

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 «Повышение энергоэффективности и безопасности на криогенной автозаправочной станции на примере ООО «АТС-Сервис»

Студент

Лопаткин Е.А.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

д. п. н., профессор Бахарев Н.П.

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

Консультанты

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

Тольятти 2020

## Аннотация

Тема ВКР - повышение энергоэффективности и безопасности на криогенной автозаправочной станции.

В разделе «Характеристика производственного объекта» исследовано: расположение криогенной автозаправочной станции МАЗК «Новатэк №4/74»; технологические блоки МАЗК «Новатэк №4/74»; система управления наполнительной станции; численность обслуживающего персонала и режима их работы.

В разделе «Технология безопасной установки, хранения и подключения к заправочным автоматам ёмкостей сжиженного газа» рассматривается технология хранения и подключения к заправочным автоматам ёмкостей сжиженного газа; применяемое на криогенной автомобильной газовой заправочной станции оборудование.

В разделе «Мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов, обеспечения безопасных условий труда» исследована безопасность криогенной автомобильной газовой заправочной станции для работников, проанализирована статистика производственного травматизма среди работников на криогенной автозаправочной станции МАЗК «Новатэк №4/74»; разработаны мероприятия по сокращению производственного травматизма и минимизации воздействия ОВПФ на оператор-наполнителя автомобильных баллонов.

В разделе «Разработка технических решений по обеспечению безопасности эксплуатации криогенной автомобильной заправочной станции» произведён выбор технических решений обеспечения безопасности эксплуатации криогенной автомобильной заправочной станции путём поиска среди технических решений в запатентованных изобретениях сети INTERNET.

В разделе «Охрана труда» представлена документированная процедура по организации обучения и переподготовки персонала криогенной АГЗС.

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» рассмотрены показатели по выбросу метана в процессе приёма, хранения СПГ и отпуска сжатого природного газа потребителям и предложен метод очистки стоков криогенной автомобильной заправочной станции.

В разделе «Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях» представлен план локализации и ликвидации аварий на криогенной автозаправочной станции. Продолжение табл. 9

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» разработан план мероприятий по сокращению производственного травматизма и минимизации воздействия ОВПФ на оператора-наполнителя автомобильных баллонов на криогенной автозаправочной станции и рассчитан годовой экономический эффект на криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74» от улучшения условий труда оператора-наполнителя автомобильных баллонов.

## Содержание

Введение .....	5
Характеристика производственного объекта .....	7
2 Технология безопасной установки, хранения и подключения к заправочным автоматам ёмкостей сжиженного газа .....	13
3 Мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов, обеспечения безопасных условий труда .....	18
4 Разработка технических решений по обеспечению безопасности эксплуатации криогенной автомобильной заправочной станции.....	31
5 Охрана труда .....	37
6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность .....	41
7 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях.....	44
8 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	47
Заключение .....	59
Список используемых источников .....	62

## Введение

За последние 20 лет количество машин увеличилось в несколько раз. Спрос на топливо возрос, что привело к строительству большого количества АЗС.

По экономическим соображениям, чтобы не платить деньги сторонним проектировщикам и инженерам, крупные топливные компании стали создавать собственные проектные институты для проектирования АЗС. Целью этих проектных институтов было создание стандартизированной конструкции автозаправочной станции с целью минимизации затрат на проектирование и повышения ее быстродействия. Тем более, топливные компании не заинтересованы в индивидуальности архитектуры каждой АЗС. Однако из-за большой разницы природных и геологических условий, а также разницы в размерах и расположении строительной площадки невозможно создать стандартизированный проект, пригодный для всей территории России.

Работники заправочных станций, работающих на сжиженном газе, подвергаются более высокому риску возникновения связанных со здоровьем симптомов и клинических отклонений.

Работодатели должны соблюдать соответствующие нормативные акты, чтобы помочь обеспечить безопасность работников и общественности.

Контроль воздействия опасных факторов на рабочем месте является основополагающим способом защиты рабочих.

Как только опасности будут идентифицированы, работодатели должны предоставить способ контролировать или смягчить их.

Цель работы - повышение энергоэффективности и безопасности на криогенной автозаправочной станции.

Задачи:

- исследовать расположение криогенной автозаправочной станции МАЗК «Новатэк №4/74» и технологических блоков;

- исследовать технологию хранения и подключения к заправочным автоматам ёмкостей сжиженного газа и систему управления наполнительной станции;
- провести анализ безопасности применяемого на криогенной автомобильной газовой заправочной станции оборудования;
- провести анализ статистики производственного травматизма среди работников на криогенной автозаправочной станции МАЗК «Новатэк №4/74»;
- разработать мероприятия по сокращению производственного травматизма и минимизации воздействия ОВПФ на оператор-наполнителя автомобильных баллонов;
- произвести выбор технических решений обеспечения безопасности эксплуатации криогенной автомобильной заправочной станции;
- разработать план локализации и ликвидации аварий на криогенной автозаправочной станции;
- разработать план мероприятий по сокращению производственного травматизма и минимизации воздействия ОВПФ на оператора-наполнителя автомобильных баллонов на криогенной автозаправочной станции;
- рассчитать годовой экономический эффект на криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74» от улучшения условий труда оператора-наполнителя автомобильных баллонов.

## 1 Характеристика производственного объекта

Криогенная автозаправочная станция МАЗК «Новатэк №4/74» расположена по адресу: город Копейск, улица Лесопарковая – 3.

«Криогенная автозаправочная станция (КриоАЗС) - АЗС, технологическая система которой предназначена только для заправки баллонов топливной системы транспортных средств КПП, получаемым на территории станции путем регазификации СПГ»[14].

Генеральный план размещения криогенной АГЗС изображен на рисунке 1.

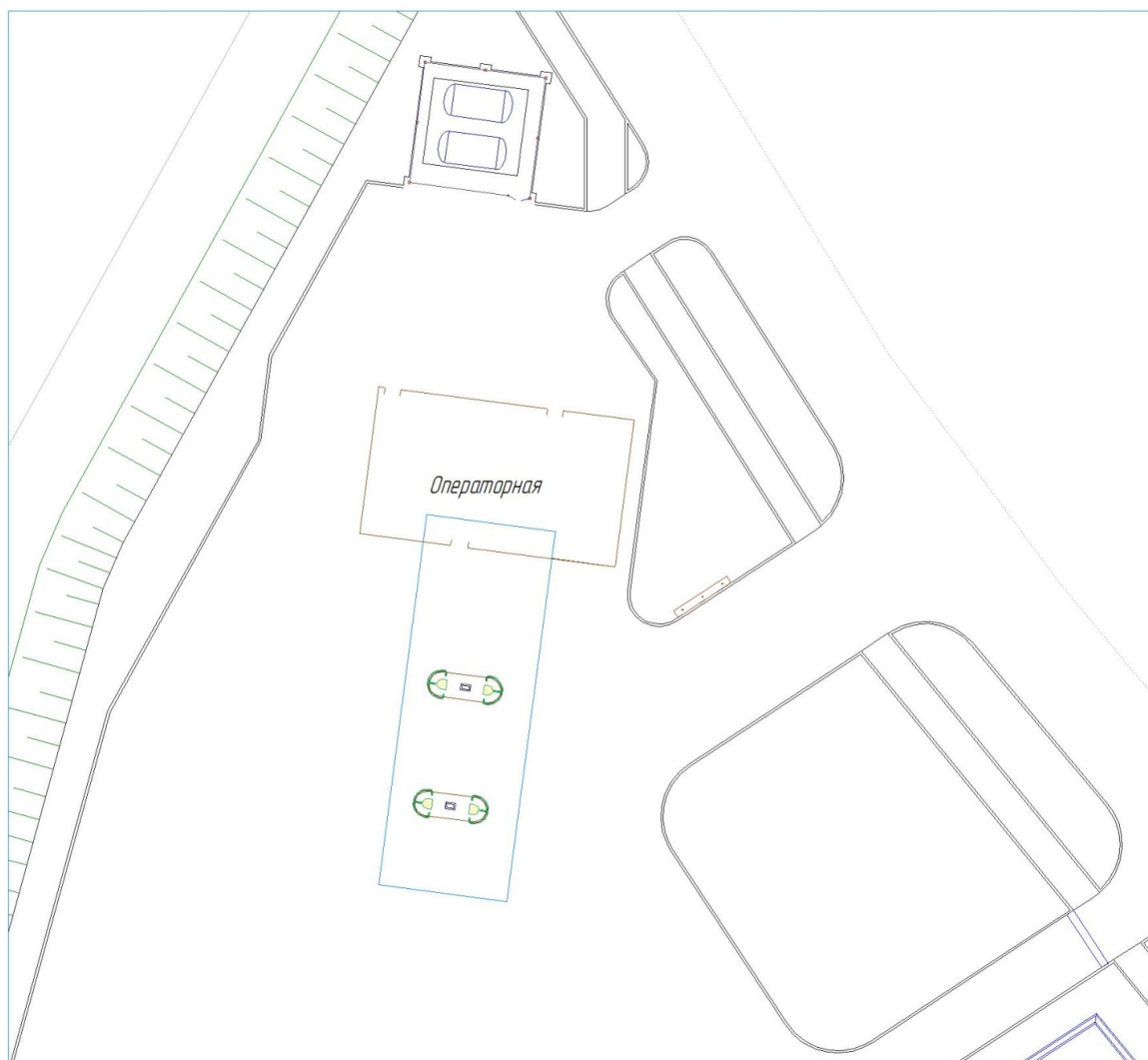


Рисунок 1 - Генеральный план размещения МАЗК «Новатэк №4/74»

Технологические блоки криогенной АГЗС территориально размещены в трёх зонах безопасности:

- 1 зона – рабочая зона – доступная для заправляемых транспортных средств;
- 2 зона – зона хранения и регазификации СПГ – огороженный участок территории криогенной АГЗС, на который не допускаются лица не имеющие допуск к обслуживанию или эксплуатации оборудования с СУГ;
- 3 зона – безопасная зона – зона, доступная без ограничений.

В зоне 1 располагается технологический блок ТРК СПГ.

В зоне 2 располагаются технологические блоки: блок хранения СПГ; блок подготовки, блок раздачи.

В зоне 3 располагаются технологические блоки: блок управления.

Криогенная газонаполнительная станция позволяет на заправочном островке проводить одновременную заправку топливной системы только двух автомобилей, работающих на сжатом природном газе (метан).

Технологический блок хранения СПГ состоит из двух криорезервуаров, установленных надземно по 10 м<sup>3</sup> каждый с возможностью размещения на АГЗС, расположенных в населённых пунктах в комплекте со всеми необходимыми системами безопасности:

- предохранительные клапаны;
- клапаны контроля минимального и 85% заполнения баллонов;
- мультиклапан с контролем давления в резервуарах;
- указатель уровня для контроля уровня СПГ;
- запорная арматура.

Технологическая схема работы криогенной АГЗС изображена на рисунке 2.



