транспорта	1			
Падение на природном ландшафте	1			
Падение при разности уровней высот	1			
Падение с приставных лестниц	1			
Падение при эксплуатации автотранспорта	1	1		
3.Падение, обрушение, обвалы предметов, материалов, земли в т.ч.	1	5		1
Удары падающими предметами и деталями при		3		

работе с ними				
Удары падающими предметами		2		1
Падение деревьев	1			
4. Воздействие движущиеся, разлетающихся предметов, деталей, машин, в т.ч	4	9		3
Контактные удары при столкновении с движущимися предметами, деталями и машинами	3	4		3
Контактные удары при столкновении с неподвижными предметами, деталями и машинами	1			
Контактные удары при столкновении с разлетающимися предметами и деталями	1			
Защемление между движущимися и неподвижными предметами, деталями и машинами	1	4		1
Защемление между движущимися предметами, деталями и машинами		1		
5. Воздействие экстремальных физических факторов, в. т.ч.	2	2		1
Воздействие электрического тока		1		1
Воздействие электрической дуги		1		
Воздействие неконтролируемого огня в здании	1			
Повреждения при возгорании легковоспламеняющихся веществ	1			
6. Воздействие вредных веществ	1	1		1
7. Прочие		1		
Итого	66	33	2	6

Видно, что чаще всего происходят происшествия на наземном транспорте.

3 Мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов, обеспечения безопасных условий труда

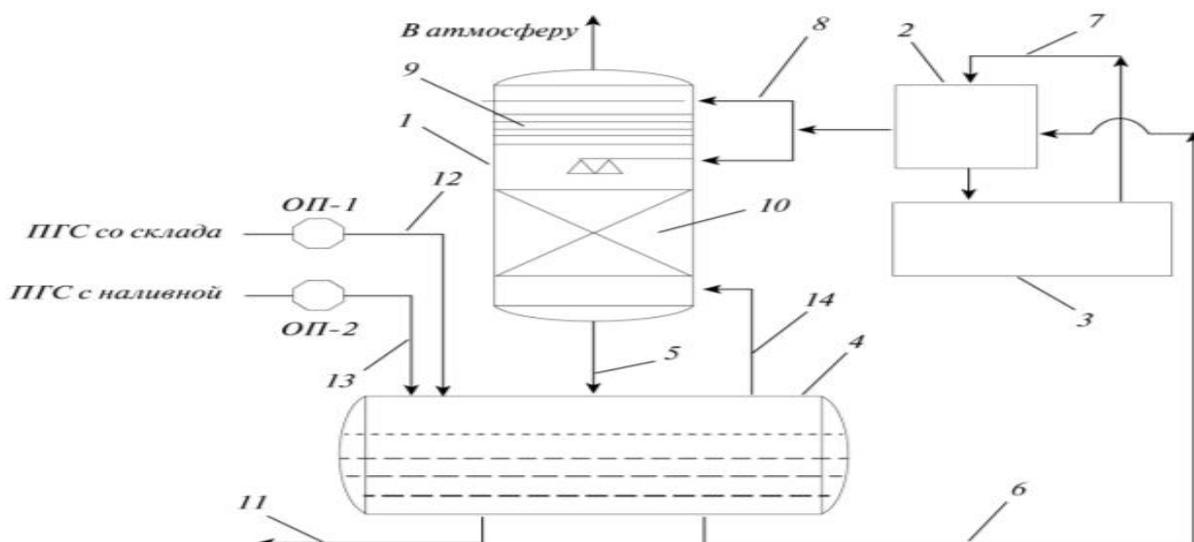
3.1 Патентный поиск по повышению безопасности технологического процесса на объекте исследования

Выполненный патентный поиск и анализ научной литературы по утилизации паров метанола, выделяемых из резервуаров вследствие больших и малых «дыханий», позволил установить, что большинство исследователей предлагают конденсировать пары метанола из захоложденного газового потока либо сжигать на факельных установках и выбрасывать продукты сгорания в атмосферу, например:

1. Авторы патента RU № 2404116, МПК C01B 3/38, C07C 31/04, опублик. 20.11.2010 предлагают очистку метанола сжиганием, данный способ приводит к загрязнению воздушной среды продуктами сгорания.

2. Авторы патента RU №2114051, МПК B67D5/04, B67D5/378, B67D5/54, B67D5/60, B67D5/62, опублик. 27.06.1998. предлагают конденсацию паров содержащих метанол жидким азотом, недостатком способа является загрязнение воздушной среды газообразным азотом, содержащим незначительное количество паров метанола, который сбрасывается в атмосферу через обратный клапан.

3. Афанасьев С.В., Шевченко Ю.Н. Сайкин С.А. в [17] предлагают для линия улавливания паров метанола использовать «абсорбционную колонну, содержащую насадочную и тарельчатую секции, и компаблок, выполняющий функции теплообменника и связанный с холодильной машиной» [17]. Схема установки приведена на рисунке 12. Недостатком данного способа является также необходимость использования дорогой холодильной установки.



1 – абсорбционная колонна; 2 – компаблок; 3 – холодильная машина; 4 – сборник охлажденного метанола; 5 – трубопровод слива метанола; 6 – трубопровод подачи абсорбента (метанола) на охлаждение; 7 – трубопровод циркуляции хладагента; 8 – трубопровод подачи охлажденного адсорбента на орошение; 9 – тарельчатая часть колонны; 10 – насадочная часть колонны; 11 – трубопровод подачи жидкого метанола на склад; 12, 13 – трубопроводы подачи паро-газовой смеси (МГС); 14 – трубопровод подачи МГС в колонну; ОП-1, ОП-2 – огнепреградители» [17].

Рисунок 12 - Схема улавливания паров метанола по [17]

4. Авторы патента RU 2 532 431 C1, МПК C07C 31/04, B01D 5/00, опуб. 11.10. 2014 предлагают способ улавливания метанола из парогазовой смеси при его хранении и перевалке, используя схему приведенную на рисунке 13. «Установка состоит из емкости охлажденного метанола 1, насадочной колонны 2, вентиляторов 3, 4, насосов 5, 6, теплообменника 7, холодильной установки 8, свечи рассеивания 9, фильтров 10, 11, обратных клапанов 12, 13, запорно-регулирующей арматуры 14-19, счетчика жидкого метанола 20» [18]. «Технический результат достигается тем, что способ улавливания метанола из парогазовой смеси (МГС) при его хранении и перевалке включает отбор паров МГС из емкости установки, охлаждение МГС и конденсацию паров в блоке конденсации паров, возврат конденсата в емкость и опорожнение

емкости, причем охлаждение газовой смеси в блоке конденсации паров, состоящем из емкости охлажденного метанола и установленной на нем насадочной колонны, производят за счет взаимодействия противотоком парогазовой смеси, содержащей пары метанола, с охлажденным до температуры в диапазоне от минус 25 до минус 36°С метанолом, при давлении, близком к атмосферному, охлажденный и сконденсировавшийся метанол возвращается в емкость охлажденного метанола» [18].

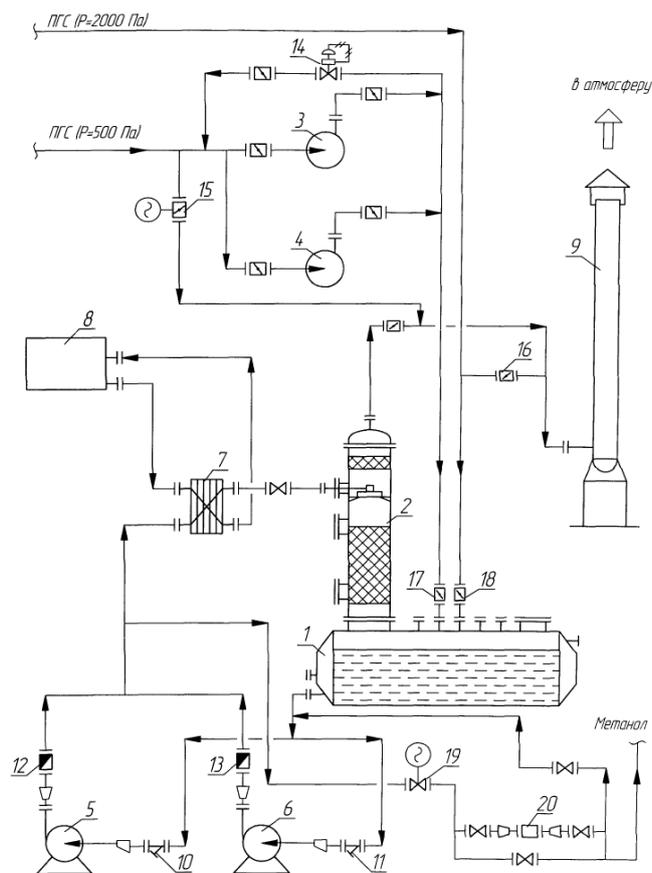


Рисунок 13 – Схема патента RU 2 532 431 C1

Недостатком данного способа является необходимость использования дорогостоящего оборудования, в частности, холодильной установки.

«Разработка системы улавливания паров и рециклинга в товарный продукт является необходимым условием, обеспечивающим повышение

промышленной безопасности агрегатов метанола и снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду» [17].

3.2 Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных производственных факторов при обращении с метанолом на БСМ ОрЛПУ УЭСП

Источниками выбросов вредных веществ на УЭСП ООО «Газпром добыча Оренбург» являются:

- вентиляционные трубы общеобменной вентиляции покрасочных участков автомобилей, сварочных постов, металлообрабатывающих станков, шиноремонтных участков, участков по ремонту насосно-компрессорного оборудования, оборудования по ремонту запорно-регулирующей арматуры, оборудования для изготовления резинотехнических изделий и изделий из полипропилена, лабораторий по проведению химанализов, гаражей для стоянки автотранспорта, аккумуляторных участков, участков по ремонту и испытанию топливной аппаратуры, медницких участков, насосных, моек автомобилей (с очистными сооружениями), технического обслуживания, текущего ремонта автомобилей и контроля токсичности выхлопных газов, подземного паркинга и пр.;
- дыхательные клапаны резервуаров хранения метанола, кислот и пр., люки автомобильных цистерн при наливке в них метанола, соляной кислоты, толуола и пр., возможные неплотности трубопроводов и технологического оборудования, установленного на открытых промплощадках и в помещении насосных, для перекачки метанола, соляной кислоты, толуола и пр., дыхательные клапаны заглубленных резервуаров хранения, наземных железнодорожных цистерн резервуарных парков, складов горюче-смазочных материалов и автозаправочных станций, автомобильных газовых заправок и пр.;

- открытые стоянки автотранспорта, открытые отапливаемые стоянки автотранспорта, неплотности запорно-регулирующей арматуры, и пр.;
- дымовые трубы кузнечного горна, крышной котельной, котельных, водогрейных котлов выхлопные трубы дизель-генератора, трубы подогревателей этана, теплоэлектростанций, растворобетонных установок и пр.;
- горизонтальные и вертикальные факельные установки, продувочные свечи и пр.

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха парами метанола на объектах БСМ ОрЛПУ УЭСП являются:

- «Неорганизованные источники:
 - 1) разгружаемые транспортные емкости (авто- и железнодорожные цистерны, бочки, резервуары водного транспорта);
 - 2) приемные и технологические резервуары "чистого" метанола и водометанольного раствора (ВМР) »;
 - 3) запорно-регулирующая арматура на внешних и внутренних технологических линиях УКПГ» [6]..
- «Организованные источники:
 - 1) непрерывного действия - вытяжные трубы систем общеобменной вентиляции из помещений основного технологического оборудования;
 - 2) периодического действия - "залповые выбросы" от "свечей" при периодических продувках технологического оборудования» [6].

Выполним расчет выбросов на объектах Базисного склада метанола Оренбургского ЛПУ УЭСП от основных источников загрязнения атмосферного воздуха парами метанола:

- 1) Выполним расчет выбросов паров метанола из технологически резервуаров Е 1/2 и Е 1/4 объемам по 2000 м³ каждый по методикам ВРД 39-1.13-051-2001 [6]. С учетом эксплуатационных особенностей резервуаров и

состава размещаемого метанола расчет выбросов паров проводим по формулам [6]:

$$G_{\text{мет}}^{\text{р}} = \frac{0,160 (P_{\text{мет}}^{\text{мин}} \cdot K_B + P_{\text{мет}}^{\text{макс}}) \cdot X_{\text{мет}} \cdot K_{\text{р}}^{\text{р}} \cdot K_{\text{об}} \cdot B (x_{\text{мет}} / \rho_{\text{мет}} + x_{\text{вод}} / \rho_{\text{вод}})}{10000 (x_{\text{мет}} / m_{\text{мет}} + x_{\text{вод}} / m_{\text{вод}}) \cdot (546 + t_{\text{ж}}^{\text{макс}} + t_{\text{ж}}^{\text{мин}})} \quad (1)$$

$$M_{\text{мет}}^{\text{р}} = \frac{0,455 \cdot P_{\text{мет}}^{\text{макс}} \cdot X_{\text{мет}} \cdot K_{\text{р}}^{\text{макс}} \cdot K_B \cdot V_{\text{к}}^{\text{макс}}}{100 (x_{\text{мет}} / m_{\text{мет}} + x_{\text{вод}} / m_{\text{вод}}) \cdot (273 + t_{\text{ж}}^{\text{макс}})} \quad (2)$$

$$G_{\text{мет}}^{\text{р}} = \frac{0,16(130 \cdot 1 + 13) \cdot 0,95 \cdot 0,56 \cdot 2,5 \cdot 35000 \left(\frac{0,95}{0,792} + \frac{0,05}{1,00} \right)}{10000 \cdot \left(\frac{0,95}{32} + \frac{0,05}{18} \right) \cdot (546 + 25 - 15)} = 7,34 \text{ т/год}$$

$$M_{\text{мет}}^{\text{р}} = \frac{0,445 \cdot 130 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 5}{100 \cdot \left(\frac{0,95}{32} + \frac{0,05}{18} \right) \cdot (273 + 25)} = 0,23 \text{ г/с}$$

где

$G_{\text{мет}}^{\text{р}}$ - валовой, т/год, и $M_{\text{мет}}^{\text{р}}$ - максимально разовый, г/с выбросы паров метанола из каждого отдельного резервуара;

$\rho_{\text{мет}}$ - плотность метанола, т/м³ ($\rho_{\text{мет}} = 0,792 \text{ т/м}^3$);

$P_{\text{мет}}^{\text{мин}}$, $P_{\text{мет}}^{\text{макс}}$ - давление насыщенных паров метанола при минимальной и максимальной (среднемесячных для наружных резервуаров) температурах соответственно, мм.рт.столба (определяется по рисунку 14); при $t_{\text{ср}}^{\text{макс}} = +25 \text{ }^\circ\text{C}$ по г. Оренбург (по рисунку 14: $P_{\text{мет}} = 130 \text{ мм рт.ст.}$) и $t_{\text{ср}}^{\text{мин}} = -15 \text{ }^\circ\text{C}$ по г. Оренбург (по рисунку 14: $P_{\text{мет}} = 13 \text{ мм рт.ст.}$).

