

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 балакавриата

(наименование кафедры)

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 обслуживания газового оборудования на примере эксплуатации компрессорной установки в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области»

Студент

С.А. Разуваткина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.п.н., доцент С.А. Сухарева

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

Консультанты

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

Тольятти 2020

Аннотация

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ОБЪЕКТ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ, СЖИЖЕННЫЙ ГАЗ, СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ
РАБОТАЮЩИХ, ОПАСНЫЕ И ВРЕДНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ
ФАКТОРЫ, УСЛОВИЯ ТРУДА.

В процессе работы проводились экспериментальные исследования анализа процесса безопасности при обслуживании газового оборудования на примере эксплуатации компрессорной установки в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области».

В результате исследований было предложено в качестве решения применение инфракрасного газоанализатора согласно патенту №191610 RU.

Степень внедрения – предлагаемое техническое решение признано соответствующим техническим решением для дальнейшего внедрения в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области».

Эффективность предлагаемого решения характеризуется повышением производственной безопасности работ при обслуживании газового оборудования на примере эксплуатации компрессорной установки в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области».

Содержание

Термины и определения.....	4
Введение.....	5
1 Технологический процесс при обслуживании газового оборудования на примере эксплуатации компрессорной установки в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области».....	6
2 Идентификация опасных и вредных производственных факторов при обслуживании газового оборудования на примере эксплуатации компрессорной установки в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области».....	10
3 Анализ системы управления охраной труда в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области».....	12
4 Анализ производственного травматизма и профзаболеваний, мероприятия по снижению травматизма при эксплуатации компрессорной установки.....	14
5 Сравнительный анализ существующих методов предупреждения, снижения травматизма.....	18
6 Предлагаемые мероприятия по безопасности технологического процесса при обслуживании газового оборудования на примере эксплуатации компрессорной установки в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области».....	20
7 Охрана труда.....	24
8 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	25
9 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях.....	30
10 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	34
Заключение.....	45
Список используемых источников.....	47

Термины и определения

Компрессорная установка – «это совокупность компрессора, привода и вспомогательного оборудования (газоохладителя, осушителя сжатого воздуха и т. д.)» [22].

Пылеуловитель мультициклонный предназначен для очистки газа от механических примесей или конденсата.

Газоперекачивающий агрегат (ГПА) – «устройство, предназначенное для сжатия природного газа на компрессорных станциях газопроводов и подземных хранилищ» [24].

Аппараты воздушного охлаждения – это «теплообменное устройство, применяющиеся в целях охлаждения газов, жидкостей или парогазожидкостных смесей при помощи воздуха, который движется по оребрѐнным» [1].

Газоопасные работы – «работы, выполняемые в загазованной среде, или при которых возможен выход газа» [23].

Газоанализатор – «анализатор для определения качественного и количественного состава смесей газов. Различают газоанализаторы ручного действия и автоматические» [2].

Инфракрасный газоанализатор – «электрооптический прибор, включающий в себя одинарный или двойной источник инфракрасного излучения и один или несколько инфракрасных приемников, отделенных от источника измерительным оптическим трактом, на котором происходит спектральное поглощение излучения определяемым компонентом» [5].

Введение

Целью исследования является знакомство с процессом обслуживания газового оборудования на примере эксплуатации компрессорной установки в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области» и способах обеспечения безопасности при обслуживании газового оборудования.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- рассмотреть технологический процесс обслуживания оборудования;
- провести идентификацию опасных и вредных производственных факторов при обслуживании газового оборудования;
- дать анализ системы управления охраной труда в части;
- провести анализ травматизма и профзаболеваний;
- провести сравнительный анализ существующих методов предупреждения, снижения травматизма;
- предложить мероприятие по безопасности технологического процесса при обслуживании газового оборудования на примере эксплуатации компрессорной установки в спасательной части;
- составить документированную процедуру по охране труда;
- разработать документированную процедуру по идентификации экологических аспектов отходов на производстве;
- проанализировать способы защиты в чрезвычайных и аварийных ситуациях;
- оценить эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Объектом исследования является деятельность компрессорной установки в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области». Предметом исследования – процесс обеспечения производственной безопасности.

1 Технологический процесс при обслуживании газового оборудования на примере эксплуатации компрессорной установки в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области»

Рассмотрим технологическую схему компрессорной установки в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области» на рисунке 1.