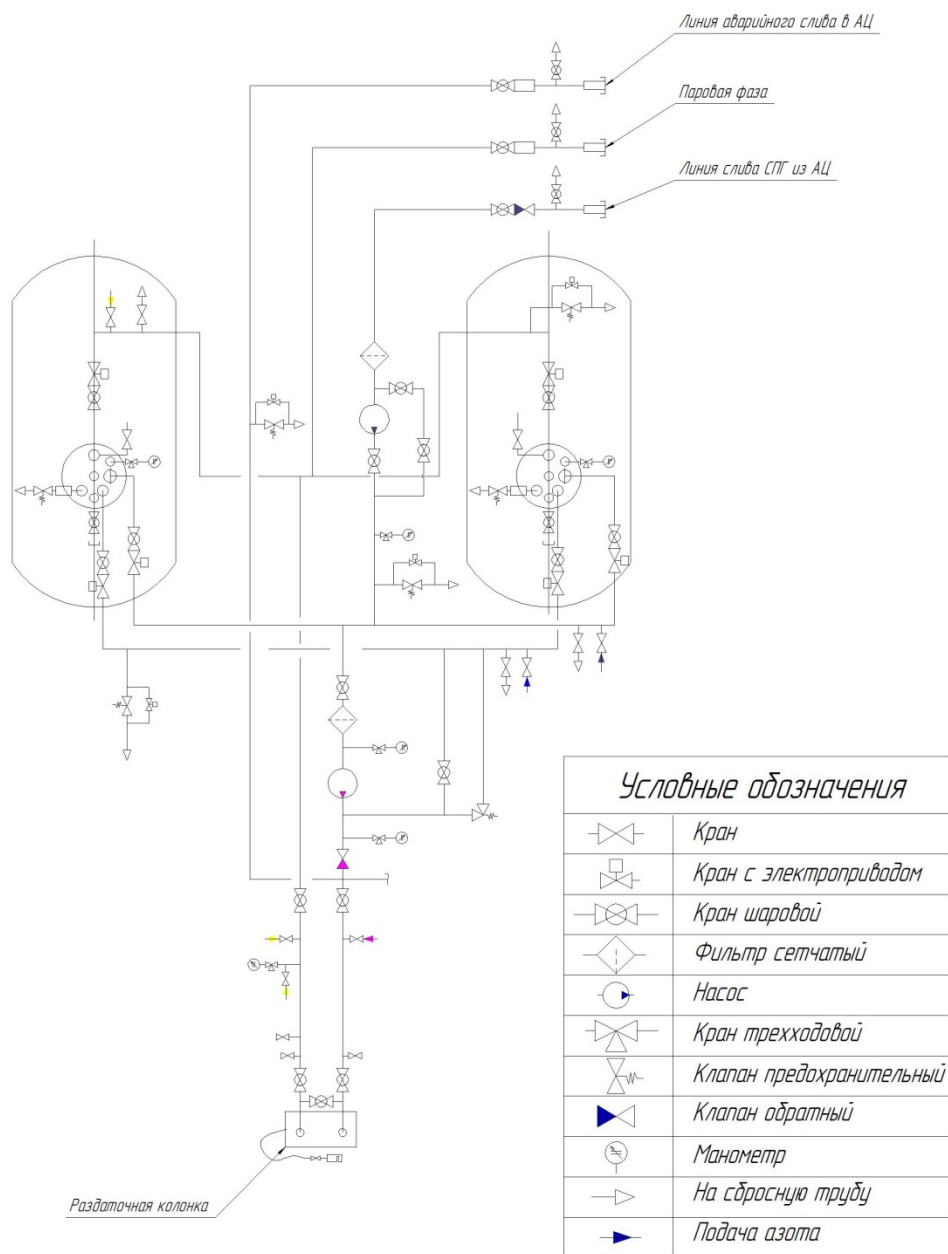


Рисунок 2 – Технологическая схема работы криогенной АГЗС

На территории криогенной автомобильной газовой заправочной станции предусмотрен отвод дождевых вод с площадок с твёрдым покрытием.

Сбор дождевых стоков с заправочной станции осуществляется в дождеприёмные колодцы.

В здании операторной отопление осуществляется с помощью масляных радиаторов со встроенными терморегуляторами.

Также предусмотрена приточно-вытяжная общеобменная вентиляция с естественным побуждением. Приток воздуха в помещения осуществляется через форточки в окнах. Воздух из помещений удаляется через вентиляционные решетки, установленные в канале и воздуховоде.

На АГЗС предусмотрена система водяного орошения для охлаждения наземного оборудования СПГ и автоцистерны СПГ на складской площадке.

Система водяного орошения представляет собой перфорированный сухотруб с зоной орошения, позволяющий отделить водяной завесой АЦ от резервуаров хранения СПГ.

На территории АГЗС расположены первичные средства пожаротушения:

- огнетушитель ручной ОВП-10 – 2 шт.;
- огнетушитель ручной ОП-10 – 1 шт.;
- огнетушитель передвижной ОП-50М – 4 шт.;
- укомплектованный пожарный щит – 1 шт.

Здание операторной криогенной АГЗС оборудовано пожарной сигнализацией, обеспечивающей в случае возгорания автоматическое отключение всей технологической системы криогенной АГЗС и подачу светового и звукового сигнала тревоги, в том числе и на территории хранения СПГ.

На территории АГЗС предусмотрены следующие средства защиты:

- на складской площадке и площадке АЦ размещены датчики загазованности;
- на площадке АЦ размещены датчики дозрывоопасных концентраций и пожарные извещатели для автоматического закрытия донных клапанов автогазовозов.

Для управления технологическим оборудованием АГЗС предусмотрена установка комплексного шкафа управления и контроля.

Система управления осуществляет следующие функции сигнализации и аварийной защиты:

- аварийная звуковая и световая сигнализация при выявлении отклонения в контролируемых параметрах;
- отключение двигателей насосов и компрессоров при превышении максимально допустимого давления на выходе;
- защита от сухого хода насосов с отключением электродвигателей при отсутствии жидкой фазы СПГ;
- контроль наполнения резервуаров;
- контроль минимального остатка СПГ в резервуаре с отключением перекачивающего насоса;
- отключение электропитания при приёме сигнала «Пожар».

Схема размещения оборудования на криогенной АГЗС изображена на рисунке 3.

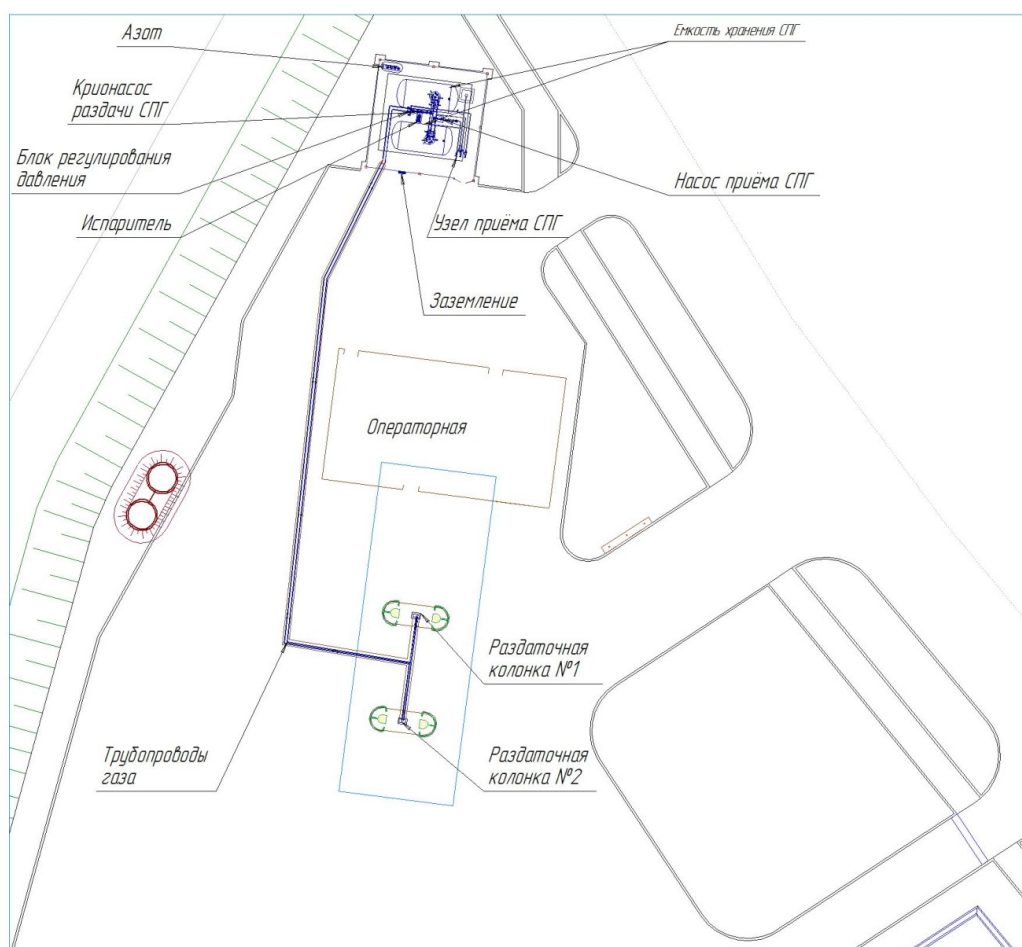


Рисунок 3 – Схема размещения оборудования на криогенной АГЗС

АГЗС защищена от прямых ударов молнии и вторичных её проявлений при помощи молниезащиты.

Численность обслуживающего персонала АГЗС соответствует нормативам численности рабочих для автомобильных газозаправочных станций.

Режим работы объекта - круглогодичный при двусменной работе с 12 часовым рабочим днем.

Штатное расписание представлено в таблице 1.

Таблица 1 - Штатное расписание АГЗС

Наименование профессии	Общее количество человек	В смену	Группа производственных процессов
Инженер по эксплуатации	1	1	1а
Оператор-кассир	2	1	1б
Оператор-наполнитель автомобильных баллонов	4	2	1б
Подменный оператор	1		1б
Машинист насосного оборудования	1	1	1б
Слесарь КИПиА	1	1	1б
Итого	10	6	

Управление участком СПГ АГЗС производит инженер по эксплуатации, который координирует все работы, связанные с доставкой СПГ на АГЗС и контролем за его расходом.

## **2 Технология безопасной установки, хранения и подключения к заправочным автоматам ёмкостей сжиженного газа**

Основной принцип работы криогенной АГЗС заключается в следующих режимах работы: заправка жидкой фазы СУГ резервуаров, слив резервуаров, подача на топливораздаточную колонку или пункт наполнения баллонов сжатого газа.

Оборудование криогенной АГЗС «состоит из следующих основных компонентов: блока хранения СУГ, технологического блока, системы сброса паров, а также комплекса систем автоматического контроля за многочисленными параметрами системы» [21].

«Блок хранения предназначен для приема, хранения и выдачи СУГ потребителю. Основным оборудованием блока хранения СУГ являются резервуары цилиндрической формы, изготовленные из листовой низколегированной стали повышенной прочности в соответствии с ТР ТС 032/2013. Один резервуар является основным, второй — резервным» [21].

«В технологическом блоке смонтировано оборудование линии наполнения, линии аварийного опорожнения, линии выдачи (до узла подсоединения к трубопроводам подачи СУГ к раздаточным колонкам) и линии обращения паровой фазы, не входящей в состав блока хранения» [21].

«Система сброса паров СУГ — комплекс оборудования, предназначенный для пожаробезопасного сброса паров СУГ в атмосферу через сбросную трубу и включающий в себя:

- блок сбросной трубы для сброса паров СУГ от предохранительных клапанов резервуаров с присоединительными патрубками;
- коллекторы сбросных труб для сброса паров СУГ от сбросных клапанов СК и шаровых кранов КР технологических линий ТС с присоединительными патрубками, соединенными с общей сбросной трубой;

- блок сбросной трубы раздаточной колонки с соединительными патрубками (для ТС, в модификациях ТРК которых не предусмотрена возможность слива СУГ из газобаллонного оборудования транспортных средств в резервуар ТС);
- внутренние соединительные и межблочные трубопроводы;
- запорную и предохранительную арматуру» [21].

Применяемые на участке колонки по своим техническим характеристикам являются системами со счётным устройством, одним показывающим табло и имеет возможность подключения заправочного пистолета к автомобилям, оборудованным стыковочным узлом как с правой стороны, так и с левой стороны автомобиля.

Внешний вид раздаточной колонки криогенной АЗС изображен на рисунке 4.



Рисунок 4 - Внешний вид раздаточной колонки криогенной АЗС

Участок СУГ автомобильной криогенной газовой заправочной станции предназначен для осуществления технологических операций по приёму,

хранению, регазификация СПГ и подачи сжатого природного газа для заправки транспортных средств (легкового и грузового автотранспорта).

«Криогенная автомобильная заправочная станция сжиженного природного газа (СПГ) работает следующим образом» [15]. /

«Природный газ из газопровода среднего или низкого давления под давлением 0,25 МПа по линии подачи через газораспределительный шкаф, компрессорную станцию, где газ доводят до 20 МПа, и вымораживатель, где он очищается от  $\text{CO}_2$  и паров воды, поступает в конденсатор криогенной машины (Стирлинга)» [15].

«В конденсаторе природный газ сжижается и при давлении 0,3 МПа самотеком сливается по линии слива СПГ, проходя через вымораживатель и охлаждая его, в криогенную емкость» [15].

«СПГ подается в топливную раздаточную колонку (ТРК) с заправочным пистолетом из емкости для хранения СПГ с помощью криогенного насоса» [15].

«СПГ подается в бак автомобиля по теплоизолированной линии через ТРК» [15].

«Для переконденсации паров СПГ газовая полость криогенной емкости связана с конденсатором криогенной машины через вымораживатель с помощью перемычки с обратным клапаном» [15].

«Обратный поток ПГ при давлении 0,25 МПа возвращается из технологического отделения на КС» [15].

«Отбросной поток при давлении 0,27 МПа направлен из технологического отделения на КС. Сброс паров из криогенной емкости в случае превышения давления в емкости выше 0,26 МПа осуществляется по трубопроводу через КС на свечу» [15].

«Сбросы от регуляторов давления, предохранительных клапанов и при продувках из компрессорного и технологического отделений, а также из криогенной емкости и заправочных колонок выводятся на свечи, установленные на составных частях КриоАЗС» [15].