$t_{\text{ср}}^{\text{макс}}$ -среднемесячная наиболее жаркого месяца года температуры окружающего воздуха, $^\circ\text{C}$; $t_{\text{ср}}^{\text{мин}}$ -среднемесячная наиболее холодного месяца года температуры окружающего воздуха, $^\circ\text{C}$;

K_B - коэффициент, характеризующий распределение концентраций паров метанола по высоте газового пространства резервуара; при температурах менее $+50 \text{ }^\circ\text{C}$ $K_B = 1,00$;

V - количество метанола, закачиваемое в резервуар в течение года, 35000т/год;

$K_{об}$ - коэффициент (определяется по табл. 3), учитывающий оборачиваемость резервуара $n = V / (\rho_{мет} \cdot V_p \cdot N_p)$; V_p и N_p - объем, м³, и количество, шт., одноцелевых резервуаров. $V_p=2000$ м³ (две единицы Е 1/2 и Е 1/4 $N_p=2$); $n= 35000 / (0,792 \cdot 2000 \cdot 2) = 11,04$; что менее 20, поэтому по таблице 6 $K_{об}=2,50$.

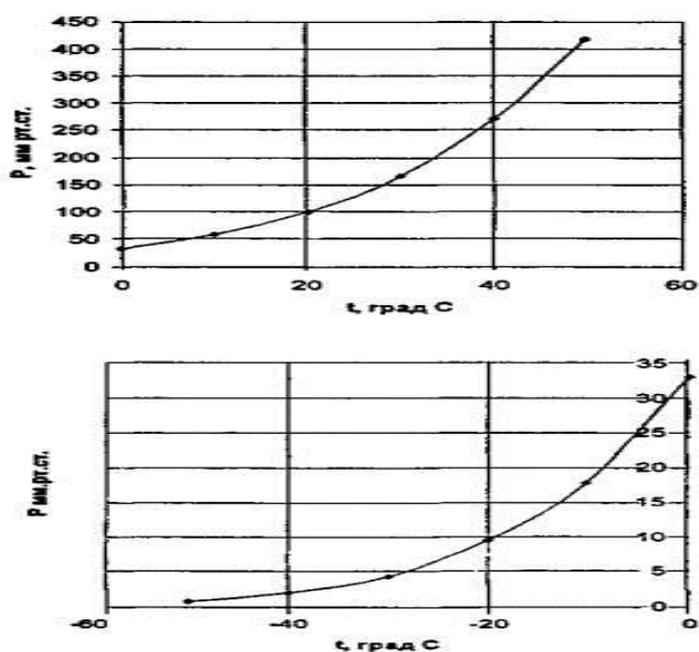


Рисунок 14 – Зависимость давления насыщенных паров метанола, мм.рт.ст., от температуры

Таблица 6 – Значение опытных коэффициентов $K_{об}$ [6]

n	100 и более	80	60	40	30	20 и менее
$K_{об}$	1,35	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50

$X_{мет}$, $X_{вод}$ - массовые доли метанола (0,95) и воды (0,05) в водометанольном растворе («метаноле»);

V_v^{\max} - максимальный объем паровоздушной смеси, вытесняемой из резервуара во время закачки в него жидкости (равен производительности насоса) по двум резервуарам 5 м³/ч;

$K_p^{\text{сп}}$, K_p^{\max} - опытный коэффициент, характеризующий эксплуатационные особенности резервуара (определяется по таблице 7); $K_p^{\text{сп}} = 0,56$; $K_p^{\max} = 0,8$ для наземного вертикального резервуара объёмом 2000 м³.

Таблица 7 – Значение опытных коэффициентов K_p [6]

Конструкция резервуаров	K_p^{\max} $K_p^{\text{сп}}$	Объем резервуара V_p , м ³			
		100 и менее	200-400	700-1000	2000 и более
Наземный вертикальный (PBC)	K_p^{\max}	0,90	0,87	0,83	0,80
	$K_p^{\text{сп}}$	0,63	0,61	0,58	0,56

2) Выполним расчет выбросов метанола при сливе транспортных железнодорожных цистерн. «Как правило, слив метанола из транспортных цистерн производится под атмосферным давлением. В этих условиях выбросы в атмосферу происходят за счет так называемого "обратного выдоха", частичного вытеснения из цистерны воздуха, насыщенного парами сливаемой жидкости» [6]. При этом валовые выбросы в атмосферу рассчитываются по модифицированному уравнению по формулам [6]:

$$G_{\text{мет}}^{\text{ц}} = 1,2 \cdot 10^{-3} \cdot Q_{\text{цн}} \cdot K_{\text{мет}} \cdot X_{\text{мет}} \cdot \frac{M_{\text{мет}}}{273 + t_{\text{о.с.}}^{\text{сп}}} \quad \text{т/год} \quad (3)$$

$$M_{\text{мет}}^{\text{ц}} = 0,333 \cdot V_v \cdot K_p \cdot X_{\text{мет}} \cdot \frac{M_{\text{мет}}}{273 + t_{\text{о.с.}}^{\max}} \quad \text{г/с} \quad (4)$$

$$G_{\text{мет}}^{\text{ц}} = 1,2 \cdot 0,001 \cdot 43800 \cdot 40/760 \cdot 0,914 \cdot 32,04 / (273 + 5) = 0,29 \text{ т/год}$$

$$M_{\text{мет}}^{\text{ц}} = 0,333 \cdot 60 \cdot 130 / 760 \cdot 0,914 \cdot 32,04 / (273 + 25) = 0,36 \text{ г/с}$$

где

$1,2 \cdot 10^{-3}$ - коэффициент, который составляет 10 % от величины "большого дыхания" транспортной цистерны;

$Q_{\text{цн}} = 43800 \text{ м}^3/\text{год}$ - годовой объем сливаемого из цистерн метанола;

$x_{\text{мет}}$ - мольная доля метанола (в водометанольном растворе) в сливаемой жидкости ($x_{\text{мет}} = 0,914$);

$K_{\text{мет}}$ - константа равновесия между паром и метанолом при температуре парогазового пространства транспортной цистерны, которая принимается как температура окружающего воздуха $t_{\text{о.в.}}$, и определяется отношением $K_{1\text{мет}} = P_{\text{мет}} / P_{\text{а}} = 40/760 = 0,05$ и $K_{2\text{мет}} = 130/760 = 0,17$

где $P_{\text{мет}}$ - давление паров метанола, мм.рт.ст. (определяется по рисунку 14);

$P_{\text{а}} = 760 \text{ мм рт.ст.}$ - атмосферное давление;

$t_{\text{о.в.}}^{\text{ср.}}$, $t_{\text{о.в.}}^{\text{ж.}}$ - среднегодовая и среднемесячная наиболее жаркого месяца года температуры окружающего воздуха, °С; $t_{\text{о.в.}}^{\text{ж.}} = 5 \text{ °С}$ по г. Оренбург (по рисунку 14: $P_{\text{мет}} = 40 \text{ мм рт.ст.}$); $t_{\text{о.в.}}^{\text{ср.}} = +25 \text{ °С}$ по г. Оренбург (по рисунку 14: $P_{\text{мет}} = 130 \text{ мм рт.ст.}$);

$m_{\text{мет}}$ - молекулярная масса метанола, кг/кмоль, равная 32,04.

$V_{\text{ч}}$ - часовая производительность насоса (либо "самослива"), $60 \text{ м}^3/\text{ч}$, при перекачке метанола из транспортной емкости в приемный резервуар.

3) Выполним расчет выбросов метанола от запорно-регулирующей арматуры. «Причиной выбросов паров метанола от запорно-регулирующей арматуры, находящейся под избыточным давлением, являются увеличивающиеся со временем эксплуатации потери метанолсодержащего газа либо протечки метанолсодержащей жидкости через неплотности герметизирующих уплотнений (прокладок, сальниковых набивок и т.п.)» [6].

Расчеты выбросов паров метанола в этом случае проводятся по формулам ВРД 39-1.13-051-2001 [6]:

а) Валовые выбросы, т/год, (от всех источников)

$$G_{\text{валов}} = \sum_{i=1}^n (y_i \cdot b_i \cdot N_i \cdot t_i \cdot x_i \cdot 10^{-3}) \quad \text{т/год} \quad (5)$$

б) Максимально разовые выбросы, г/с, (от каждого отдельного источника):

$$M_i = 0,278 \cdot y_i \cdot b_i \cdot x_i \quad \text{г/с} \quad (6)$$

где

10^{-3} и $0,278 = 10^3/3600$ - коэффициенты перевода кг/ч в т/год и г/с соответственно;

y_i - величины утечек, кг/ч (принимаются по [6] и таблице 9);

b_i - доля потерявших герметичность подвижных или неподвижных уплотнений запорно-регулирующей арматуры (принимаются по [6] и таблице 9);

« N_i и t_i - соответственно количество, шт., и время работы в течение года, ч/год, однотипных источников выбросов паров метанола;

n - общее число имеющихся типов запорно-регулирующей арматуры и видов технологических потоков (среды: парогазовые, парогазожидкостные либо жидкостные);

x_i - массовая доля метанола в соответствующей парогазовой или водометанольной среде» [6].

Результаты расчета выбросов метанола от запорно-регулирующей арматуры по метанолопроводу приведены в таблице 8.

4) Выполним расчет выбросов метанола от организованных источников. «Местная вытяжная вентиляция (включая общеобменную) отсасывает воздух из помещений, в которых расположено технологическое оборудование, в том числе неорганизованные источники выделения, такие, как резервуары водометанольные, запорно-регулирующая арматура» [6].

На рисунке 15 приведено устройство местной вытяжной вентиляции в помещении технологической насосной метанола БСМ ОрЛПУ УЭСП.

Таблица 2.8 – Результаты расчета выбросов метанола от запорно-регулирующей арматуры по метанолопроводу [6]

Наименование оборудования, вид технологического потока	Кол-во ед. оборуд., шт.	Величина утечки, кг/ч	Доля потерявших герметичность уплотнений, b_i	Валовые выбросы G_i , т/год		Максимально-разовые выбросы M_i , г/с	
	Время его работы, ч/г N_i/t_i	Мас. доля метанола y_i/X_i		От ед. оборудования	От N_i ед. оборудования	От ед. оборудования	От N_i ед. оборудования
Задвижки	$\frac{3}{8760}$	$\frac{0,013}{0,95}$	0,365	0,0395	0,118	0,0013	0,0039
Предохранительные клапаны	$\frac{2}{8760}$	$\frac{0,084}{0,95}$	0,25	0,175	0,0078	0,0039	0,0078
Фланцы	$\frac{16}{8760}$	$\frac{0,0003}{0,095}$	0,05	$1,58 \cdot 10^{-4}$	$7,8 \cdot 10^{-5}$	$0,49 \cdot 10^{-5}$	$7,8 \cdot 10^{-5}$
Насосы-торцовое уплотнение	$\frac{3}{8760}$	$\frac{0,080}{0,95}$	0,638	0,425	0,0405	0,0135	0,0405
Итого	-	-	-	-	1,746 т/г	-	0,0522 г/с

При этом концентрация вредных выбросов в воздухе, уходящем через вентиляционный патрубок наружу, рассчитывается по формуле, $г/м^3$

$$C_{\text{мет}} = \frac{\sum M_i^{\text{мет}} \cdot 3600}{\sum V_{\text{вз}}} \quad \text{г/м}^3 \quad (7)$$

где

$\sum M_i^{\text{мет}}$ - сумма вредных выбросов метанола от различных видов оборудования, установленного в помещении, г/с;

$\sum V_{\text{вн}}$ - суммарная производительность вытяжных вентиляторов, вентилирующих данное помещение, м³/ч.



Рисунок 15 – Устройство местной вытяжной вентиляции в помещении технологической насосной метанола БСМ ОрЛПУ УЭСП

Расчет выбросов паров метанола $\sum M_i^{\text{мет}}$ через неплотности запорно-регулирующей арматуры, размещенной в помещениях, проводится с учетом величин утечек и процент потерявших герметичность уплотнений (таблица 9).