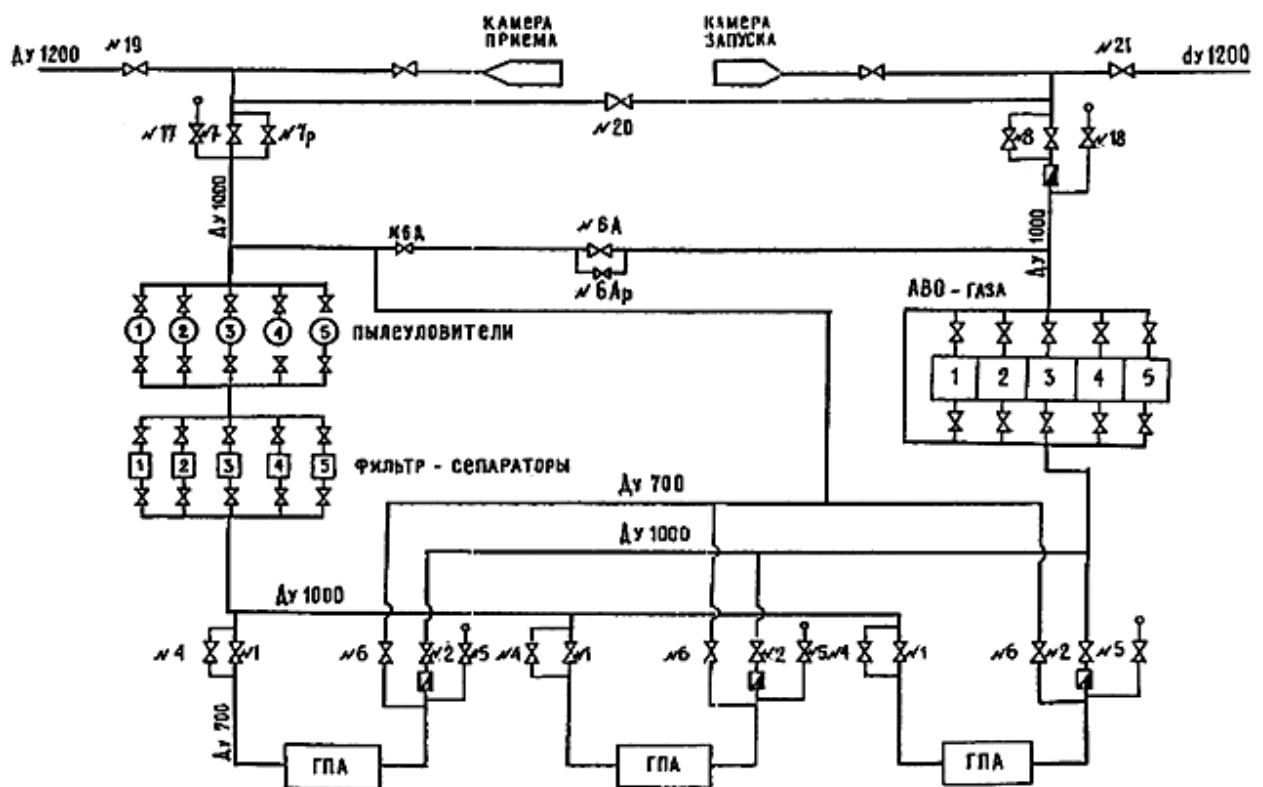


Рисунок 1 – Технологическая схема компрессорной установки в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области»

Компрессорная установка в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области» включает в себя следующее оборудование:

1. Пылеуловитель мультициклонного типа ГП-105 – 8 шт.
2. Газоперекачивающий агрегат ГПА-Ц-6,3/56 – 4 шт.
3. Аппараты воздушного охлаждения газа АВЗ-Ж-14,6-64-Б1-БЗТ/8-1-6 – 5 шт.

4. Блок подготовки и редуцирования топливного и пускового газа БТПГ-2 – 2 шт.

5. Блок подготовки импульсного газа – 1 шт.

Компрессорная станция имеет общий для обоих цехов склад ГСМ, состоящий из двух емкостей для отработанного масла, четырех емкостей для чистого турбинного масла и емкость для слива масла с ГПА при авариях, а также насосную ГСМ, предназначенную для закачки масла на ГПА и очистки масла в емкостях склада ГСМ.

Основные технические характеристики компрессорной установки в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области»:

- производительность, отнесенная к 20°C и 760 мм.рт.ст. – 11×10^6 м³/сутки.
- производительность по условия всасывания – 196 м³/мин.
- давление всасывания – 38,6 кг/см².
- давление нагнетания – 56 кг/см².
- мощность на валу свободной турбины (номинальная – 6,3 МВт, минимальная – 3,1 МВт).
- частота вращения ротора нагнетателя и свободной турбины (номинальная – 8200 об/мин, максимальная – 8500 об/мин, минимальная – 6150 об/мин).
- расчетное повышение температуры газа на номинальном режиме – 35°C.
- габаритные размеры (длина – 12,35 м, ширина – 5,0 м, высота – 8,755 м).