«Из КС также выводятся в атмосферу выхлопные газы от газового двигателя внутреннего сгорания (ГДВС), расположенного в отсеке двигателя компрессорного отделения» [15].

«Скорость заправки - 6 л/мин СПГ» [15].

«Для снятия тепловой нагрузки с криогенной машины предназначена замкнутая система охлаждения, проходящая через холодильник криогенной машины» [15].

«Насос циркулирует охлаждающую жидкость по системе охлаждения, при этом теплота охлаждения передается через теплообменник контуру внешней среды» [15].

«Внешняя среда - атмосферный воздух, который подается в теплообменник с помощью вентилятора» [15].

Схема работы криогенной АЗС изображена на рисунке 5.



Рисунок 5 – Схема работы криогенной АЗС



Всё применяемое на криогенной автомобильной газовой заправочной станции сертифицировано имеет разрешение Ростехнадзора РФ на применение.

При заправке резервуаров патрубки автоцистерны должны присоединиться к соответствующим патрубкам системы по жидкой и паровой фазам. Жидкая фаза СУГ поступает через обратный клапан, кран и фильтр на насосный агрегат, затем через кран, электромагнитный клапан поступает в резервуар (основной и/или резервный).

После заполнения резервуара (основного и/или резервного) по сигналу датчика уровня закрывается электромагнитный клапан и выключается насосный агрегат.

При сливе резервуаров патрубки автоцистерны должны присоединиться к соответствующим патрубкам системы по жидкой и паровой фазам.

Жидкая фаза СУГ поступает из основного или резервного резервуара через электромагнитный клапан, через фильтр на насосный агрегат, затем через краны, скоростной клапан в автоцистерну.

После опорожнения резервуара по сигналу датчика уровня закрывается электромагнитный клапан и выключается насосный агрегат.

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

Проанализируем безопасность криогенной автомобильной газовой заправочной станции для работников.

«Нефтебазы, склады ГСМ, АЗС и ПАЗС - сложные многофункциональные системы с объектами различного производственного назначения, обеспечивающие хранение, прием и отпуск нефтепродуктов, многие из которых токсичны, имеют низкую температуру испарения, способны электризоваться, пожаровзрывоопасны. В связи с этим работники нефтебаз, складов ГСМ, АЗС и ПАЗС могут быть подвержены воздействию различных физических и химических опасных и вредных производственных факторов» [3].

Классификация наружных установок АГЗС по взрывопожароопасности и применения оборудования представлено в таблице 2.

Таблица 2 - Классификация наружных установок АГЗС по взрывопожароопасности и применения оборудования

Наименование зон и наружных установок	Категория по взрывопожароопасности	Класс взрывоопасных зон	Категория и группа взрывоопасной смеси
Резервуары СПГ	Ан	В-1г	ПА-Т2
Насосные агрегаты	Ан	В	ПА-Т2
Испарители	Ан	В	ПА-Т2
Площадка АЦ	Ан	В	ПА-Т2
Заправочная колонка	Ан	В	ПА-Т2

Производственные помещения имеют для проветривания открывающиеся створки окон.

Стены производственных помещений окрашены с учётом создания условий для снижения утомляемости работников и улучшения освещения.

Полы производственных помещений убираются не реже одного раза в смену.

Рабочие места, объекты и подходы к ним в темное время суток освещены.

Качество питьевой воды соответствует требованиям.

В помещениях АГЗС содержание паров углеводородов в воздухе не превышает 100мг/м<sup>3</sup>.

На оператора-наполнителя автомобильных баллонов воздействуют следующие ОВПФ:

а) физического воздействия:

- «действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение работающего, стоящего на опорной поверхности, на эту же опорную поверхность» [9];
- «движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования» [9];
- «опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека» [9];
- «опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего: температурой и относительной влажностью воздуха» [9];
- «опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аномальным физическим состоянием воздуха (в том числе пониженной или повышенной ионизацией) и (или) аэрозольным составом воздуха» [9];

- «опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации» [9];
- «опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума» [9].

б) химического воздействия:

- «токсические (ядовитые) химические вещества, воздействующие через органы дыхания (ингаляционный путь)» [9];
- «раздражающие химические вещества, воздействующие через органы дыхания (ингаляционный путь)» [9];
- «раздражающие химические вещества, воздействующие через кожные покровы и слизистые оболочки (кожный путь)» [9].

в) психофизиологического воздействия:

- «нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса» [9];
- «статические, связанные с рабочей позой» [9];
- «перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой» [9];
- «плотность сигналов (световых, звуковых) и сообщений в единицу времени» [9].

На машиниста насосного оборудования воздействуют следующие ОВПФ:

а) физического воздействия:

- «опасные и вредные производственные факторы, связанные с силами и энергией механического движения» [9];
- «действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение работающего, стоящего на опорной поверхности, на эту же опорную поверхность» [9];

- «действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение работающего с высоты» [9];
- «движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования» [9];
- «опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека» [9];
- «опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего: температурой и относительной влажностью воздуха» [9];
- «опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аномальным физическим состоянием воздуха (в том числе пониженной или повышенной ионизацией) и (или) аэрозольным составом воздуха» [9];
- «опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации» [9];
- «опасные и вредные производственные факторы, связанные с резким изменением (повышением или понижением) барометрического давления воздуха производственной среды на рабочем месте или с его существенным отличием от нормального атмосферного давления» [9];
- «опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими

неблагоприятными характеристиками шума» [9].

б) химического воздействия:

- «токсические (ядовитые) химические веществ, воздействующие через органы дыхания (ингаляционный путь)» [9];
- «раздражающие химические вещества, воздействующие через органы дыхания (ингаляционный путь)» [9].

в) психофизиологического воздействия:

- «статические, связанные с рабочей позой» [9];
- «перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой» [9].

На слесаря КИПиА воздействуют следующие ОВПФ:

а) физического воздействия:

- «действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение работающего, стоящего на опорной поверхности, на эту же опорную поверхность» [9];
- «действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение работающего с высоты» [9];
- «струи жидкости, воздействующие на организм работающего при соприкосновении с ним» [9];
- «движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования)» [9];
- «опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека» [9];
- «опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего: температурой и относительной

влажностью воздуха» [9];

- «опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аномальным физическим состоянием воздуха (в том числе пониженной или повышенной ионизацией) и (или) аэрозольным составом воздуха» [9];
- «опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации» [9];
- «опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума» [9];
- «опасные и вредные производственные факторы, связанные со световой средой (некогерентными неионизирующими излучениями оптического диапазона электромагнитных полей) и характеризующиеся чрезмерными (аномальными относительно природных значений и спектра) характеристиками световой среды, затрудняющими безопасное ведение трудовой и производственной деятельности: отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения» [9].

б) химического воздействия:

- «токсические (ядовитые) химические вещества, воздействующие через органы дыхания (ингаляционный путь)» [9];
- «раздражающие химические вещества, воздействующие через органы дыхания (ингаляционный путь)» [9];
- «раздражающие химические вещества, воздействующие через кожные покровы и слизистые оболочки (кожный путь)» [9].

в) психофизиологического воздействия:

- «нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью

трудового процесса» [9];

- «статические, связанные с рабочей позой» [9].

Проанализируем статистику производственного травматизма среди работников на криогенной автозаправочной станции МАЗК «Новатэк №4/74».

За период с 2015 по 2019 годы среди работников криогенной автозаправочной станции МАЗК «Новатэк №4/74» произошло 6 случаев производственного травматизма.

Статистика травматизма среди работников криогенной автозаправочной станции МАЗК «Новатэк №4/74» за период с 2015 по 2019 годы представлена на рисунке 6.



Рисунок 6 – Статистика травматизма среди работников криогенной автозаправочной станции МАЗК «Новатэк №4/74» за период с 2015 по 2019 годы



За период с 2015 по 2019 годы среди работников криогенной автозаправочной станции МАЗК «Новатэк №4/74» получение производственных травм происходило среди следующих профессий:

- оператор-наполнитель автомобильных баллонов – 3 случая;
- машинист насосного оборудования – 1 случай;
- слесарь КИПиА – 1 случай;
- инженер по эксплуатации – 1 случай;
- оператор-кассир – 0 случаев.

Статистика травматизма по профессиям на криогенной автозаправочной станции МАЗК «Новатэк №4/74» за период с 2015 по 2019 годы представлена на рисунке 7.

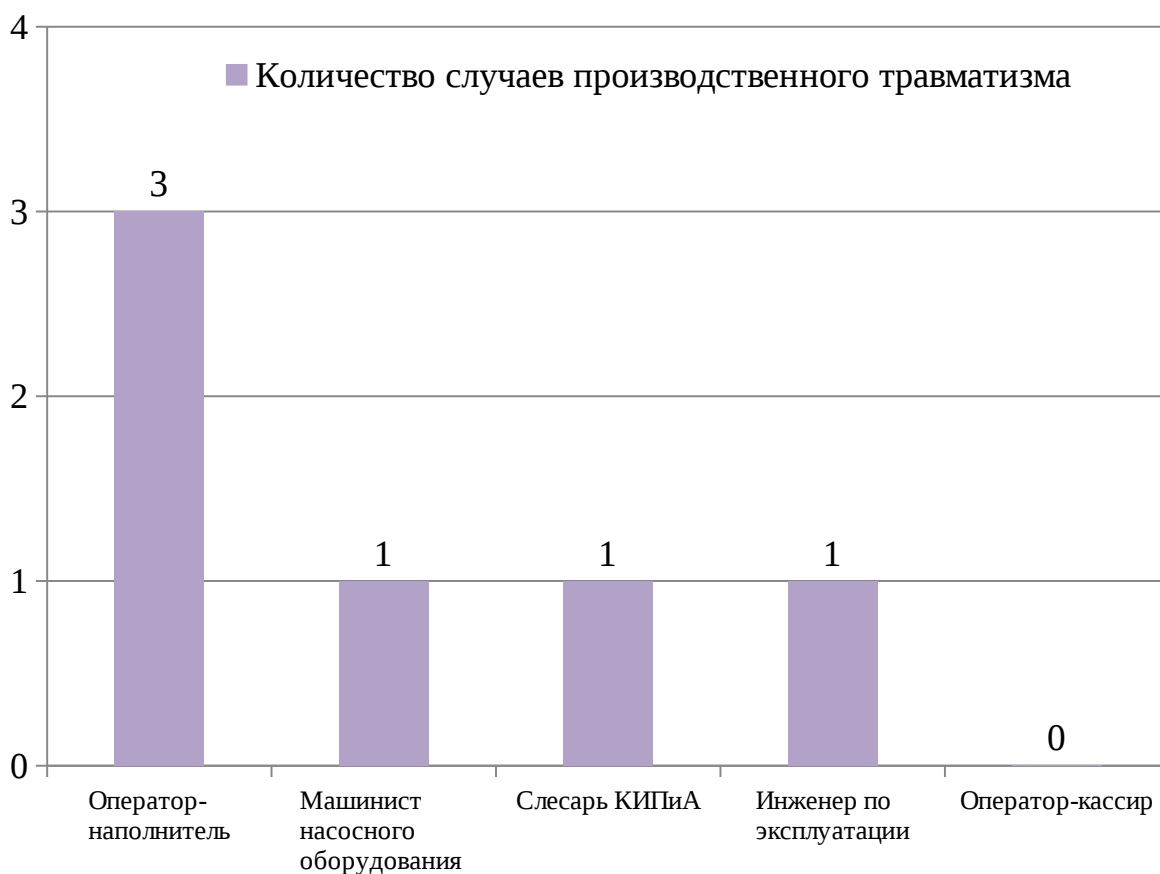


Рисунок 7 - Статистика травматизма по профессиям на криогенной автозаправочной станции МАЗК «Новатэк №4/74» за период с 2015 по 2019 годы

За период с 2015 по 2019 годы среди работников криогенной автозаправочной станции МАЗК «Новатэк №4/74» получение производственных травм происходило в результате следующих обстоятельств:

- дорожно-транспортные происшествия – 3 случая травматизма;
- нарушения правил безопасной работы с оборудованием – 2 случая производственного травматизма;
- неисправность оборудования и защитных устройств – 1 случай травматизма.

Статистика по причинам производственного травматизма на криогенной автозаправочной станции МАЗК «Новатэк №4/74» за период с 2015 по 2019 годы представлена на рисунке 8.