Таблица 9 – «Величины утечек подвижных и неподвижных уплотнений запорно-регулирующей арматуры, кг/ч [8]

Наименование оборудования, вид технологического потока	Величина утечки, u_i	Доля потерявших герметичность уплотнений, b_i
Запорно-регулирующая арматура		
Среда газовая (природный газ с парами метанола)	0,0210	0,293
Легкие углеводороды, двухфазный поток (пары метанола над "чистым" метанолом - для метанолопроводов; метанол + газ + газовый конденсат)	0,0130	0,365
Предохранительные клапаны		
Парогазовые потоки (природный газ с парами метанола)	0,136	0,460
Легкие жидкие углеводороды (пары метанола в метанолопроводах; метанол + газ + конденсат)	0,084	0,250
Фланцы		
Парогазовые потоки (природный газ с парами метанола)	0,00073	0,030
Легкие углеводороды, двухфазный поток (пары метанола)	0,00038	0,050

в метанолопроводах, конденсатопроводах)		
Уплотнение центробежного компрессора		
(природный газ с парами метанола)	0,120	0,765
Сальниковое уплотнение поршневого компрессора		
(природный газ с парами метанола)	0,115	0,700
Уплотнение насосов - торцовое		
жидкие легкие углеводороды (пары метанола в метанолопроводах, конденсатопроводах)	0,080	0,638

При расчете выбросов паров метанола от технологического оборудования» [6], следует учитывать «залповые выбросы» при периодических продувках технологического оборудования, отводимые «на свечу» или «на факел». Однако, в случае сжигания газов продувки «на факеле» в зоне высоких температур (1000°С и более) происходит полное сгорание метанола, поэтому расчет его выбросов не производится.

Результаты расчета выбросов от организованного источника выбросов - технологической насосной метанола приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Результаты расчет выбросов паров метанола от технологической насосной БСМ ОрЛПУ УЭСП

Наименование оборудования	Кол-во ед.	Валовые выбросы G_i , т/год		Макс.разовые выбросы M_i , г/с		$C_{мет}$, г/м ³
		От единицы оборудования	От N_i ед. оборудования	От единицы оборудования	От N_i ед. оборудования	
Насосная метанола ($V_v = 48000$ м ³ /ч)						
Насосы (Н6/1(Н6/2), Н1/1(Н1/2), Н2/1(Н2/2),)	3	0,425	1,275	0,0135	0,0405	0,0039
Задвижка	9	0,0395	0,3555	0,0013	0,0117	-
Фланцы	12	$0,158 \cdot 10^{-3}$	$1,896 \cdot 10^{-3}$	$0,49 \cdot 10^{-4}$	$7,35 \cdot 10^{-4}$	-
Итого:	-	-	1,6323 т/г	-	0,0529 г/с	-

Из таблицы 10 видно, что концентрация вредных выбросов метанола в воздух выбрасываемая из помещение технологической насосной 0,0039 г/м³ (3,9 мг/м³), что ниже ПДК_{р.з.} метанола 5,0 мг/м³.

Суммарные объёмы выбросов метанола от организованных и неорганизованных источников на базисном складе метанола Оренбургского ЛПУ управления по эксплуатации соединительных продуктопроводов приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Суммарные объёмы выбросов метанола от организованных и неорганизованных источников на БСМ ОрЛПУ УЭСП

Наименование источника выбросов	Валовые выбросы G_i ,		Макс. разовые выбросы M_i , г/с	
	т/год	%	г/с	%
1. Технологические резервуары Е 1/2 и Е 1/4	7,373	66,77	0,227	34,00
2. Слив транспортных железнодорожных цистерн	0,291	2,64	0,336	50,26
3. Запорно-регулирующая арматура по метанолопроводу	1,746	15,81	0,052	7,81
3. Технологическая насосная (насосы Н6/1(Н6/2), Н1/1(Н1/2), Н2/1(Н2/2),)	1,632	14,78	0,053	7,92
Сумма:	11,042	100,00	0,668	100,00

Анализ результатов расчета валового выброса метанола от организованных и неорганизованных источников на БСМ позволил сделать вывод, что наиболее мощным источником выброса, вследствие «больших и малых дыханий», являются технологически резервуаров Е 1/2 и Е 1/4, на них приходится 66,77% ежегодного валового выброса. Что и определило актуальность данной бакалаврской работы по организации рециклинга метанола от этого источника. Выброс метанола при «больших дыханиях» происходит при опорожнении резервуара («вдохе») и наполнении («выдохе»), а выброс при «малом дыхании» происходит от ежесуточного колебания температур окружающего воздуха и парциального давления паров метанола в газовом пространстве резервуара из-за изменения абсолютного давления [4, с. 143]. Для организации рециклинга метанола от выброса,

вследствие «больших и малых дыханий» резервуаров БСМ ОрЛПУ УЭСП предлагается внедрение в технологическую схему эффективного способа улавливания паров метанола путем использования газоуравнительной системы (ГУС) с полимерными эластичными (т.н. мягкими) емкостями – газгольдерами (см. рисунок 16), предназначенными для рекуперации паров веществ образуемых малыми и большими дыханиями резервуаров.



Рисунок 16 – ГУС с полимерными эластичными газгольдерами (мягкими резервуарами)

Разрушения полимерных газгольдеров происходить не будет, потому, как поставщики гарантируют совместимость и химическую стойкость материала со средой.

«Устойчивы к метанолу полиэтилен и полипропилен, а при не слишком высоких температурах — полиизобутилен, полиэфиры и поликарбонаты (но не полиамиды). Из числа эластомеров к метанолу устойчивы стирол

бутадиеновый, хлор-бутадиеновый каучуки, хлорированный бутилкаучук, а также сополимер этилена и пропилена (но не нитрильный каучук)» [16, с. 26].

Эффективность сокращения потерь мягкого резервуара газгольдера (МРГ) либо полимерный эластичный газгольдер (ПЭГ) составляет 95 % потерь. Внедрение газоуравнительной системы с МРГ на базисном складе метанола Оренбургского ЛПУ управления по эксплуатации соединительных продуктопроводов позволит рекуперировать 7 тонн метанола в ежегодно и экономить на закупке метанола около 200 тыс. рублей ежегодно, а также снизить нагрузку на воздушную среду, улучшить условия труда по химическому фактору, повысить уровень пожарной безопасности.

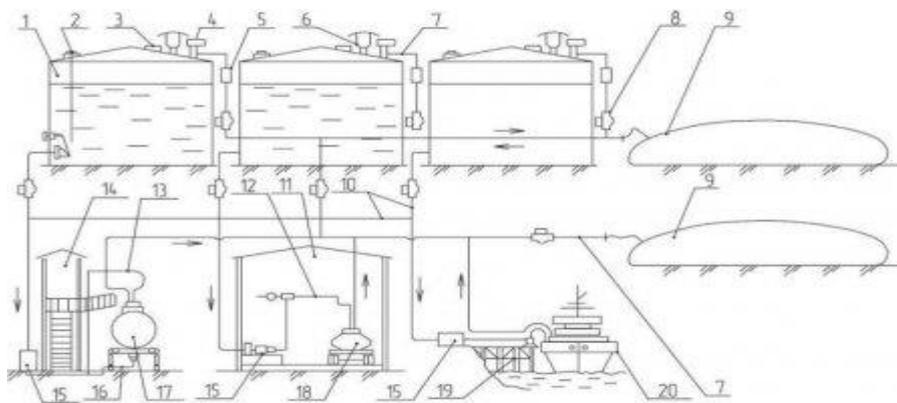
«Полимерный эластичный газгольдер представляет собой замкнутую оболочку подушечной формы с вмонтированным в нее газовым отводом для подсоединения к газоуравнительной системе резервуарных парков. Оболочка полимерного эластичного газгольдера изготавливается подушечной формы из двух оболочек: внутренней герметичной из полимерных пленок и внешней силовой из синтетических текстильных композитных материалов с полимерным покрытием. Композитный материал внешней оболочки обеспечивает механическую прочность и химическую устойчивость изделия в процессе эксплуатации, а также его стойкость к воздействию солнечной радиации, озона и осадков. Оболочка резервуара собирается из отдельных полотен композитного материала термосварным методом. Полотна скрепляются с помощью боковых, торцевых и продольных швов. На каждом эластичном резервуаре находится газовый отвод-патрубок для подсоединения через гибкий рукав к газоуравнительной системе резервуарного парка» [19].

«Клапаны запорные, сливо-наливные патрубки, а также воздушные патрубки и колпачки, выполняются из алюминиевого сплава или стали с медным или полимерным покрытием для исключения искр» [19].

«Полимерный эластичный газгольдер подключается к газоуравнительной системе резервуарного парка через гибкий рукав с диаметром, соответствующим диаметру трубопроводов газоуравнительной системы» [19].

«Газоуравнительная обвязка резервуарного парка должна быть снабжена огневыми предохранителями и предохранительными клапанами» [19].

Схема обвязки наземных резервуаров с полимерными эластичными газгольдерами РВС приведена на рисунке 17.



1 – резервуар РВС, 2 – система контроля уровня нефти или нефтепродукта (датчик контроля уровня, плотности, температуры, подтоварной Воды (уровнемер), 3 – замерный люк, 4 – клапан дыхательный, 5 – огневой предохранитель, 6 – клапан предохранительный, 7 – трубопровод газовой обвязки, 8 — запорная арматура, 9 – эластичный газгольдер, 10 – трубопроводы продукта, 11 – налив автоцистерн, 12 – стояк для налива автоцистерн, 13 – стояк Оля налива железнодорожных цистерн, 14 – железнодорожная сливо-наливная эстакада, 15 – насосный агрегат, 16 – устройство нижнего слива, 17 – железнодорожная цистерна, 18 – автоцистерна, 19 – нефтеналивной причал (пирс), 20 – танкер

Рисунок 17 – Схема обвязки наземных резервуаров РВС

В данной бакалаврской работе предлагается газовая уравнильная система трубопроводов протяженностью 860 м, соединяющая между собой газовые пространства резервуаров (Е 1/2 и Е 1/4 и резервного Е 1/1, на рисунке 18, также показан четверной резервуар, установка которого предусматривается проектом модернизации БСМ ОрЛПУ УЭСП), с тремя

полимерными эластичными резервуарами газгольдерами марки ПЭГ-320 (характеристика единицы: длина порожнего 10,5 м. , ширина порожнего 9 м., высота заполненного 8,4 м., номинальная вместимость паров метанола 312,03 м³, вес оболочки 272,16 кг, применяются при температуре окружающего воздуха от минус 45 до 50 °С, гарантийный срок службы 2 года. максимальный срок службы 7 лет).



Рисунок 18 - Предлагаемый способ рекуперации паров метанола в БСМ ОрЛПУ УЭСП

Принцип работы предлагаемой системы в дневное время (повышение температуры окружающего воздуха) пары метанола из резервуаров Е 1/2 , Е 1/4 , Е 1/1 по смонтированному трубопроводу под избыточным давлением поступает в полимерные эластичные резервуары ПЭГ-320, ночью при

понижении температуры и разряжении в резервуарах Е 1/2 , Е 1/4 , Е 1/1 пары метанола поступают обратно в газовое пространство резервуаров.

При «больших дыханиях» при опорожнении резервуара («вдохе») и наполнении («выдохе») пары под давлением направляется по трубопроводу в полимерные эластичные резервуары ПЭГ-320, после чего компрессорной установкой 2ГУ0,5-0,8/35 производительностью по парам от 0,5 до 24 м³/мин пары метанола конденсируются метанол в жидком состоянии поступает в сборник конденсата объемом 3 м³, из него центробежным насосом (имеется на балансе для подачи водно-метанольного раствора на сжигание на факельную установку ОрЛПУ УЭСП, закупка не предусмотрена) подается в нижнюю часть резервуаров Е 1/2 , Е 1/4 , Е 1/1.

Газоуравнительная обвязка резервуарного обеспечивает выравнивание давления паров метанола, не требует мокрой очистки в скруббере, при монтаже ГУС обязательным требованием является небольшой наклон в сторону МРГ чтобы предотвратить скопление сконденсированного метанола в трубах и нарушения их проходимости («пробки»).

4 Охрана труда

На предприятии ООО «Газпром добыча Оренбург» функционирует единая система управления производственной безопасностью в ПАО «Газпром» (ЕСУПБ) для реализации задач в области охраны труда, промышленной и пожарной безопасности, деятельность регламентируется СТО Газпром 18000.1-001-2014. Схема структуры ЕСУПБ в ПАО «Газпром» приведена на рисунке 19.