Основной задачей системы технической обслуживания является выполнение установленных программ эксплуатации, обслуживания и ремонта оборудования ГКС. Рационально организованная служба по техническому обслуживанию и ремонту ГПА увеличивает долговечность агрегатов, уменьшает количество отказов и улучшает экономические показатели работы агрегатов на КС, и в целом, повышает надежность и

качество эксплуатируемого оборудования всей ГТС, снижает эксплуатационные затраты.

Сущность системы плановых и предупредительных ремонтов заключается в проведении через определенный срок профилактических осмотров и различных плановых ремонтов, чередование и периодичность которых определяются условиями эксплуатации данной установки.

Важнейшие экономические показатели системы – структура и длительность ремонтного цикла, длительность межремонтных периодов.

Структурой ремонтного цикла называется перечень видов ремонта и последовательность их выполнения в период между капитальными ремонтами и между вводом в эксплуатацию оборудования и первым капитальным ремонтом.

Длительность межремонтного периода – это время непрерывной работы оборудования между очередными плановыми ремонтами.

Длительность ремонтного цикла – это время между двумя капитальными ремонтами или между вводом в эксплуатацию после монтажа и первым капитальным ремонтом. Длительность ремонтного цикла и межремонтных периодов зависит от условий работы оборудования и типа оборудования.

Продолжительность ремонтного цикла определяется сроком службы тех основных механизмов, узлов и деталей оборудования и аппаратуры, замена и ремонт которых могут быть выполнены во время полной разработки. Продолжительность межремонтного периода определяется сроками службы быстроизнашивающихся деталей.

Положением системы ППР предусматриваются следующие виды ремонта:

- технический осмотр (ТО);
- средний ремонт (СР) или текущий ремонт (ТР);
- капитальный ремонт (КР);
- внеплановый ремонт (ВР) [4].

Технический осмотр. Техническим осмотром называют работы, которые проводят ежедневно на работающем агрегате с целью проверки состояния оборудования и обнаружения дефектов. Дефекты фиксируют в дефектной ведомости для последующего устранения мелких неисправностей при плановой остановке и для выявления объема работ, подлежащих выполнению при очередном плановом ремонте.

Текущий ремонт. Текущим ремонтом называют «наименьший по объему комплекс ремонтных работ, при котором обеспечиваются нормальная эксплуатация ГПА до очередного планового ремонта. Во время текущего ремонта устраняют неисправности путем замены или восстановления отдельных составных частей (быстроизнашивающихся деталей). Текущий ремонт выполняют эксплуатационные службы» [6].

Средний ремонт. Средним ремонтом называют комплекс ремонтных работ с частичной разработкой агрегата. При нем контролируют техническое состояние основного оборудования, выявляют или устраняют поврежденные части с обеспечением нормальной эксплуатации до очередного капитального ремонта. Средний ремонт выполняют ремонтные службы.

Капитальный ремонт. «Капитальным ремонтом называют наибольший по объему комплекс ремонтных работ, который выполняют при достижении предельных величин износа основных деталей и узлов оборудования; он связан с полной разборкой, ремонтом или замены всех износившихся деталей и узлов оборудования» [25].

2 Идентификация опасных и вредных производственных факторов при обслуживании газового оборудования на примере эксплуатации компрессорной установки в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области»

Идентификация опасных и вредных производственных факторов при обслуживании газового оборудования на примере эксплуатации компрессорной установки в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области» представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Идентификация опасных и вредных производственных факторов при обслуживании газового оборудования на примере эксплуатации компрессорной установки в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области»

Обслуживание газового оборудования			
Наименование операции, вида работ	Наименование оборудования	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Наименование опасного и вредного производственного фактора и наименование группы, к которой относится фактор
1	2	3	4
Проведение технологических переключений	Запорная арматура	Запорная арматура	«Смеси углеводородов/химический Общая вибрация/физический Пониженная температура воздуха в производственных помещениях и на открытой территории/физический Шум/физический. Пожаро и взрывоопасность нефтепродукта и его паров, высокое давление нефтепродукта» [21].
Работы по обслуживанию и ремонту	Компрессорная установка	Компрессорная установка	«Пониженная температура воздуха в производственных помещениях и на открытой территории/физический Высота/физический Электрическое и магнитное поле промышленной частоты (50 Гц) /физический Производственный шум/физический» [21].

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Работы, непосредственно связанные с применением легковоспламеняющихся и взрывчатых материалов	Запорная арматура, насосы	ЛВЖ, металл	«Смеси углеводородов/химический Общая вибрация/физический Химические вещества, оказывающие вредное воздействие на репродуктивную функцию/химический Производственный шум/физический Аэрозоли металлов (образовавшиеся в процессе сухой шлифовки) /химический Пониженная температура воздуха в производственных помещениях и на открытой территории/химический Физические перегрузки /психофизиологический» [21].
Работы по проведению технического обслуживания запорной арматуры	Запорная арматура	Запорная арматура	«Загазованность рабочей зоны, Смеси углеводородов/химический. Пожаро и взрывоопасность нефтепродукта и его паров, высокое давление нефтепродукта в трубопроводе/физический Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов, оборудования, машин, механизмов/физический» [21].