Рисунок 8 – Статистика по причинам травматизма на криогенной автозаправочной станции МАЗК «Новатэк №4/74» за период с 2015 по 2019 годы

За период с 2015 по 2019 годы среди работников криогенной автозаправочной станции МАЗК «Новатэк №4/74» получение производственных травм происходило при следующих технологических операциях:

- отпуск топлива потребителям – 3 случая;
- ремонт оборудования криогенной АГЗС – 1 случай;

- приём СПГ из криогенной автоцистерны – 1 случай;
- иные работы–1 случай.

Статистика производственного травматизма на криогенной автозаправочной станции МАЗК «Новатэк №4/74» по видам технологических операций за период с 2015 по 2019 годы представлена на рисунке 9.



Рисунок 9 – Статистика производственного травматизма на криогенной автозаправочной станции МАЗК «Новатэк №4/74» по видам технологических операций за период с 2015 по 2019 годы

Статистика производственного травматизма в зависимости от возраста травмированных за период с 2015 по 2019 годы представлена на рисунке 10.

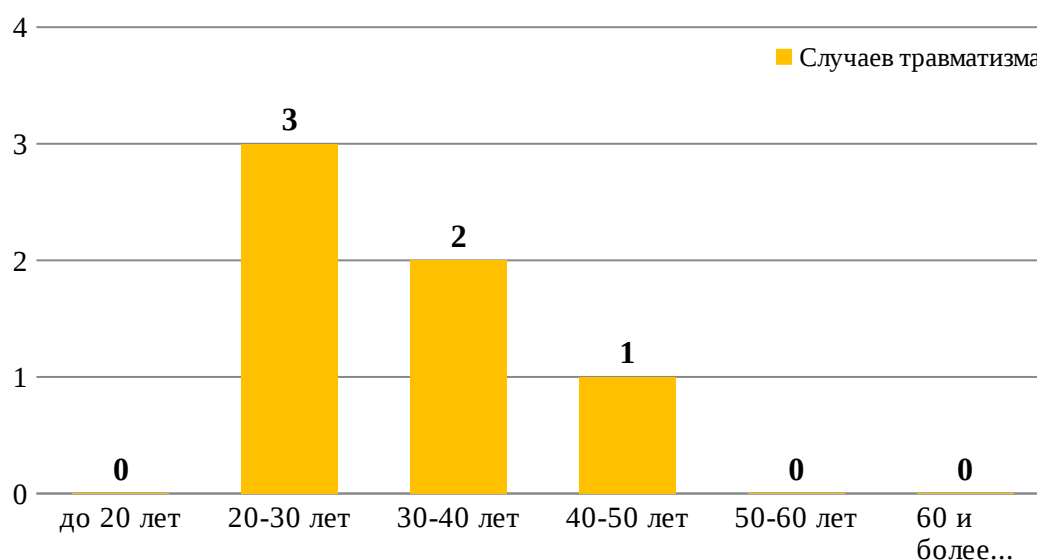


Рисунок 10 – Статистика производственного травматизма в зависимости от возраста травмированных за период с 2015 по 2019 годы

Рассматривая статистику производственного травматизма на криогенной автозаправочной станции МАЗК «Новатэк №4/74» можно сделать вывод, что в особой группе риска находятся оператор-наполнители автомобильных баллонов (половина всех случаев травматизма), особенно при проведении работ по отпуску топлива потребителям, при этом причинами травмирования данных работников являются:

- неправильно организованное движение автотранспортных средств по территории зоны заправки транспортных средств сжатым газом;
- пересечение путей движения транспортных средств и оператора-наполнителя, который передвигается от одной заправочной колонки до другой.

В качестве мероприятий по сокращению производственного травматизма и минимизации воздействия ОВПФ на оператор-наполнителя автомобильных баллонов на криогенной автозаправочной станции МАЗК «Новатэк №4/74» необходимо:

- установить в зоне заправки транспортных средств сжатым газом заправочную колонку с двумя пистолетами-заправщиками для одновременной заправки двух автомобилей с разных сторон;
- модернизировать систему заправки транспортных средств сжатым газом с целью уменьшения воздействия аномального физического состояния воздуха (аэрозольного состава воздуха) путём снижения выброса паров газов при отсоединении заправочного пистолета от баллонов транспортных средств.

Проведём анализ обеспеченности персонала средствами индивидуальной и коллективной защиты.

Операторы, подменные операторы, машинист насосного оборудования и слесарь по обслуживанию КИПиА обеспечены качественной спецодеждой,

спецодеждой и защитными средствами в соответствии с отраслевыми типовыми нормами.

Операторы и подменные операторы обеспечены:

- «костюм хлопчатобумажный с огнезащитной пропиткой;
- костюм хлопчатобумажный для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий;
- ботинки кожаные с жестким подноском;
- нарукавники из полимерных материалов;
- перчатки трикотажные с полимерным покрытием;
- головной убор;
- плащ непромокаемый;
- каска защитная;
- подшлемник под каску (с однослойным или трехслойным утеплителем);
- очки защитные;
- полумаска или маска с противогазовыми фильтрами;
- костюм из смешанных тканей на утепляющей прокладке;
- ботинки кожаные утепленные с жестким подноском;
- шапка-ушанка;
- перчатки с защитным покрытием, морозостойкие с шерстяными вкладышами;
- жилет сигнальный 2 класса защиты» [4].

Машинист насосного оборудования обеспечен:

- «костюм хлопчатобумажный с огнезащитной пропиткой;
- костюм хлопчатобумажный для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий;
- ботинки кожаные с жестким подноском;
- нарукавники из полимерных материалов;
- перчатки трикотажные с полимерным покрытием;
- головной убор;

- плащ непромокаемый;
- каска защитная;
- подшлемник под каску (с однослойным или трехслойным утеплителем);
- очки защитные;
- полумаска или маска с противогазовыми фильтрами;
- костюм из смешанных тканей на утепляющей прокладке;
- ботинки кожаные утепленные с жестким подноском;
- шапка-ушанка;
- перчатки с защитным покрытием, морозостойкие с шерстяными вкладышами;
- жилет сигнальный 2 класса защиты» [4].

Слесарь по обслуживанию КИПиА обеспечен:

- костюм хлопчатобумажный для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий;
- ботинки кожаные с жестким подноском;
- перчатки трикотажные с полимерным покрытием;
- головной убор;
- плащ непромокаемый;
- каска защитная;
- подшлемник под каску (с однослойным или трехслойным утеплителем);
- очки защитные;
- полумаска или маска с противогазовыми фильтрами;
- костюм из смешанных тканей на утепляющей прокладке;
- ботинки кожаные утепленные с жестким подноском;
- шапка-ушанка;
- перчатки с защитным покрытием, морозостойкие с шерстяными вкладышами;
- жилет сигнальный 2 класса защиты» [4].



#### **4 Разработка технических решений по обеспечению безопасности эксплуатации криогенной автомобильной заправочной станции**

Решение задач по выбору технических решений обеспечения безопасности эксплуатации криогенной автомобильной заправочной станции произведём путём поиска среди технических решений в запатентованных изобретениях сети INTERNET.

Рассмотрим патент на криогенную автомобильную заправочную станцию сжиженного природного газа общества с ограниченной ответственностью "Инновационно-исследовательский центр "Стирлинг-Технологии" №RU2300716С1, подача заявки 2005.12.09, автор: Кириллов Николай Геннадьевич.

«Изобретение относится к области криогенной техники, криогенных газовых машин, работающих по обратному циклу Стирлинга, и может быть использовано при создании автомобильных заправочных станций» [16].

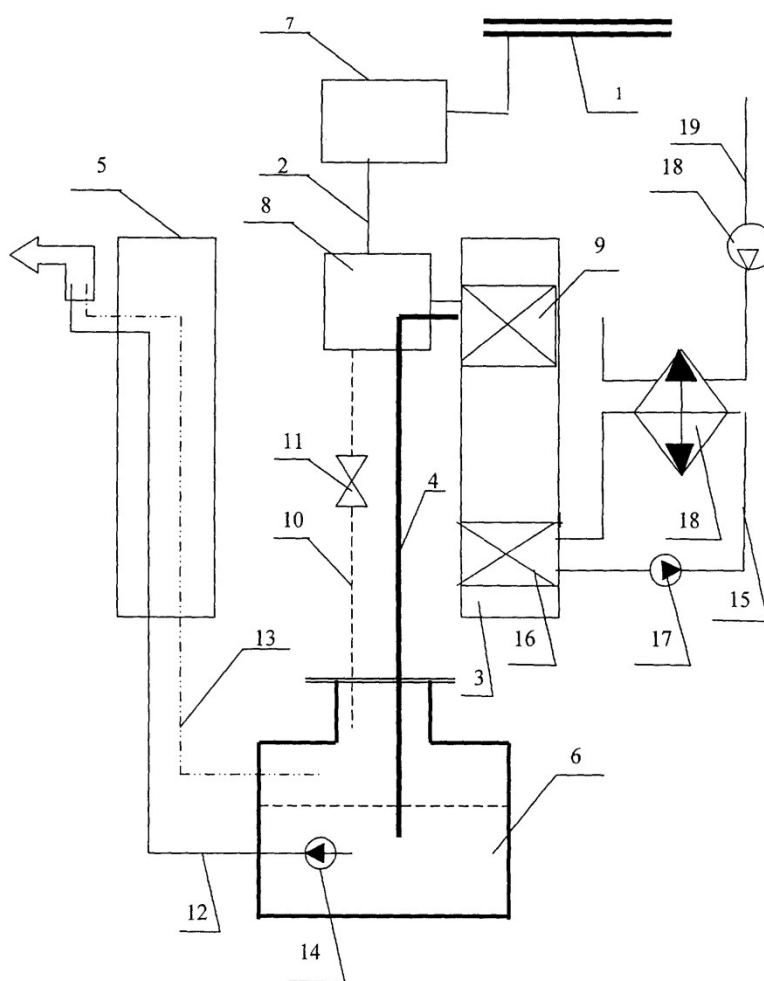
«Криогенная автомобильная заправочная станция сжиженного природного газа, включающая в себя участок газопровода низкого или среднего давления, вымораживатель воды и углекислого газа, криогенную машину Стирлинга, замкнутую систему охлаждения криогенной машины, содержащую насос для циркуляции охлаждающей жидкости и теплообменник для сброса теплоты в окружающую среду, контур внешней среды с вентилятора для подачи воздуха окружающей среды, криогенную емкость для хранения сжиженного природного газа, линии подачи природного газа, слива и переожижения паров сжиженного природного газа, связывающие между собой газопровод, криогенную машину и вымораживатель, отличающаяся тем, что снабжена топливной раздаточной колонкой сжиженного природного газа с заправочным пистолетом, теплоизолированными линиями подачи сжиженного природного газа с криогенным насосом и возвращения паров, соединяющими емкость для хранения сжиженного природного газа и заправочный пистолет, при этом



линия возврата паров соединена с газовой полостью криогенной емкости для хранения сжиженного природного газа» [16].

«Технический результат, который может быть получен при осуществлении изобретения, заключается в возможности переконденсации паров сжиженного природного газа из баков автомобилей и снижении потерь при его использовании в качестве моторного топлива» [16].

На рисунке 11 показана схема криогенной автомобильной заправочной станции.



1- трубопровод; 2 – линия подачи; 3 – машина Стерлинга, 4 – линия слива, 5 – колонка; 6 – криогенная ёмкость, 7 – газораспределительный шкаф, 8 – вымораживатель, 9 – конденсатор; 10 – переключатель, 11 – обратный клапан; 12 – теплоизолированная линия, 13 – газовая линия; 14 – криогенный насос; 15 – система охлаждения, 16 – холодильник, 17 – насос, 18 – теплообменник, 19 – контур внешней среды.

Рисунок 11 - Схема криогенной автомобильной заправочной станции

«Введение в состав криогенной автомобильной заправочной станции сжиженного природного газа топливной раздаточной колонки сжиженного природного газа с заправочным пистолетом, теплоизолированных линий подачи сжиженного природного газа с криогенным насосом и возвращения паров, соединяющих емкость для хранения сжиженного природного газа и заправочный пистолет, позволяет получить новое свойство, заключающееся в возможности сбора паров сжиженного природного газа из баков автомобилей в газовой полости емкости для хранения сжиженного природного газа с последующей их переконденсацией в криогенной машине Стирлинга» [16].

«Криогенная автомобильная заправочная станция сжиженного природного газа работает следующим образом» [16].

«Природный газ из производственного газопровода среднего или низкого давления 1 по линии подачи 2 через газораспределительный шкаф 7 и вымораживатель 8, где он очищается от углекислого газа и паров воды, поступает в конденсатор 9 криогенной машины Стирлинга 3. В конденсаторе 9 природный газ сжижается и самотеком сливается по линии слива сжиженного природного газа 4, проходя через вымораживатель 8 и, охлаждая его, в криогенную емкость 6» [16].