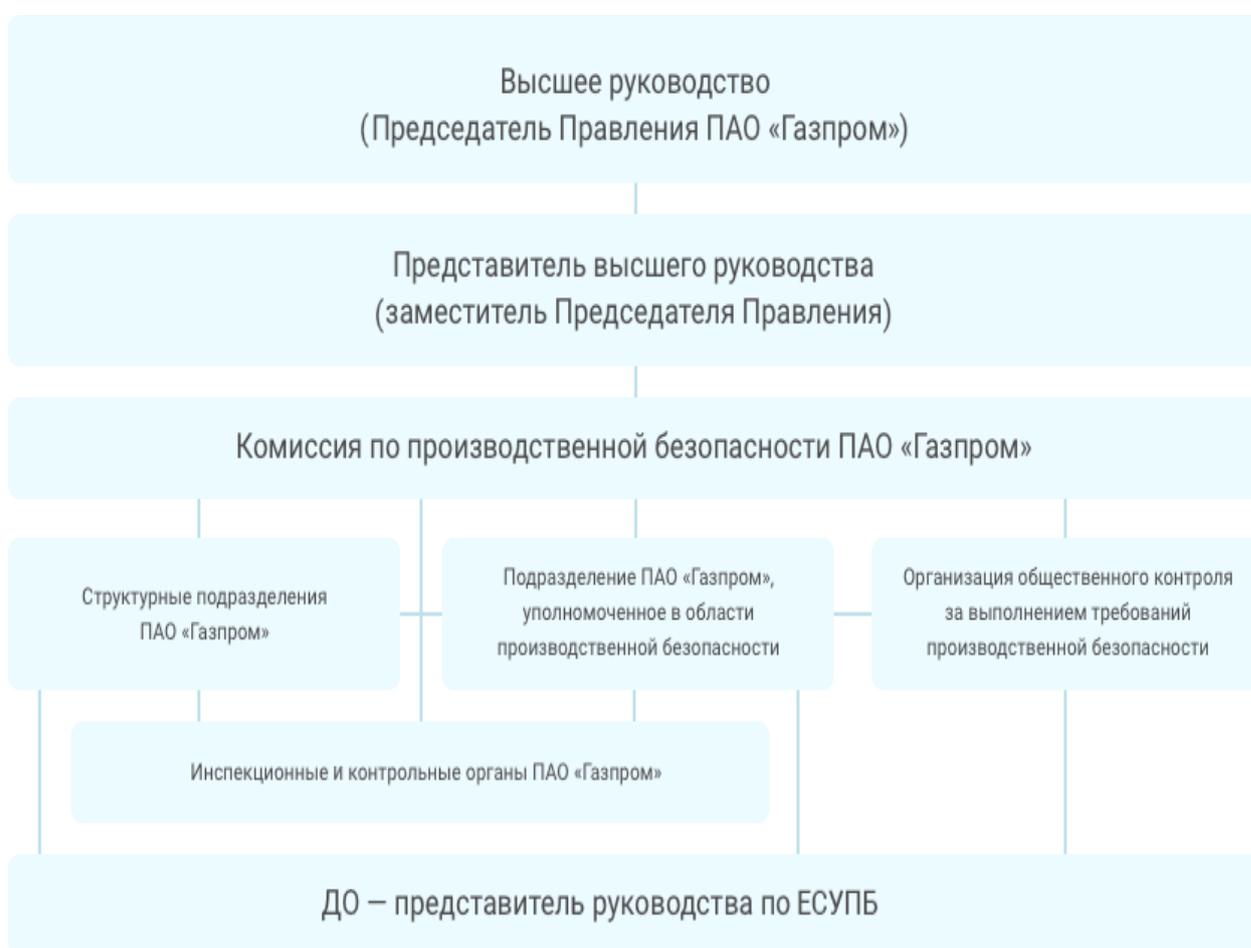


Рисунок 19 – Схема структуры ЕСУПБ в ПАО «Газпром»

Основные цели ООО «Газпром добыча Оренбург» в области охраны труда, промышленной и пожарной безопасности, безопасности дорожного движения приведены на рисунке 20.

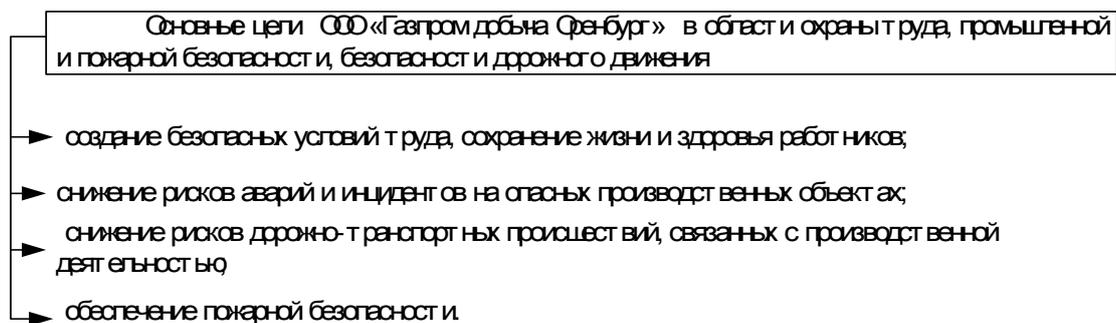


Рисунок 20 – Основные цели ООО «Газпром добыча Оренбург» в области производственной безопасности

В ООО «Газпром добыча Оренбург» организацией работы в области производственной безопасности занимаются 44 специалиста, а также 99 уполномоченных по охране труда работников. Функционирует учебно-производственный центр (см. рисунок 21).



Рисунок 21 – Учебно-производственный центр в области производственной безопасности ООО «Газпром добыча Оренбург»

Организация безопасной работы на БСМ ОрЛПУ УЭСП ООО «Газпром добыча Оренбург» основана на знании опасных свойств метанола, на исключении контакта работающих с ним и на проведении комплекса мероприятий, предотвращающих отравление метанолом, пожары, загорания.

Чистота и порядок поддерживается на всех рабочих местах, что видно из рисунка 22.



Рисунок 22 – Поддержание чистоты и порядка на рабочих местах БСМ ОрЛПУ УЭСП

БСМ ОрЛПУ УЭСП оборудован современной установкой газопожаротушения (см. рисунок 23).



Рисунок 23 – Установка газопожаротушения БСМ ОрЛПУ УЭСП

Наниматель обеспечивает охрану труда, промышленную и пожарную безопасность, а также безопасность дорожного движения всех работников, выделяет в необходимых объемах финансовые средства, оборудование, материалы для осуществления мероприятий по профилактике несчастных случаев на производстве, профессиональных заболеваний, аварий, инцидентов, пожаров, и ДТП, для улучшения условий труда, санитарно-бытового обеспечения, медицинского и лечебно-профилактического обслуживания работников.

На предприятии разрабатываются мероприятия, направленные на улучшение условий труда. Мероприятиями предусматривается решение следующих основных задач:

- устранение (снижение) производственных рисков, улучшение охраны и условий труда;

- сокращение численности работников, занятых во вредных и (или) опасных условиях труда, напряженным и тяжелым физическим трудом;
- доведение обеспеченности работников санитарно-бытовыми помещениями до установленных норм, оснащение их необходимыми устройствами и средствами;
- обеспечение в установленном порядке обучения, инструктажа и проверки знаний работников по вопросам производственной безопасности;
- повышения компетентности работников, вовлечение их в систему управления производственной безопасностью.
- внедрение передового опыта и научных разработок по охране труда.

Такие мероприятия предусматривают обеспечение работников средствами индивидуальной защиты (СИЗ), моющими и обезвреживающими средствами, проведение обязательных медицинских осмотров работников (предварительных (при поступлении на работу) и периодических (ежегодно в течение трудовой деятельности) медицинских осмотров работников. Также мероприятия предусматривают контроль за соблюдением требований нормативных правовых актов по охране труда, уровнями опасных и вредных производственных факторов, а также предоставление работникам, занятым на работах во вредных и (или) опасных условиях труда.

В обществах, применяющих метанол, должны быть назначены лица, ответственные за организацию работ по применению метанола, проведение инструктажей и обучение безопасным методам и приемам труда работников, привлекаемых к получению, перевозке, хранению и применению метанола.

Лица должны проходить проверку знаний по охране труда. К работам с метанолом допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие обязательные предварительный и периодические медицинские осмотры, а также обучение безопасным методам и приемам труда.

Обучение работников безопасным методам и приемам труда предусматривает:

- вводный инструктаж;
- первичный инструктаж на рабочем месте;
- производственное (теоретическое и практическое) обучение безопасным методам и приемам труда в объеме не менее 10 часов;
- стажировку в объеме не менее 2 рабочих смен;
- первичную проверку знаний - допуск к самостоятельной работе;
- повторный инструктаж на рабочем месте;
- внеплановый инструктаж на рабочем месте;
- целевой инструктаж на рабочем месте;
- очередную проверку знаний;
- внеочередную проверку знаний.

О проведении вводного инструктажа и инструктажей на рабочем месте работником производственной службы охраны труда или уполномоченным лицом делается запись в соответствующем журнале регистрации инструктажей (вводного или на рабочем месте) с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего.

По окончании проведения вводного инструктажа и инструктажа на рабочем месте инструктирующий убеждается в усвоении его содержания работником и делает соответствующую запись в личной карточке регистрации инструктажа, которая хранится у мастера (начальника) подразделения (цеха, службы, участка, отдела и др.).

В случае попадания метанола на одежду необходимо ее снять и заменить, а участки тела промыть обильным количеством воды. Загрязненная метанолом одежда подлежит стирке в теплой воде. Запрещается применение метанола для разжигания нагревательных приборов, применение метанола в качестве растворителя. Работающие с метанолом должны знать и уметь оказывать первую (доврачебную) помощь согласно разработанной в данном

обществе Инструкции по оказанию первой доврачебной помощи пострадавшим от воздействия метанола.

В таблице 12 приведен план мероприятий по улучшению условий труда работников БСМ ОрЛПУ УЭСП ООО «Газпром добыча Оренбург» исходя из цели настоящей бакалаврской работы.

Таблице 12 – План мероприятий по улучшению условий труда работников БСМ ОрЛПУ УЭСП ООО «Газпром добыча Оренбург»

№ п / п	Наименование рабочего места	Индивидуальный номер рабочего места	Количество работников на рабочем месте	Мероприятие	Срок проведения мероприятия	Источник финансирования	Сумма затрат (тыс. руб.)	Ответственный за исполнение	Ожидаемый результат (наименование вредного фактора из какого класса планируется перевести)	Отметка о выполнении
1	Оператор товарный, слесарь по ремонту	-	9	Внедрение ГУС с МРГ	2021	ПЭН	2 048	главный инженер	Хим. фактор снижение	-

БСМ ОрЛПУ УЭСП ООО «Газпром добыча Оренбург» обращаются вредные вещества, поэтому особенно тщательно следует соблюдать правила личной гигиены:

- приём пищи необходимо производить только в специально отведенном для этого месте;
- для питья употреблять воду из питьевого фонтанчика, автомата газированной воды или питьевую кипяченую;

- перед приёмом пищи обязательно мыть руки. Для мытья применять питьевую воду, мыло. Употребление для этих целей нефтепродуктов, различных растворителей запрещается;
- спецодежду необходимо содержать в чистоте и исправности, носить аккуратно, чтобы не было развевающихся частей. В стирку спецодежду сдавать через склад производства. Хранить спецодежду и спецобувь после смены необходимо только в специальных шкафчиках бытовых помещений производства.

Токсикологическая характеристика используемых на установке веществ представлена ниже.

«Метанол - сильный, преимущественно нервный и сосудистый яд. В организм человека может поступать через дыхательные пути, неповрежденную кожу. Особенно опасен прием метанола внутрь. 5 - 10 граммов метанола могут вызвать отравление человека, смертельная доза 30 - 100 граммов. Симптомы отравления: головная боль, головокружение, тошнота, рвота, боль в животе, общая слабость, раздражение слизистых оболочек, мелькание в глазах, а в тяжелых случаях - потеря зрения и смерть» [14].

Инертный газ (азот) – под давлением проявляет наркотические свойства, вызывает замедление реакции на зрительные, слуховые, обонятельные нервы, ослабление умственной деятельности. При вдыхании чистого азота пострадавший мгновенно теряет сознание, как оглушенный ударом по голове, при этом через несколько минут наступает смерть.

К общим требованиям безопасности технологического процесса БСМ ОрЛПУ УЭСП ООО «Газпром добыча Оренбург» можно отнести:

- устранение непосредственного контакта работающих с исходным сырьем, реагентами и полуфабрикатами;
- замену технологических процессов и операций, связанные с опасными и вредными факторами;
- комплексную автоматизацию и механизацию, применение дистанционного управления;

- герметичность оборудования;
- применение СИЗ;
- своевременное получение информации о возникновении опасных и вредных факторов;
- своевременное удаление и обеззараживание производственных отходов.

Для снижения уровня шума в производственных помещениях БСМ ОрЛПУ УЭСП ООО «Газпром добыча Оренбург» применяются звукопоглощающие облицовки. Технологические насосы закрываются звукоизолирующими кожухами. Управление насосами оборудованием ведётся из операторной.

Для снижения уровня вибрации БСМ ОрЛПУ УЭСП ООО «Газпром добыча Оренбург» применяется метод виброгашения. Технологические насосы размещаются на самостоятельных фундаментах (см. рисунок 15). Масса фундаментов выбирается с таким расчётом, чтобы отсутствовала возможность резонанса. Для уменьшения вибрации воздухопроводов в местах их прохождения через стены или другие строительные конструкции в узлах крепления устанавливаются упругие прокладки.

Наиболее трудоёмкие работы персонала должны быть механизированы и автоматизированы. Например, для механизации монтажно-демонтажных работ при ремонте насосов в соответствующих помещениях устанавливаются специальные подвесные краны-балки. Для обслуживания и ремонта кранов-балок сооружаются обслуживающие площадки.

Температура нагретых поверхностей производственного оборудования и ограждений на рабочих местах не превышает 45 °С. Резервуары покрываются алюминиевой краской с целью снижения интенсивности нагрева солнечной радиацией.

Для обеспечения безопасности эксплуатации БСМ ОрЛПУ УЭСП ООО «Газпром добыча Оренбург» используется аварийная вентиляция. Для автоматического включения она подключается к газоанализаторам,

установленным на величину нижнего концентрационного предела взрываемости метанола. Кроме автоматического, предусматривается и ручное включение, при этом пусковые устройства вынесены за пределы опасных помещений (насосной), либо находятся в операторной.

Для создания оптимальных санитарно-гигиенических условий в операторной и административном помещении используется кондиционирование воздуха.

Для предотвращения поражения персонала БСМ ОрЛПУ УЭСП ООО «Газпром добыча Оренбург» электрическим током предусматриваются следующие мероприятия:

- применение двойной изоляции оборудования;
- использование защитного заземления;
- защитное отключение электроустановок при замыкании тока на корпус;
- использование защитных средств и предохранительных приспособлений для обеспечения безопасности электротехнического персонала установки.

Защита зданий с сооружений установки от прямых ударов молнии выполняется стержневыми молниеотводами, установленными на защищаемом объекте (насосной). Токоотводы прокладываются непосредственно по крыше и стенам защищаемого объекта. От вторичных проявлений ударов молнии (электростатическая и электромагнитная индукция, занос высоких потенциалов через надземные и подземные металлические коммуникации) производится защита заземлением.

Для тушения пожаров БСМ ОрЛПУ, в зависимости от характера и объема очагов загорания, могут применяться следующие средства пожаротушения:

- огнетушители углекислотные;
- асбестовое полотно;
- песок;

- водяной пар;
- установка газопожаротушения (см. рисунок 23);

Наружное пожаротушение обеспечивается от системы противопожарного водоснабжения.

Все производственные помещения установки оборудованы вентиляцией, обеспечивающей в зоне пребывания обслуживающего персонала состояние воздушной среды, соответствующее требованиям санитарных норм. В обслуживаемых производственных помещениях предусматривается достаточное количество выходов. К территории установки предусмотрены подъезды с твердым покрытием. Разрывы между зданиями, сооружениями и аппаратами соответствуют требованиям противопожарных норм.

5. Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

5.1 Воздействие метанола на объекты окружающей среды

Согласно раздела 18 по охране окружающей среды при применении метанола СТО Газпром 2-2.3-143-2007 метанол (метиловый спирт, карбинол) является ядовитым веществом, опасным для всех компонентов окружающей среды, как воздушной среды, водных акваторий, так и почвы [8].

Согласно Р.А. Кемалову в процессе хранения метанола обязательным является соблюдение необходимых мер предосторожности с целью предотвращения просачивания CH_3OH в почву либо его попадание в грунтовые и поверхностные воды. Несмотря на то, что метиловый спирт относят к малоопасному экотоксиканту для водных акваторий, что связано с его хорошим растворением в воде и быстрым биологическим разложением, при этом недопустимо залповое загрязнение почвы значительным количеством метилового спирта [16, с. 27].

«Для перевозки чистого метанола рекомендованы емкости из алюминия: метанол, содержащий воду, корродирует их только выше $50\text{ }^\circ\text{C}$. Проблемы коррозии приобретают особое значение в случае хранения и транспортирования технического метанола из-за присутствия продуктов его окисления формальдегида и муравьиной кислоты» [16, с. 26].

Предельно допустимые концентрации и предельно допустимые уровни и другие токсикологические показатели метилового спирта в различных объектах окружающей среды приведены в таблице 13.

Основными показателями определяющими возможность сброса сточных вод содержащих метиловый спирт через биологические очистные сооружения, которые определяют также эффективность применения биохимических методов очистки сточных вод, являются следующие показатели: MK_6 $\text{MK}_{6.0.0}$ БПК БПК₅ БПК_п ХПК.

Таблица 13 – Предельно допустимые концентрации и предельно допустимые уровни и др.токсикологические показатели метилового спирта в объектах окружающей среды [8]

Показатель	Допустимое значение, характеристика
ПДК метанола в воде, которая используется для хозяйственно-питьевого водопользования	3 мг/л по санитарно-токсикологическому лимитирующему показателю вредности относится ко 2-му классу опасности
ПДК метанола в воде водных объектов рыбохозяйственного водопользования	0,1 мг/л по санитарно-токсикологическому лимитирующему показателю вредности относится к 4-му класса опасности согласно Перечня рыбохозяйственных нормативов
ПДК метанола в сточных водах («допустимая концентрация метанола для биологической очистки» [8])	30 мг/л
«Эффективность удаления метанола на сооружениях биологической очистки сточных вод населенного пункта» [8]	95 % согласно Правилам приема производственных сточных вод в системы канализации населенных пунктов.
«Порог рефлекторного действия метанола на световую чувствительность зрительного аппарата ниже порога обонятельного ощущения» [8]	0,0033 мг/л
«Пороговая концентрация метанола в хроническом таксикологическом опыте на теплокровных животных» [8]	более 60 мг/л, для водных организмов малотоксичен
Предельно допустимая концентрация метанола в воздухе рабочей зоны (ПДК _{р.з.})	5,0 мг/м ³ опасен при поступлении через кожные покровы, оказывает воздействие преимущественно на центральную нервную и сосудистую системы с резко выраженным кумулятивным действием, т.е. есть способность к накоплению в организме. Особая токсичность метилового спирта связана с образованием из него в организме формальдегида (НС(О)Н) и муравьиной кислоты (НСООН)
Предельно допустимая концентрация метанола на коже рук (ПДК _{к.р.})	0,02мг/см ²
Максимальная разовая концентрация метанола в воздухе населенных мест (ПДК _{м.р.}),концентрация не должна вызывать рефлекторных (в том числе субсенсорных) реакций в организме человека.	1,0 мг/м ³
«Газообразный отход паров метанола соответствует санитарным нормам при соблюдении соотношения» [8]	$\frac{C_k}{ПДК_{р.з.}} < 0,1$
Среднесуточная предельно допустимая концентрация метанола в воздухе населенных мест (ПДК _{с.с.}), не должна оказывать на	0,5 мг/м ³

Показатель	Допустимое значение, характеристика
человека прямого или косвенного вредного воздействия в условиях неопределенно долгого круглосуточного вдыхания.	
«Подпороговая концентрация метанола в водоеме, определяемая по изменению органолептических характеристик (запах, цвет, привкус)» [8], (ППК _{орл})	30 мг/л
«Подпороговая концентрация метанола в водоеме, определяемая по токсическим характеристикам» [8] (ППК _т),	более 60мг/л
«Подпороговая концентрация метанола, определяемая по влиянию на санитарный режим водоема (сапрофитная микрофлора, биологическая потребность в кислороде и др.)» [8] (ППК _{с.р.в.})	2 мг/л
«Показатели биохимической очистки сточных вод с метанолом (показатели потребности в кислороде для очистки сточных вод с метанолом)» [8]:	
«Максимальная концентрация метанола, которая при постоянном воздействии в течение сколь угодно длительного времени не вызывает нарушения биохимических процессов» [8] (МК _б)	20 мг/л
«Максимальная концентрация метанола, не влияющая на работу биоочистных сооружений при обеспечении оптимального режима биохимического окисления» [8] (МК _{б.о.с.})	200 мг/л (для биофильтров)
«Биохимическая потребность в кислороде или количество кислорода, использованного при биохимических процессах окисления метанола (не включая процессы нитрификации) за определенное время инкубации пробы» [8]:	
Биохимическая потребность в кислороде за 5 сут (БПК ₅)	0,77 мг O ₂ /мг метанола.
«Полная биохимическая потребность в кислороде до начала процессов нитрификации, т.е. до появления нитритов в количестве 0,1 мг/л (примерно 20 сут)» [8] (БПК _п)	0,98 мг O ₂ /мг метанола.
БПК _п /ХПК	65,1 %
«Химическая потребность в кислороде, определенная бихроматным методом, т.е. количество кислорода, эквивалентное количеству расходуемого окислителя, необходимого для окисления всех восстановителей, содержащихся в воде» [8] (ХПК)	1,50 мг O ₂ /мг метанола.
Возможность биологического разрушения	Поддается распаду

По одному МК_б невозможно судить происходит ли разрушение метилового спирта проходящего через биологические очистные сооружения.

Показатель $MK_{6.0.c}$ зависит от ряда факторов, таких как технологическое и конструктивное оформление процесса на биологических очистных сооружениях, какова способность метанола к разрушению под действием микроорганизмов.

Загрязнение метиловым спиртом окружающей среды может происходить на следующих технологических стадиях:

- 1) при поставке метилового спирта на предприятие, при транспортных авариях могут привести к его разливу, утечка во время операций по заливке и переливы на заводе-изготовителе, на промежуточном терминале (железнодорожных и автомобильные цистерны, стационарных емкостей для хранения) при развозе на конкретные объекты потребления метанола;
- 2) при применении метилового спирта в качестве ингибитора гидратообразования в результате его аварийного разлива;
- 3) при хранении отходов метилового спирта в виде метанольной воды в прудах накопителях [20, с. 83].

Попадание на кожу человека метилового спирта, как правило, сопровождается одновременно с вдыханием паров метанола. Любой способ попадания метилового спирта в организм пострадавшего приводит к поражению зрительного нерва и сетчатки глаза, что характерно как для острых, так и для хронических отравлений. Согласно В.Н. Башкину «В связи с отмеченным воздействием метанола на здоровье человека, оказалась не случайной разработка для данного вещества санитарно-гигиенических нормативов в виде его ПДК и ПДУ (предельно допустимый уровень), соблюдение которых, как и в случае с газовым конденсатом, позволяет обеспечить безопасную трудовую деятельность обслуживающего персонала на объектах газовой промышленности и контролировать геоэкологическую ситуацию на местности» [21, с. 52].

На рисунке 24 приведены способы ликвидации аварийных разливов и нейтрализации отходов метилового спирта.

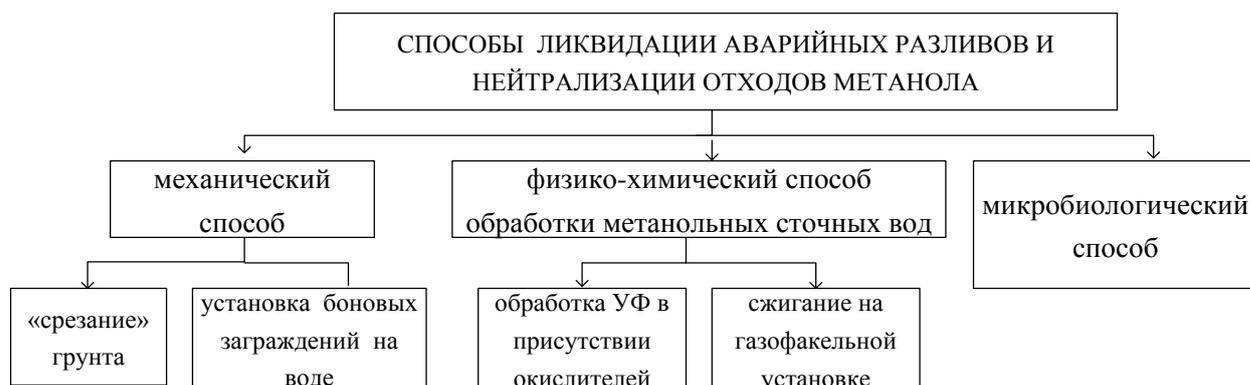


Рисунок 24 – Способы ликвидации аварийных разливов и нейтрализации отходов метилового спирта

Таким образом, к способам ликвидации последствий аварийных разливов и нейтрализации отходов метилового спирта относят:

- 1) механический способ, включающий «срезание» на глубину до 10 см и вывоз с места аварии на утилизацию загрязненного поверхностного слоя почвы (так называемое секвестрирование), а при попадании в воду, путем установления боновых заграждений для улавливания отходов, либо закачивание сточных вод с метанолом в глубокие и изолированные водоносные горизонты (так называемое захоронение), изолировано от пресных, бальнеологических и другие вод [22, 23];
- 2) физико-химический способ обработки метанольных сточных вод путем их облучения с использованием эксиламп источником вакуумного ультрафиолетового света в присутствии окислителей азотной кислоты (так называемый фотолиз, который сопровождается образованием высокореактивных радикалов, которые вступают в реакции с метиловым спиртом с образованием конечных продуктов реакции двуокиси углерода и вода, при этом концентрация метанола в воде снижается в 10-20 раз); распространённым физико-химическим способом утилизации метанольных сточных вод является их сжигание на газофакельной

установке (так называемое термическое обезвреживание отходов), недостатком данного способа является то, что образуются токсичные продукты сгорания и парниковые газы [23, 24];

- 3) микробиологический способ, путем стимулирования роста микроорганизмов (так называемая биостимуляция *in situ* либо *in vitro* в биореакторах или ферментерах) либо внесением в метанольные сточные воды специальных микроорганизмов (например, метилотрофных бактерий), используя высушенный процессом лиофилизации субстрат бактерий; при этом метиловый спирт подвергается микробиологической деструкции через стадию образования формальдегида и муравьиной кислоты и конечных продуктов – двуокиси углерода и воды [20, 25, 26, 27]. Очистку метанольных сточных вод также выполняют в специализированных прудах накопителях, включающих систему компрессоров нагнетающих воздух в объем очищаемой метанольной воды и одновременную обработки воды биопрепаратами, например метилотрофных бактерий. Микробиологический способ ликвидации последствий аварийных разливов и нейтрализации отходов метилового спирта признан многими исследователями наиболее эффективным.

5.2 Деятельность в области экологической безопасности ООО «Газпром добыча Оренбург»

ООО «Газпром добыча Оренбург» поддерживает в функциональном состоянии систему комплексного мониторинга атмосферного воздуха, которая включает автоматизированные посты контроля расположенные в двадцати четырёх населённых пунктах, а также и передвижные экологические лаборатории, из которых собранные данные постоянно передаются для обработки в Центр газовой и экологической безопасности

ООО «Газпром добыча Оренбург». Каждый год анализируется более трех миллионов измерений параметров состояния атмосферного воздуха, а также более 200 тысяч проб воды поверхностных и подземных водоёмов, сточных вод, почвы превышение ПДК составляет ежегодно менее 0,01 % проб. Снижается ежегодно количество экологических аспектов негативно влияющих на окружающую среду, что видно из рисунка 25.