«Сжиженный природный газ подается в топливную раздаточную колонку 5 с заправочным пистолетом из емкости для хранения сжиженного газа 6 с помощью криогенного насоса 14. Сжиженный природный газ поступает в бак автомобиля (на чертеже не показан) по теплоизолированной линии 12 через колонку 5. Пары сжиженного природного газа из бака автомобиля по линии 13 возвращаются в газовую полость криогенной емкости 6» [16].

«Для переконденсации паров сжиженного природного газа газовая полость емкости 6 связана с конденсатором 9 криогенной машины Стирлинга через вымораживатель 8 с помощью перемычки 10 с обратным клапаном 11» [16].

«Для снятия тепловой нагрузки с криогенной машины 3 предназначена замкнутая система охлаждения 15, проходящая через холодильник 16 криогенной машины 3. Насос 17 циркулирует охлаждающую жидкость по системе охлаждения 15, при этом теплота охлаждения передается через теплообменник 18 контуру внешней среды 19. Внешняя среда (атмосферный воздух) подается в теплообменник 18 с помощью вентилятора 20» [16].

Приведённое выше устройство возвращения паров, соединяющими емкостью для хранения сжиженного природного газа и заправочный пистолет решит поставленные задачи по повышению безопасности криогенной **автомобильной заправочной станции.**

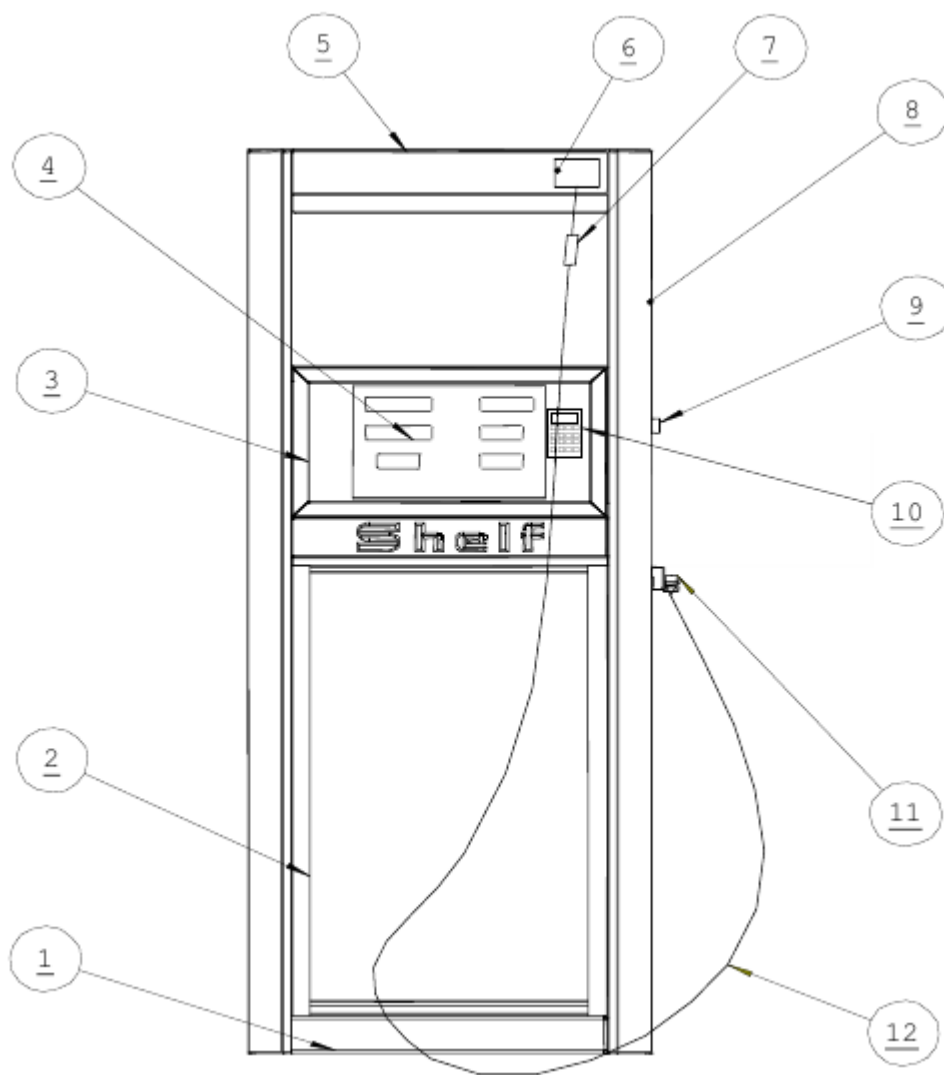
Рассмотрим колонку для отпуска сжатого природного газа «Шельф 100-2М CNG».

«Колонка предназначена для отпуска сжатого природного газа по ГОСТ 27577 или (далее - газ) в топливные баллоны автотранспортных средств, измерения массы отпущенной дозы, вычисления объема, приведенного к нормальным условиям и стоимости отпущенной дозы, суммарного учета отпущенного газа в единицах массы и (или) объема за время работы колонки» [17].

«Противопожарная защита и защита против взрыва колонок включает в себя:

- использование взрывозащищенного электрооборудования и электробезопасных электрических цепей;
- предохранительный клапан, который должен быть расположен в коллекторе раздачи АГНКС и обеспечивать защиту от превышения допустимого давления в газовой колонке при заправке;
- заземление, которое обеспечивает отвод статического электричества от каркаса колонки корпуса электронного блока, электромагнитного клапана» [17].

На рисунке 12 показана колонка для отпуска сжатого природного газа «Шельф 100-2М CNG».



1 – основание каркаса колонки; 2 – основное отделение колонки; 3 – блок электроники; 4 – устройство индикации (в блоке электроники); 5 – верхнее перекрытие корпуса колонки; 6 – устройство крепления заправочного шланга; 7 – предохранительное разрывное устройство; 8 – боковые секции с несъемными панелями; 9 – кнопка «Стоп»; 10 – клавиатура управления; 11 - заправочная головка; 12 – заправочный шланг.

Рисунок 12 - Колонка для отпуска сжатого природного газа «Шельф 100-2М CNG»

«Заправочные шланги крепятся к газопроводам в верхнем перекрытии корпуса колонки 5. Шланги оснащены предохранительным разрывным устройством 7, которое соединяет два отрезка шланга, и, в случае возникновения недопустимого разрывного усилия, разрывается и приводит в действие устройство, блокирующее выход газа, находящегося под давлением, в окружающую среду. Для подсоединения шланга к заправляемой емкости

имеется заправочная головка 11» [17].

«Разрывное устройство предназначено для предотвращения разрыва заправочного шланга в случае отъезда автомобиля от колонки с не отсоединенной заправочной головкой» [17].

«Расходомеры типа ТН008 состоят из первичного устройства – датчика, который устанавливается во взрывоопасной зоне – в основном отделении колонок, и вторичного устройства – преобразователя, через который осуществляется электропитание датчика» [17].

«Датчики расходомера имеют уровень взрывозащиты «повышенная надежность против взрыва» (уровень 2) с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» уровня «іс» по ГОСТ 22782.5 и маркировку взрывозащиты 2ExісІІВТ6 по ГОСТ 12.2.020» [17].

## 5 Охрана труда

Инженер по эксплуатации криогенной АГЗС совмещает профессию инженера по охране труда.

Безопасность проведения работ на криогенной АГЗС регламентируется Приказом Федеральной службы экологическому, технологическому и атомному надзору от 26 ноября 2018 года N 588 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности объектов сжиженного природного газа».

«Правила предназначены для применения при проектировании, строительстве, эксплуатации, реконструкции, техническом перевооружении, ремонте, консервации и ликвидации ОПО СПГ» [5].

«Порядок организации и проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту технологического оборудования должен быть определен эксплуатирующей организацией с учетом технической документации организации-изготовителя» [5].

«Допускается проведение технического обслуживания, в том числе ремонта оборудования на основе оценки риска с использованием процедур контроля технического состояния и технического обслуживания, управления, срока службы оборудования» [5].

«Анализ опасностей технологических процессов, количественный анализ риска (количественная оценка риска) аварий или иные методы анализа риска являются частью подготовки проектной документации, декларирования промышленной безопасности, обоснования безопасности ОПО и должны учитываться при функционировании риск-менеджмента и системы управления промышленной безопасностью ОПО СПГ» [5].

Также, безопасность проведения работ на криогенной АГЗС регламентируется Правилами безопасности при проектировании и эксплуатации систем приема, хранения, заправки и газификации сжиженного природного газа на объектах потребителя, утверждённые начальником

Федерального горного и промышленного надзора России (Госгортехнадзор России).

«Эксплуатация криогенного оборудования в составе объектов должна проводиться в соответствии с нормативными документами на каждый вид оборудования завода-изготовителя, лицензией на эксплуатацию ОПО, технологическим регламентом объекта и данными Правилами» [13].

«Все узлы технологических схем должны проверяться периодически в соответствии с ПБ-10-115-96 «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением», утв. Постановлением Госгортехнадзора России от 02.09.97 № 25, введенного в действие с 01.10.97» [13].

«Площадки объектов должны быть ограждены и обозначены знаками» [13].

«На объектах должны быть размещены надписи красными буквами на белом фоне высотой 15 см: «Газ горючий», «Не разрешен открытый огонь», «Не курить», «Заглушить двигатель» » [13].

«Обслуживающий персонал должен иметь допуск к работам и быть оснащен индикаторами - метанометрами» [13].

«Запрещается движение транспорта без искрогасителей по территории объектов» [13].

«Во время грозы сливо-наливные работы должны быть прекращены» [13].

«Газоопасные работы по первичной заправке стационарных резервуаров должны проводиться по наряду-допуску на производство газоопасных работ под руководством специалиста организации, в ведении которой находится резервуар» [13].

«При производстве газоопасных работ на объекте должны применяться знаки безопасности в соответствии с ГОСТ 12.4.026-76 и плакаты по безопасному ведению работ» [13].

«Слив СПГ из транспортных заправщиков в стационарный резервуар должен проводиться двумя квалифицированными сотрудниками» [13].

«Система распределения топлива должна проверяться визуально на износ, наличие трещин перед каждым использованием и пятикратным рабочим давлением 1 раз в квартал» [13].

Рассмотрим порядок организации обучения и переподготовки персонала криогенной АГЗС.

«Порядок организации обучения и проверки знаний по безопасности рабочих основных профессий организаций (независимо от организационно-правовых форм и форм собственности этих организаций), осуществляющих эксплуатацию опасного производственного объекта установлен Положением об организации обучения и проверки знаний рабочих организаций, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору (РД 03-20-2007), утвержденным приказом Ростехнадзора от 29.01.2007 № 37 (зарегистрирован Минюстом России 22.03.2007, рег. № 9133)»[6].

«В соответствии с п. 7 РД 03-20-2007 подготовка рабочих осуществляется по программам профессионального обучения для рабочих основных профессий в соответствии с квалификационными требованиями для каждого разряда конкретной профессии и установленным сроком обучения. Программы профессионального обучения предусматривают теоретическое и производственное обучение. Согласно п. 11 РД 03-20-2007 по окончании обучения проводится итоговый экзамен по проверке теоретических знаний и практических навыков обучающихся. По результатам экзамена на основании протокола квалификационной комиссии обучаемому присваивается квалификация (профессия), разряд и выдается свидетельство. Квалификационная комиссия формируется приказом руководителя организации, проводящей обучение. В состав квалификационной комиссии не включаются лица, проводившие обучение» [6].



«Обучение рабочих на допуск к обслуживанию оборудования действующим законодательством не предусмотрено» [6].

«Допуск рабочих к самостоятельной работе оформляется приказом по организации, в которой работает допускаемый, после проведения проверки знаний производственных инструкций и (или) инструкций для конкретных профессий» [6].

В таблице 3 представлена документированная процедура по организации обучения и переподготовки персонала криогенной АГЗС.