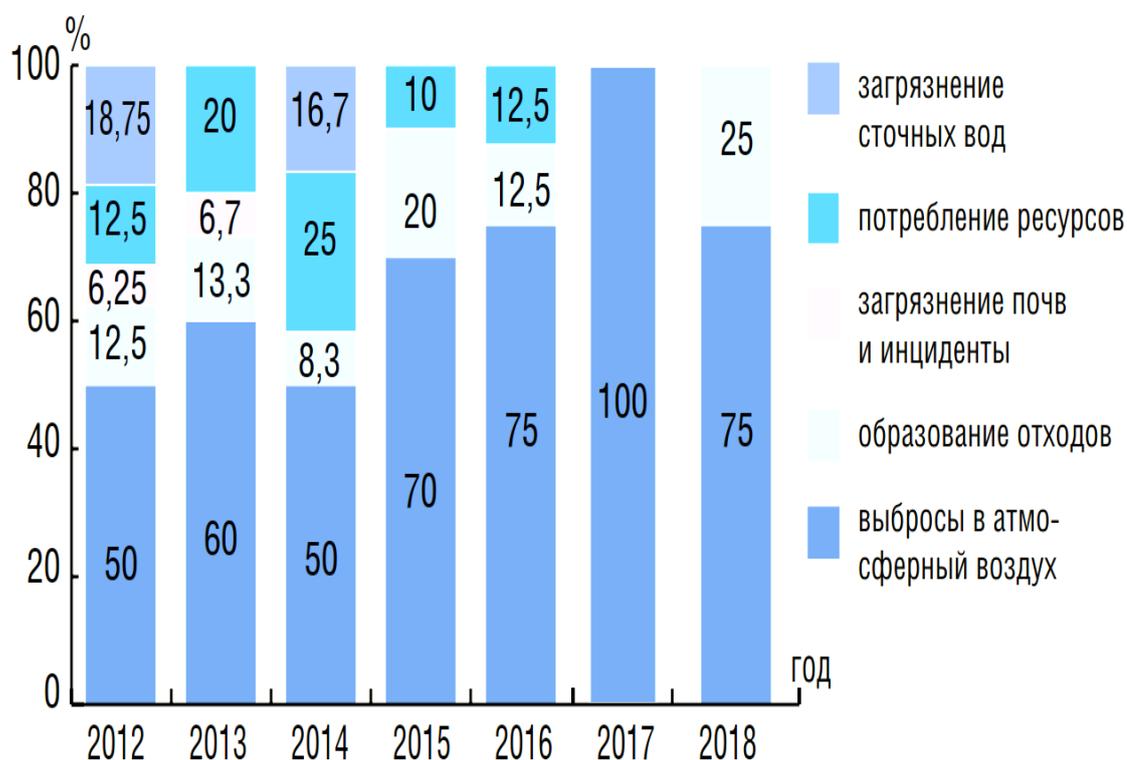


Рисунок 25 – Количество экологических аспектов негативно влияющих на окружающую среду ООО «Газпром добыча Оренбург» за период 2012-2018 гг.

Снижается ежегодно валовый выброс вредных веществ от стационарных и передвижных источников, динамика валового выброса вредных веществ в атмосферу за период 2012-2018 гг. ООО «Газпром добыча Оренбург» приведена на рисунке 26.

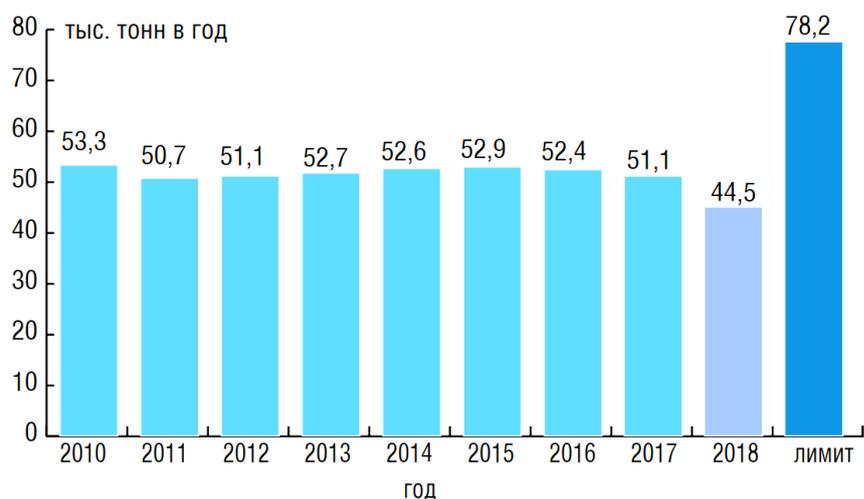


Рисунок 26 - Динамика валового выброса вредных веществ в атмосферу ООО «Газпром добыча Оренбург» за период 2012-2018 гг.

При этом с 2010 года валовый выброс вредных веществ в атмосферу не превышает величину разрешенного выброса в 78,2 тыс. тонн в год.

В целом, снижается и масса образования отходов, что видно из динамики их образования за период 2014-2018 гг., приведенной на рисунка 27.

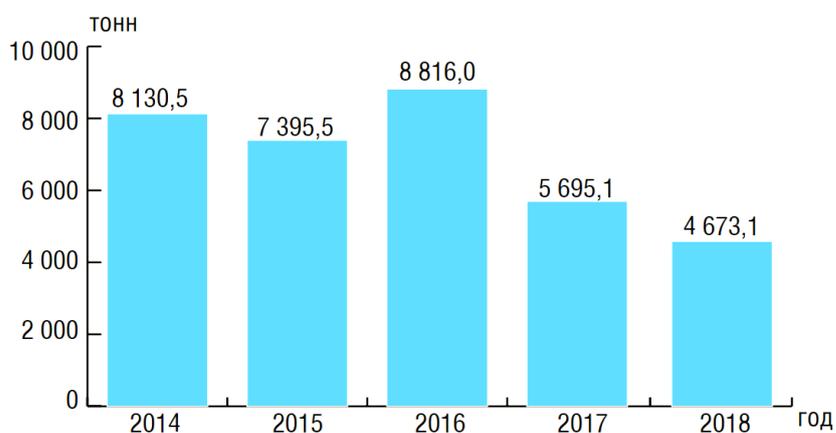


Рисунок 27 – Динамика образования отходов за период 2014-2018 гг.

Особое внимание ООО «Газпром добыча Оренбург» уделяется повторной переработке и утилизации отходов производства, которой подвергается до 70 % отходов.

Реализуются программы мероприятий по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов.

В ООО «Газпром добыча Оренбург» разработаны и реализуются экологическая политика. За соблюдением нормативов предельно допустимых выбросов (сбросов) и лимитов на размещение отходов установлен жесткий контроль службами охраны окружающей среды ООО «Газпром добыча Оренбург». С 2008 года система экологического менеджмента сертифицирована на соответствие международному стандарту ISO 14001. На предприятии эффективно реализуется программа использования газового топлива на транспорте. Проведена реконструкция действующих производств, значительно усовершенствована технология сбора и промышленной подготовки газа, внедрены новые природоохранные технологии сбора низконапорных газов, устанавливается высокогерметичное оборудование освоения скважин, обеспечена 100%-ная утилизация попутного нефтяного газа. В январе 2010 года на базе военизированной части создан центр газовой и экологической безопасности. Со стационарных автоматизированных постов производственного экологического мониторинга по каналам связи в центр направляются результаты измерений воздушной среды.

6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях

На анализируемом объекте возможны несколько типов аварий, связанных с опасными свойствами образующихся веществ: взрыв, пожар, обрушение объектов.

Главной потенциальной опасностью, фактором риска эксплуатации открытых технологических установок и трубопроводов является наличие вероятности возникновения аварии с выбросом горючих газов или конденсата в окружающую среду, сопровождающейся большой площадью рассеивания токсичных веществ, возможно, с последующим воспламенением либо взрывным превращением образовавшейся газовой смеси и формированием поля поражающих факторов на прилегающей территории.

Для прогнозирования последствий аварий на ОПО необходимы модели появления и развития опасностей и их воздействия на людей (потери людей являются частью последствий и связаны с нанесением вреда здоровью или летальным исходом), здания, сооружения, оборудование и окружающую среду, понимание их сущности и сущности возникающих поражающих факторов, так как необходимо оценить физические эффекты нежелательных событий (пожары, взрывы, токсические выбросы), используя критерии, количественно характеризующие степень поражения объектов воздействия.

Для обеспечения постоянной готовности и принятия оперативных мер по предупреждению, локализации и ликвидации последствий аварий на опасном объекте имеются:

- план ликвидации аварий;
- порядок оповещения об авариях, инциденте, пожаре;
- необходимые для ликвидации аварий транспортные средства, оборудования, инструменты, материалы, средства связи, пожаротушения, СИЗ.

На БСМ ОрЛПУ УЭСП могут возникнуть аварии, сопровождающиеся взрывами, пожарами. Поражающими факторами техногенных аварий на опасных производственных объектах могут быть:

- ударная волна;
- тепловое воздействие;
- отравляющее воздействие на людей и животных;
- загрязнение окружающей среды.

Возможные сценарии возникновения аварии на БСМ ОрЛПУ УЭСП со схемой развития представлены в таблице 14.

Несколько раз в месяц проводятся учебно-тренировочные занятия с персоналом в соответствии с Графиком проведения учебно-тренировочных по плану мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварий на БСМ ОрЛПУ УЭСП с целью отработки согласованных действий персонала при обнаружении ЧС; отработки действий персонала при взаимодействии с пожарной диспетчерской службой ОрЛПУ; отработка действий персонала при локализации и ликвидации ЧС.

Источники (места) возникновения возможного сценария аварий по всем возможным типам поражающих факторов для БСМ ОрЛПУ УЭСП представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Возможные сценарии возникновения с указанием источников (мест) по всем возможным типам поражающих факторов на БСМ ОрЛПУ УЭСП

Источники (места) возникновения аварий	Возможные сценарии возникновения и развития аварий по возможным типам поражающих факторов на ОПО
Парк резервуарный (базисный склад) метанола УЭСП	
Парк резервуарный (базисный склад) метанола УЭСП Резервуар с метанолом	2С, 2С ' 6С, 6С '

Для удобства проведения тренировок персонала БСМ ОрЛПУ УЭСП были сведены группу (далее МСМ - метанолопровод свежего метанола).

Номера сценариев аварий и схемы их развития на БСМ ОрЛПУ УЭСП приведены по данным декларации промышленной безопасности на объектах УЭСП. Группа сценариев 2 С

Разгерметизация трубопровода, емкостного оборудования (МСМ) → полное разрушение → образование и испарение пролива → пожар разлива → термическое поражение персонала, разрушение трубопровода.

Группа сценариев 2 С'

Разгерметизация трубопровода, емкостного оборудования (МСМ) → утечка через отверстие в 1" → образование и испарение пролива → пожар разлива → термическое поражение персонала и третьих лиц, разрушение трубопровода.

Группа сценариев 6С

Разгерметизация трубопровода, емкостного оборудования (МСМ) → полное разрушение → образование и испарение пролива → образование газового (парогазового) облака → рассеивание облака → загрязнение атмосферы (и земель).

Группа сценариев 6С'

Разгерметизация трубопровода, емкостного оборудования (МСМ) → утечка через свищ → образование и испарение пролива → образование газового (парогазового) облака → рассеивание облака → загрязнение атмосферы (и земель).

В инструкциях по охране труда также прописаны требования безопасности в аварийных и чрезвычайных ситуациях в БСМ УЭСП:

- 1) При возникновении загорания необходимо немедленно отключить электроснабжение в помещениях БСМ УЭСП, оповестить людей, работающих в здании и на территории, сообщить сменному инженеру и в пожарную часть. Помочь людям покинуть опасную зону, оказать им первую помощь. Затем приступить к тушению загорания своими силами с помощью первичных средств

пожаротушения. Запрещается гасить электропроводку водой или пенным огнетушителем.

- 2) При ситуации, угрожающей здоровью и жизни человека, необходимо как можно быстрее исключить действие источника опасности и при необходимости вынести или вывести пострадавшего из опасной зоны и оказать ему первую медицинскую помощь. Во всех случаях после оказания первой медицинской помощи пострадавший должен быть направлен или доставлен в ближайшее медицинское учреждение
- 3) При обнаружении подозрительного предмета, не трогать его и немедленно сообщить своему руководителю и в службу безопасности. В случае срабатывания какого-либо взрывного устройства работник обязан немедленно покинуть здание БСМ, не создавая паники, оповестив после выхода службу безопасности.

В случае возникновения аварийных ситуаций, согласно плана мероприятий, для остановки работы насосной по перекачке метанола и для прекращения приема метанола в резервуары БСМ ОрЛПУ УЭСП необходимо выполнить этапы, приведенные на рисунке 28.



Рисунок 28 – Порядок аварийной остановке БСМ ОрЛПУ УЭСП

При больших масштабах аварии необходимо обесточить базу ОрЛПУ (совместно с площадкой БСМ), отключив фидеры 6 кВ № 6, № 10 на

подстанции УКПГ-7 ОГПЭ. Отключение выполняет дежурный персонал подстанции на ТП 110 ЮУФ ООО «Газпромэнерго» на УКПГ-7 по команде диспетчера ЮУФ ООО «ГПЭ» через диспетчерскую службу УЭСП.