Таблица 3 – Документированная процедура по организации обучения и переподготовки персонала криогенной АГЗС

Операция процесса	Ответственный	Исполнитель	Документ на входе	Документ на выходе
Формирование группы для обучения	Работодатель	Отдел по работе с персоналом	Трудовой договор с работником	Список обучающихся
Издание приказа на обучение	Работодатель	Отдел по работе с персоналом	Список обучающихся	Приказ на обучение
Обеспечение явки работника на инструктаж	Управляющий АГЗС	Работник	Приказ на обучение	Журнал инструктажей
Обучение теоретическим знаниям и практическим навыкам	Начальник учебного центра	Специалист по обучению	Приказ на обучение	Журнал проведения занятий
Оценка уровня теоретических знаний и практических навыков	Начальник учебного центра	Комиссия	Приказ о проведении оценки уровня теоретических знаний и практических навыков	Протокол проверки знаний

«Проверка знаний проводится в комиссии организации или подразделения организации, состав комиссии определяется приказом по организации. Процедура проверки знаний, оформление результатов проверки знаний проводится в порядке, установленном в организации. Рабочему, успешно прошедшему проверку знаний, выдается удостоверение на право самостоятельной работы» [6].

## **6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность**

В процессе приёма, хранения СПГ и отпуска сжатого природного газа потребителям в качестве топлива для транспортных средств на криогенной автозаправочной станции случаются выбросы загрязняющих веществ в виде метана в атмосферу.

В основном выбросы метана в окружающую среду на криогенной автозаправочной станции происходят в следующих случаях:

- при разгерметизации шлангов и трубопроводов в процессе слива криогенных автоцистерн в резервуары базы хранения;
- при разгерметизации шлангов и трубопроводов на участке приёма и хранения СПГ;
- при заправке автомобильных баллонов сжатым природным газом.

«Газовая отрасль выбрасывает вредного метана в атмосферу около 27% в год от общего значения отходов» [18].

«В отличие от хорошо видимого и известного сжигания газа в факелах, в России есть на порядок больший «тихий и невидный» источник – главная «парниковая беда» нашего нефтегазового сектора. Это официально разрешенные выбросы метана при регламентных и ремонтных работах» [20].

«Утечки природного газа имеют 4 составляющих. Более 35 % - потери Газпрома при транспортировке и хранении газа, 20 % его потери при добыче и первичной переработке, 20 % потери организаций- распределителей газа в сетях более низкого давления и 25 % потери конечных потребителей» [20].

«Пилотное обследование Газпромом одного из его подразделений – компании «ГАЗПРОМ добыча ЯМБУРГ», проведенное в 2010-2011 г., показало, что 99,85 % эмиссий метана относится к организованным источникам выбросов. При этом ведущим источником являются технологические свечи (74 %), а остальная часть приходится на арматуру, включая краны, вентили и задвижки» [20].

Показатели по выбросу метана в процессе приёма, хранения СПГ и

отпуска сжатого природного газа потребителям в качестве топлива для транспортных средств на криогенной автозаправочной станции представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Показатели по выбросу метана в процессе приёма, хранения СПГ и отпуска сжатого природного газа потребителям в качестве топлива для транспортных средств на криогенной автозаправочной станции

Показатель	Единица измерения	2015	2016	2017	2018	2019
Валовый выброс метана в атмосферный воздух	т	0,54	0,63	0,69	0,69	0,96
Объём сточных вод	м <sup>3</sup>	711	711	711	711	711
Объём водопотребления	м <sup>3</sup>	81	80	79	83	80

Рассмотрим методы очистки стоков криогенной автомобильной заправочной станции.

Схема очистки сточных вод с территории криогенной автомобильной заправочной станции представлена на рисунке 13.

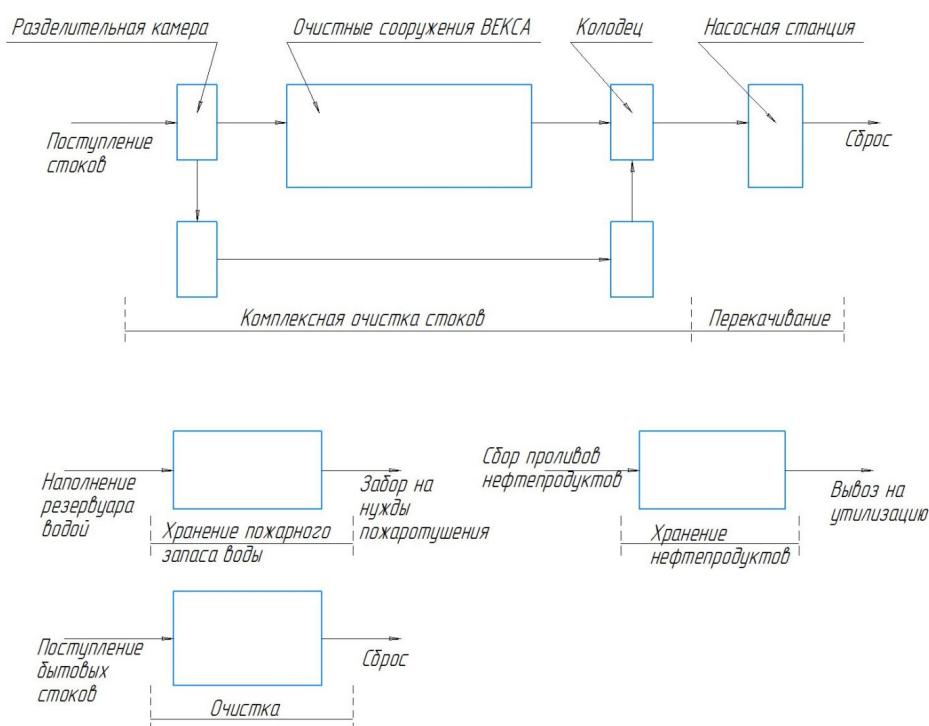


Рисунок 13 - Схема очистки сточных вод с территории криогенной автомобильной заправочной станции

«Для очистки стоков АЗС используют механические, химические, физико-химические и биологические методы очистки» [19].

«Механические методы очистки используются на предварительных этапах очистки стоков и представляют собой процессы выпадения и оседания взвешенных частиц, сепарации и отделения нефтепродуктов, фильтрацию стоков, удаление нефтепродуктов и механических примесей» [19].

«Оборудование, реализующее принципы механической очистки стоков — песколовки, нефтеуловители, тонкослойные отстойники, фильтры первой ступени очистки» [19].

«Физико-химические методы, используемые для очистки стоков АЗС от нефтепродуктов, следующие: напорная флотация, коагуляция, коалесценция, сорбционная фильтрация с использованием природных и синтетических сорбентов» [19].

## 7 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях

План локализации и ликвидации аварий разрабатывается руководителем организации или заместителем технического руководителя филиала.

ПЛА утверждается техническим руководителем эксплуатационной организации (филиала), в подчинении которого находятся исполнители.

Возможные причины аварии – разрыв сварного шва резервуара, газопровода, сквозные коррозионные повреждения резервуара, газопровода, разгерметизация разъемных соединений на резервуаре, газопроводе, технических устройствах, срабатывание предохранительной арматуры и т.п.

На участке криогенной автозаправочной станции предусмотрены следующие мероприятия по предотвращению аварийных ситуаций, обеспечивающие взрыво- и пожаробезопасность АГЗС и поступления сжиженного и сжатого природного газа в атмосферу:

- на участке приёма и хранения СПГ принято герметичное оборудование, исключающее контакт работников с рабочей средой;
- заправка автомобильных баллонов сжатым природным газом выполняется методом задавливания;
- слив криогенных автоцистерн в резервуары базы хранения производится без сброса паров СПГ в атмосферу по замкнутому кругу, жидкая фаза СПГ отбирается из криогенной автоцистерны насосом, а её место занимает паровая фаза, вытесненная из резервуаров базы хранения.

В действиях по ликвидации аварий и пожароопасных ситуаций на участке криогенной автозаправочной станции принимают участие как персонал АГЗС так и при необходимости оперативные подразделения ГПС, ГО и ЧС населённого пункта.

При возникновении пожароопасной ситуации или пожара необходимо остановить эксплуатацию криогенной автозаправочной станции и руководствоваться порядком действий согласно ПЛАС.

При возникновении пожароопасных ситуаций на криогенной автозаправочной станции необходимо:

- отключить электроснабжение технологической системы криогенной автозаправочной станции, кроме электроснабжения системы противопожарной защиты;
- освободить территорию криогенной автозаправочной станции от посетителей и транспортных средств, если включение двигателей последних не послужит причиной появления источника зажигания;
- приступить к локализации и последующей ликвидации пожароопасной ситуации.

При возникновении пожара на криогенной автозаправочной станции необходимо:

- сообщить о пожаре в местный орган ГПС;
- принять меры к освобождению территории криогенной автозаправочной станции от посетителей и транспортных средств;
- приступить к тушению пожара первичными средствами.

При возникновении утечки СПГ из технологической системы АГЗС необходимо провести операции:

- прекратить выдачу сжатого газа потребителям;
- закрыть запорную арматуру линии выдачи топлива;
- провести осмотр и вызвать специалистов для ремонта технологического оборудования СПГ;
- зарегистрировать выполнение ремонтных работ в соответствующем журнале;
- после устранения неисправности начать эксплуатацию криогенной автозаправочной станции.

При возникновении утечки СПГ в месте соединения рукава криогенной автоцистерны с узлом приёма СПГ АГЗС во время заполнения резервуара необходимо провести операции:

- закрыть запорную арматуру автоцистерны;
- уплотнить соединение рукава с трубопроводом налива;
- зарегистрировать выполнение ремонтных работ в соответствующем журнале;
- после устранения неисправности начать эксплуатацию криогенной автозаправочной станции.

При возникновении пожароопасных ситуаций на криогенной автозаправочной станции, которые могут угрожать здоровью и жизни людей, необходимо немедленно приступить к эвакуации людей с территории.

После локализации и ликвидации пожароопасных ситуаций или пожаров на технологическом оборудовании криогенной автозаправочной станции или проведением ремонтных работ перед вводом в эксплуатацию необходимо проведение ревизии этого оборудования с целью определения его соответствия требованиям нормативных документов и технико-эксплуатационной документации.

## 8 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

В качестве мероприятий по сокращению производственного травматизма и минимизации воздействия ОВПФ на оператор-наполнители автомобильных баллонов на криогенной автозаправочной станции МАЗК «Новатэк №4/74» необходимо:

- установить в зоне заправки транспортных средств сжатым газом заправочную колонку с двумя пистолетами-заправщиками для одновременной заправки двух автомобилей с разных сторон;
- модернизировать систему заправки транспортных средств сжатым газом с целью уменьшения воздействия аномального физического состояния воздуха (аэрозольного состава воздуха) путём снижения выброса паров газов при отсоединении заправочного пистолета от баллонов транспортных средств.

План мероприятий по сокращению производственного травматизма и минимизации воздействия ОВПФ на оператора-наполнителя автомобильных баллонов на криогенной автозаправочной станции представлен в таблице 5.

Таблица 5 - План мероприятий по сокращению производственного травматизма и минимизации воздействия ОВПФ на оператора-наполнителя автомобильных баллонов на криогенной автозаправочной станции

Рабочее место	Мероприятия	Цель мероприятий
1	2	3
Оператор-наполнитель автомобильных баллонов	Установить в зоне заправки транспортных средств сжатым газом заправочную колонку с двумя пистолетами-заправщиками для одновременной заправки двух автомобилей с разных сторон	Исключить воздействие движущихся транспортных средств на оператора путём исключения траекторий их движения

Продолжение таблицы 5



1	2	3
	Модернизировать систему заправки транспортных средств сжатым газом	Уменьшение воздействия аномального физического состояния воздуха в рабочей зоне оператора-наполнителя баллонов путём снижения выброса паров газов при отсоединении заправочного пистолета от баллонов транспортных средств

Произведём расчет размера скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве

Данные для расчетов представлены в таблице 6.

Таблица 6 - Данные для расчета экономической эффективности мероприятий по обеспечению безопасности труда

Показатель	усл. обоз.	ед. изм.	2017	2018	2019
1	2	3	4	5	6
Среднесписочная численность работающих	N	чел	12	12	10
Количество страховых случаев за год	K	шт.	0	1	3
Количество страховых случаев за год, исключая со смертельным исходом	S	шт.	0	1	3
Число дней временной нетрудоспособности в связи со страховым случаем	T	дн	0	32	48
Сумма обеспечения по страхованию	O	руб	200000	200000	200000
Фонд заработной платы за год	ФЗП	руб	31000000	33000000	35000000
Число рабочих мест, на которых проведена аттестация рабочих мест по условиям труда	q11	шт	12	12	10
Число рабочих мест, подлежащих аттестации по условиям труда	q12	шт.	12	12	10

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6
Число рабочих мест, отнесенных к вредным и опасным классам условий труда по результатам аттестации	q13	шт.	6	6	5
Число работников, прошедших обязательные медицинские осмотры	q21	чел	10	11	8
Число работников, подлежащих направлению на обязательные медицинские осмотры	q22	чел	12	12	10
Плановый фонд рабочего времени в днях	Ф план	дни	248	248	248
Коэффициент доплат	$k_{допл.}$	%	8/4	8/4	8/4
Продолжительность рабочей смены	T	час	8	8	8
Количество рабочих смен	S	шт	1	1	1

$$a_{cmp} = \frac{O}{V}, \quad (1)$$

где  $O$  – внесение ПАО «Новатэк» за работников на криогенной автозаправочной станции страховых взносов за три года;

$V$  – внесение ПАО «Новатэк» страховых взносов за работников на криогенной автозаправочной станции:

$$V = \sum \PhiЗП \times t_{cmp}, \quad (2)$$

где  $t_{cmp}$  –тариф на страхование для ПАО «Новатэк» от травмирования работников на криогенной автозаправочной станции.

$$V = \sum 3500000 \times 1,2 = 4200000 \text{ руб}$$

$$a_{cmp} = \frac{200000}{4200000} = 0,048$$

Рассчитаем  $V_{стр}$  - количество несчастных случаев с работниками на криогенной автозаправочной станции ПАО «Новатэк», признанных страховыми:

$$v_{cmp} = \frac{K \times 1000}{N}, \quad (3)$$

где  $K$  - число несчастных случаев с работниками криогенной автозаправочной станции ПАО «Новатэк», признанные страховыми;

$N$  – общее количество работников на криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74»;

$$v_{cmp} = \frac{3}{10} = 0,3$$

Рассчитаем  $C_{стр}$  - среднее количество нетрудоспособных дней на один несчастный случай, признанный страховым.

$$C_{cmp} = \frac{T}{S}, \quad (4)$$

где  $T$  – общее число нетрудоспособных дней, признанных страховыми;

$S$  – число несчастных случаев с работниками криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74», которые признаны страховыми;

$$C_{cmp} = \frac{48}{3} = 16$$

Рассчитаем коэффициенты условий труда и проведенных медицинских осмотров в ПАО «Новатэк»:

Произведём расчёт  $q_1$  - коэффициента условий труда на криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74».

$$q_1 = (q_{11} - q_{13}) / q_{12}, \quad (5)$$

где  $q_{11}$  - общее число работников на криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74», которые подверглись оценке условий труда;

$q_{12}$  - общее число работников на криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74»;

$q_1$  - общее число работников на криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74», которые работают во вредных условиях труда;

Произведём расчёт  $q_2$  – коэффициента проведения медицинских осмотров работников на криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74».

$$q_1 = \frac{10-8}{10} = 0,2$$

$$q_2 = q_{21}/q_{22} \quad , \quad (6)$$

где  $q_{21}$  - число работников на криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74», направленные на проведения медицинских осмотров;

$q_{22}$  - общее число работников на криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74».

$$q_2 = \frac{8}{10} = 0,8$$

Рассчитаем размер скидки на страхование:

$$C(\%) = 1 - \left( \frac{\frac{a_{cmp} + b_{cmp} + c_{cmp}}{a_{езд} + b_{езд} + c_{езд}}}{3} \right) \times q_1 \times q_2 \times 100 \quad , \quad (7)$$

$$C(\%) = \left[ (0,048/0,06 + 0,3/0,41 + 16/65,61) / 3 \right] \times 0,2 \times 0,8 \times 100 = 9,46$$

Рассчитаем страховой тариф на 2020 г. с учетом скидки на страхование:

$$t_{cmp}^{2020} = t^{2019} - t^{2019} \times C \quad (8)$$

$$t_{cmp}^{2020} = 1,2 - 1,2 \times 0,0946 = 1,086$$

$$V^{2020} = \Phi 3 \Pi^{2019} \times t_{cmp}^{2019} \quad (9)$$

$$V^{2020} = 3500000 \times 1,086 = 3802654 \text{ руб.},$$

Рассчитаем экономию ПАО «Новатэк» на страховании работников на криогенной автозаправочной станции:

$$\mathcal{E} = V^{2020} - V^{2019} \quad (10)$$

$$\mathcal{E} = 4200000 - 3802654 = 397346 \text{ руб. ,}$$

Произведём расчёт снижения уровня травматизма, профессиональной заболеваемости по результатам выполнения плана мероприятий по улучшению условий, охраны труда и промышленной безопасности

Данные для расчетов представлены в таблице 7.

Таблица 7 - Данные для расчета социально-экономической эффективности мероприятий по обеспечению безопасности труда

Наименование показателя	усл.обозн.	ед. измер.	Данные	
			1	2
численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям	Ч <sub>и</sub>	чел.	5	1
годовая среднесписочная численность работников	ССЧ	чел.	10	10
Число пострадавших от несчастных случаев на производстве	Чнс	чел.	3	1
Количество дней нетрудоспособности в связи с несчастными случаями	Днс	дн	48	14
Плановый фонд рабочего времени в днях	Фплан	дни	248	248
Число пострадавших от несчастных случаев на производстве	Чнс	чел.	3	1
Ставка рабочего	T <sub>чс</sub>	руб/час	121	11
Коэффициент доплат	k <sub>доп.</sub>	%	8	4
Продолжительность рабочей смены	T	час	8	8
Количество рабочих смен	S	шт	1	1
страховой тариф по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний	t <sub>страх</sub>	%	1,2	1,086

Рассчитаем изменения числа работников на криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74», работающих во вредных условиях труда:

$$\Delta\text{Ч}_i = \text{Ч}_i^6 - \text{Ч}_i^п, \quad (11)$$

где  $\text{Ч}_i^6$  — общее число работников на криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74», которые работают во вредных условиях труда, до улучшения условий труда;

$\text{Ч}_i^п$  — общее число работников на криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74», которые работают во вредных условиях труда, после улучшения условий труда.

$$\Delta\text{Ч}_i = 5 - 1 = 4 \text{ чел.}$$

Рассчитаем коэффициент частоты травматизма после улучшения условий труда:

$$\Delta\text{Кч} = 100\% - (\text{Кч}^п / \text{Кч}^6) \times 100\% = 100\% - (100/300) \times 100\% = 66,67\%, \quad (12)$$

где  $\text{Кч}^6$  — коэффициент частоты травматизма работников на криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74», которые работают во вредных условиях труда, до улучшения условий труда;

$\text{Кч}^п$  — коэффициент частоты травматизма работников на криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74», которые работают во вредных условиях труда, после улучшения условий труда.

$$K_q = \frac{1000 \times \text{Ч}}{\text{ССЧ}}, \quad (13)$$

где  $\text{Ч}$  — число несчастных случаев на производстве среди работников на криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74»,

$\text{ССЧ}$  — общее число работников на криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74».

$$K_{ч.б} = \frac{1000 \times Ч}{ССЧ} = \frac{1000 \times 3}{10} = 300$$

$$K_{ч.пр} = \frac{1000 \times Ч}{ССЧ} = \frac{1000 \times 1}{10} = 100$$

Рассчитаем коэффициент тяжести травматизма работников на криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74», которые работают во вредных условиях труда, после улучшения условий труда:

$$\Delta K_m = 100 - \frac{K_m^n}{K_m^б} \times 100, \quad (14)$$

где  $K_m^б$  — коэффициент тяжести травматизма работников на криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74», которые работают во вредных условиях труда, до улучшения условий труда;

$K_m^n$  — коэффициент тяжести травматизма работников на криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74», которые работают во вредных условиях труда, после улучшения условий труда.

$$\Delta K_m = 100 - \frac{14}{16} \times 100 = 12,5$$

Рассчитаем коэффициент тяжести травматизма работников на криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74», которые работают во вредных условиях труда, после улучшения условий труда:

$$K_m = \frac{Д_{нс}}{Ч_{нс}}, \quad (15)$$

где  $Ч_{нс}$  — число несчастных случаев среди работников на криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74»,

$Д_{нс}$  — общее число нетрудоспособных дней, признанных страховыми.

$$K_m^б = \frac{48}{3} = 16 \text{ чел.},$$

$$K_m^6 = \frac{14}{1} = 14 \text{ чел.}$$

Произведём оценку снижения размера выплаты льгот, компенсаций работникам организации за вредные и опасные условия труда

Рассчитаем среднюю дневную зарплату работников на криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74»:

$$\square_{\square} ЗПЛ_{\text{дн}} = \frac{T_{\text{чс}} \times T \times S \times (100 + k_{\text{доп}})}{100}, \quad (16)$$

где  $T_{\text{чс}}$  – часовая ставка работников на криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74»;

$k_{\text{доп.}}$  – коэффициент доплат на криогенной автозаправочной станции к основной зарплате;

$T$  – продолжительность рабочей смены на криогенной автозаправочной станции;

$S$  – количество смен на криогенной автозаправочной станции.

$$\begin{aligned} ЗПЛ_{\text{днб}} &= \frac{T_{\text{чсб}} \times T \times S \times (100 + k_{\text{доп}})}{100} = \text{руб.} \\ \frac{121 \times 8 \times 1 \times (100 + (25 + 8 + 30))}{100} &= 1577,84 \text{ руб.}; \\ ЗПЛ_{\text{днт}} &= \frac{T_{\text{чсб}} \times T \times S \times (100 + k_{\text{доп}})}{100} = \text{руб.} \\ \text{руб.} \frac{111 \times 8 \times 1 \times (100 + (15 + 4 + 30))}{100} &= 1323,12 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Рассчитаем экономию средств ПАО «Новатэк» за счет снижения заработной платы, и за счёт снижения числа работников на криогенной автозаправочной станции, работающих во вредных условиях труда:



$$\begin{aligned} \text{Э}_3 = \Delta\text{Ч}_i \times \text{ЗПЛ}_{\text{год}}^6 - \text{Ч}_{i}^n \times \text{ЗПЛ}_{\text{год}}^n = 4 \times 422608,66 - 1 \times \\ \times 341259,11 = 1349175,53 \text{ руб.}, \end{aligned} \quad (17)$$

где  $\Delta\text{Ч}_i$  — снижения числа работников на криогенной автозаправочной станции, которые работают во вредных условиях труда, до улучшения условий труда;

$\text{ЗПЛ}_{\text{год}}^6$  — средняя годовая зарплата данного работника на криогенной автозаправочной станции, до улучшения условий труда;

$\text{Ч}_{i}^n$  — снижения числа работников на криогенной автозаправочной станции, которые работают во вредных условиях труда, после улучшения условий труда;

$\text{ЗПЛ}_{\text{год}}^n$  — средняя годовая зарплата данного работника на криогенной автозаправочной станции, после улучшения условий труда.

Средняя годовая заработная плата работников на криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74», которые работают во вредных условиях труда, до улучшения условий труда:

$$\text{ЗПЛ}_{\text{год}} = \text{ЗПЛ}_{\text{год}}^{\text{осн}} + \text{ЗПЛ}_{\text{год}}^{\text{доп}}, \quad (18)$$

$$\text{ЗПЛ}_{\text{год}}^6 = \text{ЗПЛ}_{\text{год}6}^{\text{осн}} + \text{ЗПЛ}_{\text{год}6}^{\text{доп}} = 391304,32 + 31304,35 = 422608,67 \text{ руб.};$$

$$\text{ЗПЛ}_{\text{год}}^n = \text{ЗПЛ}_{\text{год}n}^{\text{осн}} + \text{ЗПЛ}_{\text{год}n}^{\text{доп}} = 328133,76 + 13125,35 = 341259,11 \text{ руб.}$$

Средняя зарплата данного работника на криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74»:

$$\text{ЗПЛ}_{\text{год}}^{\text{осн}} = \text{ЗПЛ}_{\text{дн}} \times \Phi_{\text{пл}}, \quad (19)$$

где  $\text{ЗПЛ}_{\text{дн}}$  — средняя дневная зарплата одного работника АГЗС «Новатэк №4/74» за день, руб.;

$\Phi_{\text{пл}}$  — плановый фонд рабочего времени на 2020 год, дни.

$$ЗПЛ_{годб}^{осн} = ЗПЛ_{днб} \times \Phi_{пл} = 1577,84 \times 248 = 391304,32 \text{ руб.};$$

$$ЗПЛ_{годп}^{осн} = ЗПЛ_{днп} \times \Phi_{пл} = 1323,12 \times 248 = 328133,76 \text{ руб.}$$

Средняя дополнительная зарплата работников на криогенной автозаправочной станции:

$$ЗПЛ_{год}^{доп} = \frac{ЗПЛ_{год}^{осн} \times k_d}{100}, \quad (20)$$

где  $k_d$  – коэффициент отношения основной зарплаты к дополнительной.

$$ЗПЛ_{годб}^{доп} = \frac{ЗПЛ_{годб}^{осн} \times k_d}{100} = \frac{391304,32 \times 8}{100} = 31304,35 \text{ руб.};$$

$$ЗПЛ_{годп}^{доп} = \frac{ЗПЛ_{годп}^{осн} \times k_d}{100} = \frac{328133,76 \times 4}{100} = 13125,35 \text{ руб.}$$

Рассчитаем годовой экономический эффект на криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74» от улучшения условий труда:

$$\mathcal{E}_r = \mathcal{E}_{стр} + \mathcal{E}_z = 397346 + 1349175,53 = 1746521,53 \text{ руб.} \quad (21)$$

Рассчитаем срок окупаемости затрат ПАО «Новатэк» на улучшение условий труда:

$$T_{ед} = Z_{ед} / \mathcal{E}_r = 950000 / 1746521,53 = 0,54 \text{ года.} \quad (22)$$

Рассчитаем коэффициент эффективности затрат на улучшение условий труда оператора-наполнителя баллонов транспортных средств криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74»:

$$E = 1 / T_{ед} = 1 / 0,54 = 1,85 \text{ год}^{-1} \quad (23)$$

Произведём оценку производительности труда в связи с улучшением условий и охраны труда в организации.