Первоочередные действия при возникновении аварии на БСМ ОрЛПУ УЭСП осуществляют: персонал рабочей смены и дежурный персонал формирования постоянной готовности в соответствии с планом мероприятий и аварийными расписаниями. Руководство действиями сменного персонала осуществляет дежурный диспетчер. Сведения о первоочередных действиях при получении сигнала об аварии на объектах, приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Сведения о первоочередных действиях при получении сигнала об аварии на БСМ ОрЛПУ УЭСП

Наименование мероприятия	Ответственный исполнитель	Время исполнения
Оповещение диспетчера пожарно-диспетчерской службы (ПДС) ОрЛПУ УЭСП	Первый обнаруживший аварию работник	немедленно
Оповещение старшего диспетчера УЭСП и руководство ЛПУ об аварии	Диспетчер ПДС ОрЛПУ УЭСП	немедленно
Оповещение об аварии дежурных специализированных формирований постоянной готовности (ДВО ВЧ, ПЧ ООО «ОГПС», ЦГ и ЭБ, ООО «КПМ»)	Диспетчер ПДС ОрЛПУ УЭСП	немедленно
Оповещение и сбор аварийной бригады ОрЛПУ	Диспетчер ПДС ОрЛПУ УЭСП	Ч + 0 - 10

С прибытием к месту аварии руководителя объектового звена и председателя КЧС и ОПБ создается штаб руководства по ликвидации аварии и назначается оперативная группа КЧС и ОПБ. Штаб руководства оценивает обстановку, готовит решение на ликвидацию аварии и ее последствий, разрабатывает план проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ, организует его выполнение.

К опасным ситуациям также относят БСМ ОрЛПУ УЭСП:

- загазованность и утечка вследствие разгерметизации торцевого уплотнения на насосах;
- пожар в технологической насосной метанола;
- взрыв, пожар на территории БСМ;
- разрушения оборудования и трубопроводов ударной волной, природных явлений;

Вероятность возникновения крупных аварий с учетом действующих систем защиты не превышает 10^{-6} и говорит о том, что уровень риска крупных аварий для жизни персонала предприятия и населения приемлем.

К наиболее значительным факторам, влияющим на показатель риска относят:

- большое количество метанола в оборудовании;
- высокие давления в технологическом оборудовании;
- уровень подготовленности персонала.

Наиболее крупными авариями с возникновением пожаров и образованием химически опасных очагов метанола могут быть:

- Резкое падение давления метанола и снижение расхода метанола на линии приема метанола из УМТСиК в резервуары E1/1; E1/2; E1/4 в результате разрыва трубопровода (или в результате теракта) без возгорания продукта.
- Резкое падение давления метанола и снижение расхода метанола на линии приема метанола из УМТСиК в резервуары E1/1; E1/2, E1/4 в результате разрыва трубопровода (или в результате теракта) с возгоранием продукта.
- Резкое падение давления метанола и снижение расхода метанола на линии перекачки метанола от насосов Н6/1; Н6/2 на УКПГ в результате разрыва трубопровода (или в результате теракта) без возгорания продукта.
- Резкое падение давления метанола и снижение расхода метанола на линии перекачки метанола от насосов Н6/1; Н6/2 на УКПГ в

- результате разрыва трубопровода (или в результате теракта) с возгоранием продукта.
- Разрыв трубопровода на линии перекачки продукта от задвижки №19 до насосов Н6/1; Н6/2 с утечкой метанола на территории БСМ без возгорания продукта.
 - Разрыв трубопровода на линии перекачки продукта от задвижки №19 до насосов Н6/1; Н6/2 с утечкой метанола на территории БСМ с возгоранием продукта.
 - Разрыв трубопровода на линии перекачки метанола от резервуара Е1/1 до насосов Н2/2; Н2/1, на автоналивной стояк с утечкой метанола на территории БСМ без возгорания продукта.
 - Разрыв трубопровода на линии перекачки метанола от резервуара Е1/1 до насосов Н2/2; Н2/1, на автоналивной стояк с утечкой метанола на территории БСМ с возгоранием продукта.
 - Разрыв трубопровода на линии перекачки метанола от насосов Н1/1; Н1/2 до резервуаров Е1/1; Е1/2; Е1/4 с утечкой метанола на территории БСМ без возгорания продукта.
 - Разрыв трубопровода на линии перекачки метанола от насосов Н1/1; Н1/2 до резервуаров Е1/1; Е1/2; Е1/4 с утечкой метанола на территории БСМ с возгоранием продукта.
 - Разрыв трубопровода на линии перекачки метанола от резервуаров Е1/1; Е1/2; Е1/4 до насосов Н1/1; Н1/2 с утечкой метанола на территории БСМ без возгорания продукта.
 - Разрыв трубопровода на линии перекачки метанола от резервуаров Е1/1; Е1/2; Е1/4 до насосов Н1/1; Н1/2 с утечкой метанола на территории БСМ с возгоранием продукта.
 - Порыв или разрушение резервуара объемом 2000 м³ (Е 1/1, Е1/2, Е 1/4) без возгорания продукта.
 - Порыв или разрушение резервуара объемом 2000 м³ (Е 1/1, Е1/2, Е 1/4) с возгоранием продукта.

- Порыв или разрушение резервуара объемом 2000 м³ (Е 1/1, Е1/2, Е 1/4) с возгоранием (без разлива) продукта.
- Выход из строя (отключение) насоса Н1/1 (Н1/2), Н2/1 (Н2/2), Н6/1 (Н6/2), перекачки метанола без разлива метанола.
- Порыв трубопроводов системы отопления БСМ (утечка теплоносителя).
- Отключение питания ТП - 2х630 кВ одновременно от Ф-10 и Ф-6 подстанции 110/35/6 УКПГ-7.
- Возгорание в технологической насосной.
- Разлив метанола в технологической насосной (без возгорания).

Возможны чрезвычайные ситуации природного происхождения. При грозовой деятельности возможно падение напряжения из-за повреждения воздушной линии электропередач, что повлияет на водоснабжение до ее восстановления. Сильный мороз повлияет на скорость реакции на аварийную ситуацию обслуживающего персонала. Сильная жара создает проблему увеличения содержания паров метанола в резервуарах.

Сильные ливневые дожди, превышающие месячные нормы, могут вызвать перелив карт очистных сооружений при их заполнении выше расчетных норм и попадания неочищенных стоков в т.ч метанол содержащих в окружающую среду. Сильные бури, вихревые потоки со скоростью ветра могут вызвать повреждения металлических дымовых, вентиляционных труб, осветительных мачт, больших проемов остекления.

Все перечисленные носители чрезвычайной обстановки могут иметь непредсказуемый характер, и вызовут угрозу жизни людей, значительный материальный и экономический ущерб.

7 Оценка экономической эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

Высокая стоимость метилового спирта в местах его потреблений определяет экономическую эффективность внедрения технологий его улавливания, рециклинга и регенерации даже при небольших объемах регенерации и выброса в окружающую среду.

Выполним расчет необходимых затрат на установку газоуравнительной системы с мягкими резервуарами газгольдерами (МРГ) на базисном складе метанола Оренбургского ЛПУ управления по эксплуатации соединительных продуктопроводов.

Капитальные (инвестиционные) затраты проекта включают следующие статьи расходов:

- 1) Закупка и прокладка трубопроводов газоуравнительной системы;
- 2) Закупка и установка МРГ;
- 3) Закупка и установка компрессорной установки для сжижения паров метанола и сборника конденсата. Рассмотрим подробнее каждую из статей расходов:

- 1) Закупка и прокладка трубопроводов газоуравнительной системы:

Газоуравнительная система с мягкими резервуарами газгольдерами потребует закупки и прокладка трубопровода для обвязки резервуаров, труб до газгольдеров, до компрессорной установки, до сборника конденсата и обратно до трех резервуаров (двух основных и резервного) для возвращения конденсата метанола в резервуары в технологический процесс составляет $L = 860$ м диаметр 30 см, толщина стенки 1,8 мм стоимость 900 руб./м:

$$Z_{\text{труб}} = L_{\text{труб}} \cdot S_{\text{труб}} = 860 \cdot 900 = 774\,000 \text{ руб.}$$

где

$L_{\text{труб}}$ –требуемая длина труб для газоуравнительной система с мягкими резервуарами газгольдерами:

$S_{\text{труб}}$ –стоимость труб за метр.

Затраты на монтаж труб составляют 30% от стоимости металла:

$$Z_{\text{монт.труб}} = 0,3 \cdot Z_{\text{труб.}} = 0,3 \cdot 504\,000 = 151\,200 \text{ руб.}$$

Суммарные затраты на прокладку трубопровода:

$$Z_{\text{сум. труб}} = Z_{\text{труб.}} + Z_{\text{монт.труб}} = 504\,000 + 151\,200 = 655\,200 \text{ руб.}$$

2) Закупка и установка мягких резервуаров газгольдеров:

Проектом предусмотрена установка трех газгольдеров – компенсаторов ПЭГ-320 суммарный номинальной вместимостью паров метанола 936 м³:

$$Z_{\text{газгольд.}} = N \cdot S_{\text{газгольд.}} = 3 \cdot 120\,000 = 360\,000 \text{ руб.}$$

где

N – количество мягкими резервуарами газгольдерами;

S_{газгольд.} – стоимость МРГ за единицу.

3) Закупка и установка компрессорной установки для сжижения паров метанола и сборника конденсата.

Проектом предусмотрена закупка установки компрессорной 2ГУ0,5-0,8/35 с производительностью по парам от 0,5 до 24 м³/мин, стоимостью:

$$Z_{\text{компр.}} = 220\,000 \text{ руб.}$$

Для сбора конденсата метанола необходима покупка и установка емкости (сборник конденсата) объемом 3 м³ стоимость Z_{конденст.} = 170 000 руб.

Общая стоимость оборудования: Z_{обор.} = Z_{сум. труб} + Z_{газгольд.} + Z_{компр.} + Z_{конденст.} = 655 200 + 360 000 + 220 000 + 170 000 = 1 405 200 руб.

Неучтенные прочие расходы примем как 20% от общей стоимости оборудования: Z_{пр.обор.} = 0,2 · 1 405 200 = 281 040 руб.

Таким образом, инвестиции (капитальные затраты) на реализацию проекта:

$$Z_{\text{кап.}} = 1\,405\,200 + 281\,040 = 1\,686\,240 \text{ руб.}$$

Выполним расчет ежегодных расходов на эксплуатацию газоуравнительной системы с мягкими резервуарами газгольдерами на базисном складе метанола Оренбургского ЛПУ управления по эксплуатации соединительных продуктопроводов:

$$Z_{\text{экспл.}} = Z_{\text{з.п.}} + Z_{\text{рем.}} + Z_{\text{элект.}} = 20000 \cdot 12 + 1\,254\,000 \cdot 0,05 + 12728 = 315428$$

руб.

где

$Z_{\text{з.п.}}$ – заработная плата рабочего в год, обслуживающего систему (ежемесячную примем 20000 руб.).

$Z_{\text{рем.}}$ – затраты на ремонтные работы, расходные материалы (5 % от стоимости оборудования, без учета стоимости монтажа труб), в год;

$Z_{\text{элект.}}$ –расходы на электроэнергию в год для работы установки компрессорной 2ГУ0,5-0,8/35:

$$Z_{\text{Э}} = 365 \cdot \text{Ср.ч.} \cdot S_{\text{эл.}} \cdot \text{Роб.} = 365 \cdot 1 \cdot 3,17 \cdot 11 = 12728 \text{ руб.}$$

где

Ср ч.– количество часов ежедневной работы, 1 час;

$S_{\text{эл.}}$ –стоимость электроэнергии, по Оренбургской области.

Роб.–мощность установки компрессорной , 11 кВт.

Прочие неучтенные расходы (включающие налоговые отчисления) приме 15% от ежегодных затрат на эксплуатацию системы (47314 руб.).

Таким образом, годовые расходы на эксплуатацию газоуравнительной системы с мягкими резервуарами газгольдерами на базисном складе метанола Оренбургского ЛПУ управления по эксплуатации соединительных продуктопроводов: $Z_{\text{сум.экспл}} = Z_{\text{экспл.}} + Z_{\text{пр.экспл.}} = 315428 + 47314 = 362742$ руб.

Суммарные затраты капитальные и эксплуатационные:

$$Z_{\text{сум}} = Z_{\text{кап.}} + Z_{\text{сум.экспл}} = 1\,686\,240 + 362742 = 2\,048\,982 \text{ руб.}$$

Рассмотрим экономическую эффективность от внедрения газоуравнительной системы с мягкими газгольдерами. Эффективность сокращения потерь мягкого газгольдера (МГ) составляет 95 % потерь. Внедрение газоуравнительной системы с мягкими газгольдерами на базисном складе метанола Оренбургского ЛПУ управления по эксплуатации соединительных продуктопроводов позволит сохранить 7 тонн метанола в ежегодно и экономить на закупке метанола около 200,9 тыс рублей ежегодно,

а также снизить нагрузку на воздушную среду и очистные сооружения предприятия, а также условия труда по химическому фактору.

Снижение затрат на закупку уловленного метанола:

$$C_{\text{мет.}} = M \cdot S_{\text{мет.}} = 7 \cdot 28700 = 200900 \text{ руб.}$$

где

M – масса закупки уловленного метанола ($7,373 \cdot 0,95 = 7$ тонн, 0,95, где эффективность сокращения потерь мягкого газгольдера);

$S_{\text{мет.}}$ – рыночная стоимость метанола за тонну.