Рассчитаем изменение полезного фонда рабочего времени при улучшении условий труда оператора-наполнителя баллонов транспортных средств криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74»:

$$\Delta \Phi = \Phi^{np} - \Phi^b = 1642,57 - 1523,83 = 118,74 \quad (24)$$

где  $\Phi^b$  – фонд рабочего времени до улучшения условий труда оператора-наполнителя баллонов транспортных средств криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74»;

$\Phi^{np}$  – фонд рабочего времени после улучшения условий труда оператора-наполнителя баллонов транспортных средств криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74».

Рассчитаем фактический годовой фонд рабочего времени оператора-наполнителя баллонов транспортных средств криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74»:

$$\Phi = \Phi_{\text{план}} - \Pi_{\text{рв}}, \quad (25)$$

где  $\Phi_{\text{план}}$  – плановый фонд рабочего времени за 2020 год;

$\Pi_{\text{рв}}$  – потери рабочего времени, ч.

$$\Phi_b = \Phi_{\text{план}} - \Pi_{\text{рвб}} = 1979 - 455,17 = 1523,83 \text{ ч};$$

$$\Phi_n = \Phi_{\text{план}} - \Pi_{\text{рен}} = 1979 - 336,43 = 1642,57 \text{ ч}.$$

Потери рабочего времени:

$$\Pi_{\text{рв}} = \Phi_{\text{план}} \times k_{\text{прв}}, \quad (26)$$

где  $k_{прв}$  – коэффициент потерь рабочего времени.

$$П_{реб} = \Phi_{план} \times k_{реб} = 1979 \times 0,23 = 455,17 \text{ ч};$$

$$П_{рвп} = \Phi_{план} \times k_{рвп} = 1979 \times 0,17 = 336,43 \text{ ч}.$$

Фактический годовой фонд рабочего времени оператора-наполнителя баллонов транспортных средств криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74» увеличится.

## Заключение

Цель ВКР - повышение энергоэффективности и безопасности на криогенной автозаправочной станции достигнута.

Всё применяемое на криогенной автомобильной газовой заправочной станции оборудование сертифицировано имеет разрешение Ростехнадзора РФ на применение.

Рассматривая статистику производственного травматизма на криогенной автозаправочной станции МАЗК «Новатэк №4/74» можно сделать вывод, что в особой группе риска находятся оператор-наполнители автомобильных баллонов (половина всех случаев травматизма), особенно при проведении работ по отпуску топлива потребителям, при этом причинами травмирования данных работников являются:

- неправильно организованное движение автотранспортных средств по территории зоны заправки транспортных средств сжатым газом;
- пересечение путей движения транспортных средств и оператора-наполнителя, который передвигается от одной заправочной колонки до другой.

В качестве мероприятий по сокращению производственного травматизма и минимизации воздействия ОВПФ на оператор-наполнителя автомобильных баллонов на криогенной автозаправочной станции МАЗК «Новатэк №4/74» необходимо:

- установить в зоне заправки транспортных средств сжатым газом заправочную колонку с двумя пистолетами-заправщиками для одновременной заправки двух автомобилей с разных сторон;
- модернизировать систему заправки транспортных средств сжатым газом с целью уменьшения воздействия аномального физического состояния воздуха (аэрозольного состава воздуха) путём снижения выброса паров газов при отсоединении заправочного пистолета от баллонов транспортных средств.

Операторы, подменные операторы, машинист насосного оборудования и слесарь по обслуживанию КИПиА обеспечены качественной спецодеждой, спецобувью и защитными средствами в соответствии с отраслевыми типовыми нормами.

Приведённое в патенте на криогенную автомобильную заправочную станцию сжиженного природного газа общества с ограниченной ответственностью «Инновационно-исследовательский центр «Стирлинг-Технологии» №RU2300716С1 устройство возвращения паров, соединяющими емкостью для хранения сжиженного природного газа и заправочный пистолет решит поставленные задачи по повышению безопасности криогенной **автомобильной заправочной станции.**

Безопасность проведения работ на криогенной АГЗС регламентируется Приказом Федеральной службы экологическому, технологическому и атомному надзору от 26 ноября 2018 года N 588 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности объектов сжиженного природного газа» и Правилами безопасности при проектировании и эксплуатации систем приема, хранения, заправки и газификации сжиженного природного газа на объектах потребителя, утверждённые начальником Федерального горного и промышленного надзора России (Госгортехнадзор России).

В процессе приёма, хранения СПГ и отпуска сжатого природного газа потребителям в качестве топлива для транспортных средств на криогенной автозаправочной станции случаются выбросы загрязняющих веществ в виде метана в атмосферу.

В основном выбросы метана в окружающую среду на криогенной автозаправочной станции происходят в следующих случаях:

- при разгерметизации шлангов и трубопроводов в процессе слива криогенных автоцистерн в резервуары базы хранения;
- при разгерметизации шлангов и трубопроводов на участке приёма и хранения СПГ;

- при заправке автомобильных баллонов сжатым природным газом.

Разработан план мероприятий по сокращению производственного травматизма и минимизации воздействия ОВПФ на оператора-наполнителя автомобильных баллонов на криогенной автозаправочной станции.

Годовой экономический эффект на криогенной автозаправочной станции «Новатэк №4/74» от улучшения условий труда оператора-наполнителя автомобильных баллонов составил 1746521,53 рублей.

## Список используемых источников

1. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 30.12.2001 N197-ФЗ URL: <http://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения: 20.01.2020).
2. О специальной оценке условий труда [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 28.12.2013 N 426-ФЗ URL: <http://docs.cntd.ru/document/499067392> (дата обращения: 25.03.2020).
3. Об утверждении Межотраслевых правил по охране труда при эксплуатации нефтебаз, складов ГСМ, стационарных и передвижных автозаправочных станций [Электронный ресурс] : Постановление Минтруда РФ от 6 мая 2002 г. № 33.URL: <https://altsi.ru/docs/rules-labour-safety-tank-farms-azs/dangerous-harmful-production-factors-operating-workers.php> (дата обращения: 30.01.2020)
4. Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением [Электронный ресурс] : Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 22 июня 2009 г. N 357н.URL: <http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/56/56480/> (дата обращения: 12.02.2020).
5. Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности объектов сжиженного природного газа [Электронный ресурс] : Приказ Федеральной службы экологическому, технологическому и атомному надзору от 26 ноября 2018 года N 588.URL: [https://mtk-exp.ru/userfiles/files/Prikaz\\_RTN\\_OPO\\_SPG.pdf](https://mtk-exp.ru/userfiles/files/Prikaz_RTN_OPO_SPG.pdf) (дата обращения: 12.02.2020).
6. Положение об организации обучения и проверки знаний рабочих организаций, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору [Электронный ресурс] : Приказ



Ростехнадзора от 29.01.2007 № 37.URL: <https://tk-servis.ru/news/1449644068> (дата обращения: 13.02.2020).

7. Об утверждении рекомендаций по организации работы службы охраны труда в организации [Электронный ресурс] : Постановление Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 8 февраля 2000 года N 14.URL: <http://docs.cntd.ru/document/901758673> (дата обращения: 18.03.2020).

8. Об утверждении Межотраслевых нормативов численности работников службы охраны труда в организациях [Электронный ресурс] : Постановление Минтруда России от 22.01.2001 N 10. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901789123> (дата обращения: 12.02.2020).

9. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.0.003-2015. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения: 24.03.2020).

10. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением [Электронный ресурс] : ПБ-10-115-96. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200001077> (дата обращения: 12.04.2020).

11. Системы управления охраной труда. Общие требования [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.0.230-2007. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200052851> (дата обращения: 26.02.2020).

12. Система управления охраной труда в организации. Общие требования по разработке, применению, оценке и совершенствованию[Электронный ресурс] : ГОСТ Р 12.0.007-2009. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071037> (дата обращения: 12.03.2020).

13. Правила безопасности при проектировании и эксплуатации систем приема, хранения, заправки и газификации сжиженного природного газа на объектах потребителя [Электронный ресурс]. URL:[http://marcap.pф/download/gbo/pb\\_lng.pdf](http://marcap.pф/download/gbo/pb_lng.pdf) (дата обращения: 18.03.2020).

14. Автозаправочные станции. Общие положения [Электронный

ресурс]. URL: <http://proofoil.ru/Petrochemical/Petrochemical1.html> (дата обращения: 09.03.2020).

15. Криогенная автозаправочная станция (криоАЗС) [Электронный ресурс]. URL: <https://neftegaz.ru/tech-library/azs-pzs-i-dr-oborudovanie-i-uslugi-dlya-ispolzovaniya-nefteproduktov-i-gaza/142239-kriogennaya-avtozapravochnaya-stantsiya-krioazs/jr/> (дата обращения: 22.03.2020).

16. Криогенная автомобильная заправочная станция сжиженного природного газа [Электронный ресурс]. URL: [https://yandex.ru/patents/doc/RU2300716C1\\_20070610](https://yandex.ru/patents/doc/RU2300716C1_20070610) (дата обращения: 21.03.2020).

17. Инструкция по эксплуатации колонок для отпуска сжатого природного газа «ШЕЛЬФ...CNG» [Электронный ресурс]. URL: [https://www.everest-74.ru/upload/shop\\_5/1/3/1/item\\_13148/shop\\_property\\_file\\_13148\\_5171.pdf](https://www.everest-74.ru/upload/shop_5/1/3/1/item_13148/shop_property_file_13148_5171.pdf) (дата обращения: 25.03.2020).

18. Каким образом газ влияет на природу [Электронный ресурс]. URL: <https://fabricators.ru/article/kakim-obrazom-gaz-vliyaet-na-prirodu> (дата обращения: 02.04.2020).

19. Очистка стоков АЗС [Электронный ресурс]. URL: <https://www.voda.ru/articles/ochistnye-azs/metody-ochistki-vody> (дата обращения: 12.04.2020).

20. Меры по снижению в России выбросов парниковых газов и приоритеты работы российских неправительственных организаций [Электронный ресурс]. URL: <https://pandia.ru/text/80/405/1438-3.php> (дата обращения: 02.04.2020).

21. Технологические системы, предназначенные для использования при строительстве автомобильных газозаправочных станций, участков СУГ [Электронный ресурс]. URL: <https://propane-butane.ru/assets/files/2/sug/7-Tehnologicheskie-sistemy-Spravochnik-SUG-Gazovik-compressed.pdf>. (дата обращения: 02.04.2020).

22. Safe handling of cryogenic liquids.[electronic resource]. URL: <http://www.airproducts.com/~media/Files/PDF/company/safetygram-16.pdf> (date

of application: 07.03.2020).

23. Cryogenic gas filling station (CryoGFS). [electronic resource]. URL: <http://www.cryogas.ru/en/gaz-toplivo/krioazs/> (date of application: 09.03.2020).

24. Cryogenic Gas Risks. [electronic resource]. URL: <https://www.boconline.co.uk/en/health-and-safety/gas-safety/gas-risks/cryogenic-gas-risks/index.html> (date of application: 01.03.2020).

25. For liquefied gases. [electronic resource]. URL: <https://cryostar.com/datas-pdf/booklet/en/CRYOGENIC-RECIPROCATING-PUMPS%20FOR-LIQUEFIED-GASES-web.pdf> (date of application: 01.03.2020).

26. Cryogenic and Compressed Gas Safety. [electronic resource]. URL: <https://uwaterloo.ca/safety-office/training/cryogenic-and-compressed-gas-safety> (date of application: 03.03.2020).