Вторая статья экономии это снижение расхода топливного газа на сжигание водо-метанольного раствора (поглощение паров метанола от «больших» и «малых» дыханий из резервуара осуществляется водой, которая на действующем производстве подлежит сжиганию на факельной установке), водо-метанольный раствор состоит на 50% воды и на 50% из метанола, при ежегодном сжигании 7 тонн метанола (14 тонн водо-метанольного раствора с плотностью смеси $0,884 \text{ т/м}^3$) требуемый расход топливного газа при расходе $600 \dots 800 \text{ м}^3$ газа на один кубический метр сжигаемой жидкости (примем 700 м^3). Снижение затрат на топливный газ:

$$C_{\text{топ.газ}} = V \cdot S_{\text{топ.газ}} = ((14 / 0,884) \cdot 700) \cdot 5,46 = 60534 \text{ руб.}$$

где

V – объем снижения потребления топливного газа при сжигании на факельной установке, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$S_{\text{топ.газ}}$ – стоимость топливного газа за м^3 .

Существующая технология предполагает работу резервуара с «азотной подушкой» и сброс азота с парами метанола через закрытую систему дыхательных клапанов в скруббер мокрой очистки, очищенный от паров метанола азот со следами метанола сжигается на факельной установке, расход на резервуары азота для создания «азотной подушкой» около $0,5 \text{ м}^3/\text{час}$, данная статья расхода не потребуется в связи с закрытой системой улавливания метанола. Снижение затрат на азот:

$$C_{\text{азот}} = V \cdot S_{\text{топ.газ}} = (0,5 \cdot 8760) \cdot 150 = 722700 \text{ руб.}$$

где

V – объем снижения потребления азота, м³/ч;

$S_{\text{азот}}$ – стоимость азота за 1 м³.

Таким образом, суммарная экономия от внедрения ГУС с мягкими газгольдерами на базисном складе метанола Оренбургского ЛПУ Управления по эксплуатации соединительных продуктопроводов:

$$C_{\text{эконом.}} = C_{\text{мет.}} + C_{\text{топ.газ}} + C_{\text{азот}} = 200900 + 60534 + 722700 = 984134 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных и эксплуатационных затрат на установку газоуравнительной системы с мягкими газгольдерами на БСМ определим по формуле:

$$T_{\text{ок}} = Z_{\text{сум}} / C_{\text{эконом.}} = 2\,048\,982 / 984134 = 2,08 \text{ года.}$$

В таблице 15 приведены обобщённые технико-экономические показатели бакалаврской работы по внедрению газоуравнительной системы с мягкими газгольдерами на базисном складе метанола ОрЛПУ УЭСП.

Таблица 15– Техничко-экономические показатели бакалаврской работы

Статьи расходов	Сумма , руб
1. Капитальные затраты	
1.1 Закупка трубопроводов	504 000
1.2 Затраты на монтаж труб	151200
1.3 Закупка и установка мягких резервуаров газгольдеров	360 000
1.4 Закупка и установка компрессорной установки	220 000
1.5 Закупка и установка сборника конденсата	170 000
1.6 Неучтенные прочие кап. расходы	281040
2 Эксплуатационные затраты (заработная плата, ремонтные работы, расходы на электроэнергию)	315428
2.1 Прочие неучтенные эксп. расходы	47314
Суммарные затраты капитальные и эксплуатационные:	2 048 982
3. Экономия средств	
3.1 Снижение затрат на закупку уловленного метанола	200900
3.2 Снижение затрат на топливный газ	60534
3.3 Снижение затрат на азот	722700
Суммарная экономия средств:	984134
Срок окупаемости капитальных и эксплуатационных затрат	2,08 года

Таким образом, срок окупаемости капитальных и эксплуатационных затрат составляет 2,08 года.

Заключение

В результате выполнения бакалаврской работы на тему «Безопасность технологического процесса при приемке, хранении и отпуске метанола для нужд газопромыслового управления ООО «Газпром добыча Оренбург», выполненной на базисном складе метанола Оренбургского линейного производственного управления по эксплуатации соединительных продуктопроводов определено следующее:

1) Актуальным для объекта исследования является необходимость сокращения валовых выбросов метанола, образуемых вследствие «дыхания» резервуаров при хранении на базисном складе метанола. Существующая технология предполагает работу резервуара с «азотной подушкой» и сброс «азотной подушки» с парами метанола через закрытую систему дыхательных клапанов в абсорбер (скруббер мокрой очистки), в качестве поглотителя используется вода, очищенный от паров азот со следами метанола сжигается на факельной установке, пары метанола, уловленные водой в скруббере мокрой очистки образуют водо-метанольный раствор, состоящий на 50% мас. воды: 50% мас. метанола, далее водо-метанольный раствор подлежит сжиганию на факельной установке. Кроме того в скруббер мокрой очистки также попадают вентвыбросы от технологической насосной метанола. Недостатком данной технологии являются большие потери метанола вследствие его сжигания, загрязнение окружающей среды продуктами сжигания, значительные затраты топливного газа на сжигание водо-метанольного раствора и расход азота.

2) Изучены направления обеспечения безопасности технологического процесса при приемке, хранении и отпуске метанола для нужд газопромыслового управления ООО «Газпром добыча Оренбург».

3) Выполнен анализ современных методов сокращения валового выброса метанола при его хранении в резервуарах вертикальных стальных.

4) Выполнен расчет валовых выбросов метанола от организованных и неорганизованных источников (технологических резервуаров, слива транспортных железнодорожных цистерн, запорно-регулирующей арматуры по метанолопроводу и технологической насосной) базисного склада метанола показал, что ежегодно теряется 11,04 т/год метанола, наиболее мощным источником выброса, вследствие больших и малых «дыханий», являются технологические резервуары Е 1/2 и Е 1/4, на них приходится 66,77% ежегодного валового выброса метанола.

5) Предложен и экономически обоснован эффективный способ улавливания и возврата паров метанола в РВС путем использованием газоуравнительной системы с мягкими газгольдерами. Суммарные капитальные и эксплуатационные затраты требуемые на реализацию данного технического решения составляют 2 048 982 руб. Экономия средств за счет снижения расхода топливного газа, азота и возврата метанола составляет 984134 руб. Срок окупаемости капитальных и эксплуатационных затрат на установку газоуравнительной системы с мягкими газгольдерами на БСМ составляет 2,08 года.

Предлагаемое техническое решение позволит снизить нагрузку на окружающую среду, повысить уровень безопасности и условия труда на БСМ и носит значительный социально значимый характер.

Список используемой литературы

1. Kozhemyatov K.Y., Bulauka Y.A. Analysis of equipment life cycle at oil refinery// IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – Vol. 687.- art. No 066038.- DOI:10.1088/1757-899X/687/6/066038.
2. Булавка Ю.А. Развитие комплексной оценки профессионального риска путем учета суммарной вредности условий труда// Гигиена и санитария, №4. 2013. С.47-54
3. Yukhno D. Reduction of occupational risks for workers of the oil refinery by introducing an automated system for evaluation of operators' professional ability//European and national dimension in research: materials of X Junior Researchers' Conference, Novopolotsk, May 10-11, 2018 / Polotsk State University ; ed. D. Lazouski [et al.]. Novopolotsk, 2018. P.120-121
4. Мурков О.С., Муркова М.В. Повышение экономичности и экологичности хранения светлых нефтепродуктов // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F: Строительство. Прикладные науки. 2010. № 12. С. 142-147.
5. Ключевые правила безопасности ПАО «Газпром» [Электронный ресурс] URL: <https://ch4gaz.ru/klyuchevye-pravila-bezopasnosti-pao-gazprom/> (дата обращения: 20.05.2020).
6. Инструкция по нормированию расхода и расчету выбросов метанола для объектов ОАО «Газпром»: Ведомственный руководящий документ ОАО «Газпром» ВРД 39-1.13-051-2001. [Электронный ресурс] URL: http://snipov.net/c_4684_snip_59532.html (дата обращения: 20.05.2020).
7. Тепло людям и надежность партерам [Электронный ресурс]: Буклет URL: <https://orenburg-dobycha.gazprom.ru/d/textpage/a5/165/buklet-teplo-lyudyam.pdf> (дата обращения: 20.05.2020).
8. Инструкция о порядке получения от поставщиков, перевозки, хранения, отпуска и применения метанола на объектах добычи, транспорта и ПХГ ОАО «Газпром» СТО Газпром 2-2.3-143-2007 [Электронный ресурс] :

Стандарт организации. Документы нормативные для проектирования, строительства и эксплуатации объектов ОАО «Газпром» URL: https://zinref.ru/000_uchebniki/01500_gaz/301_00_STO_gazprom_raznie/160.htm (дата обращения: 20.05.2020).

9. Дунаев А.В. Повышение эффективности технологических процессов при промысловой подготовке природного газа с низким конденсатным фактором. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: 25.00.17 Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений. - Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина. Москва, 2018. 151 с. [Электронный ресурс] URL: https://www.gubkin.ru/diss2/files/Dissertation_Dunaev_AV.pdf (дата обращения: 20.05.2020).

10. СТО Газпром 2-1.19-049-2006 Документы нормативные для проектирования, строительства и эксплуатации объектов ОАО «Газпром» Подготовка сточных вод к закачке в поглощающий горизонт и экологический мониторинг при подземном захоронении сточных вод на нефтегазовых месторождениях ОАО «Газпром» севера Западной Сибири. – М.: ООО «Информационно-рекламный центр газовой промышленности», 2006. – 59 с

11. Кабанов О.П. Внедрение энерго- и ресурсосберегающей технологии десорбции и рециркуляции метанола при освоении ачимовских залежей Уренгойского НГКМ // Газовая промышленность. 2013. № 4. С. 27 - 30.

12. Chikezie Nwaoha, David A. Wood A review of the utilization and monetization of Nigeria's natural gas resources: Current realities Journal of Natural Gas Science and Engineering Volume 18. May 2014. P. 412-432

13. Бухгалтер Э.Б. Метанол и его использование в газовой промышленности М.: Недра, 1986. 238 с.

14. Правила по перевозке, хранению и применению метанола Утверждены Постановлением Совета Министров РСФСР от 22 сентября 1965 г. N 1116 [Электронный ресурс] URL:

http://www.regionspb.net/assets/files/rhs/Metanol_perevozka_i_hranenie.pdf (дата обращения: 20.05.2020).

15. ГОСТ 2222-95 Метанол технический. Технические условия [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200020559> (дата обращения: 20.05.2020).

16. Кемалов Р.А. Технологии получения и применения метанола. Казань: Казан. ун-т, 2016. 167 с.

17. Афанасьев С.В., Шевченко Ю.Н. Сайкин С.А. Снижение выбросов паров метанола в атмосферу вследствие «глубокого дыхания» складских резервуаров. Химическая техника №3/2017 [Электронный ресурс] URL: <https://chemtech.ru/snizhenie-vybrosov-parov-metanola-v-atmosferu-vsledstvie-glubokogo-dyhaniya-skladskih-rezervuarov/> (дата обращения: 20.05.2020).

18. Патент RU 2 532 431 C1, МПК C07C 31/04, B01D 5/00, опуб. 11.10.2014 [Электронный ресурс] URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2532431C1_20141110 (дата обращения: 20.05.2020).

19. Полимерный эластичный газгольдер-компенсатор ПЭГ [Электронный ресурс] URL: <http://promgazenergo.ru/katalog/rezervuari/rezervuarnoe/510-polimernyj-yelastichnyj-gazgolder-kompensator-pyeg.html> (дата обращения: 20.05.2020).

20. Мурзаков Б.Г., Аكوпова Г.С., Маркина П.А. Выделение метилотрофных бактерий из микробиоценоза метанолсодержащих вод // Газовая промышленность. 2006. №3. С. 83 – 85

21. Башкин В.Н., Шурупова Е.С., Галиулин Р.В., Галиулина Р.А. Решение проблемы аварийных разливов и накопления отходов газового конденсата и метанола // Трубопроводный транспорт: теория и практика. 2011. № 4 (26). С. 48-53.

22. Гендель Г.Л., Клейменова И.Е., Донецкова А.А., Беликова Н.Г., Ивановская И.Б. Особенности проведения работ по очистке земель,

нарушенных и загрязненных в результате аварии на конденсатопроводе // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2006. №6. С. 66 – 69

23. Аكوпова Г.С., Ильченко В.П., Попадько Н.В. Производственные сточные воды газовой отрасли: источники образования, состав, очистка и утилизация // Газовая промышленность. 2003. №6. С. 76 – 78

24. Медведев Ю.В., Польшгалов Ю.И., Ерофеев В.И., Ерофеев М.В., Соснин Э.А., Тарасенко В.Ф., Истомин В.А. Облучение метанольных растворов Хе2– и КгСl–эксиллампами барьерного разряда // Газовая промышленность. 2005. №2. С. 63 – 65.

25. Аكوпова Г.С. Очистка техногенных сред, загрязненных углеводородами, с использованием биопрепаратов // Газовая промышленность. 2008. №6. С. 69 – 71.

26. Bulauka Y.A. Emergency sorbents for oil and petroleum product spills based on vegetable raw materials // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2018. – Vol. 451 (1).- art. no. 012218.- DOI: 10.1088/1757-899X/451/1/012218

27. Mayorava K. Sorbents for emergency filling oil and of petroleum products on the basis of vegetable raw materials// Abstract book of 9th International Youth Scientific and Practical Congress «Oil and Gas Horizons», Moscow, November 28-30, 2017.- Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University). Moscow, 2017.p.34