Таким образом, основными вредными факторами, действующими на работников компрессорной установки в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области» являются: «смеси углеводородов/химический, общая вибрация/физический, производственный шум/физический, пожаро и взрывоопасность нефтепродукта и его паров, высокое давление нефтепродукта» [21].

3 Анализ системы управления охраной труда в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области»

С возрастанием объемов производственного процесса на компрессорной установке спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области», возросло и количество человек, подвергающихся вредным факторам. Это требует незамедлительной модернизации в первую очередь технологического процесса, а также работы по общему уменьшению количества вредных и опасных факторов, действующих на работников. Для этого необходима покупка нового оборудования, средств индивидуальной защиты, модернизация средств коллективной защиты, а также обучение специалистов и работников рабочих профессий методам безопасной работы и первой помощи.

Требования к политике по охране труда в организации установлены в п. 4.1 раздела 4 ГОСТ 12.0.230–2007 [20] и в п. 5.1.1 ГОСТ 12.0.230.1–2015 [21]. Согласно их положениям, политика по охране труда должна быть такой, как она отражена на рисунке 2.

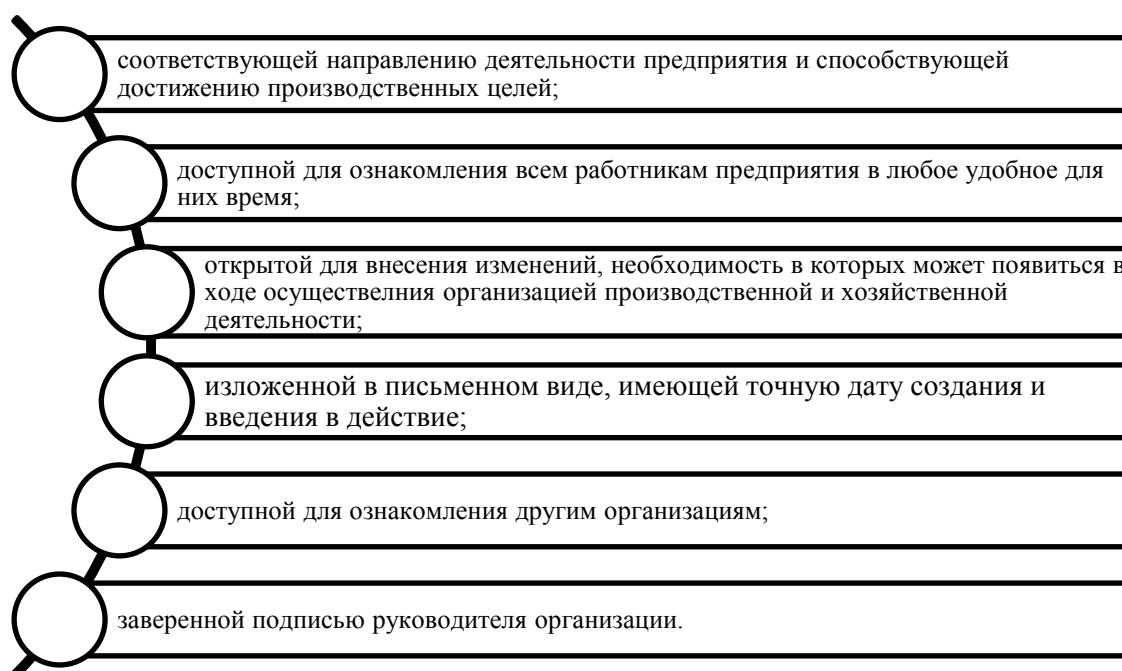


Рисунок 2 – Требования к политике по охране труда в организации

СУОТ в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области» регламентирует единые требования по:

- порядку обучения по ОТ, аттестации и допуска к самостоятельной работе;
- порядку составления инструкций по ОТ, по профессиям и видам работ;
- организации и проведению 6–ти уровневому производственного контроля за соблюдением требований охраны труда и промышленной безопасности;
- расследованию и учету несчастных случаев на производстве;
- планированию мероприятий по ОТ;
- планированию и обеспечению работников средствами индивидуальной защиты и предохранительными приспособлениями [3].

Особое внимание уделяется обучению работников по безопасному проведению специальных работ, подконтрольных органам исполнительной власти специально уполномоченным в области промышленной безопасности (Госгортехнадзор РФ):

- огневые работы;
- газоопасные работы;
- обслуживание сосудов, работающих под давлением;
- обслуживание грузоподъемных механизмов.

4 Анализ производственного травматизма и профзаболеваний, мероприятия по снижению травматизма при эксплуатации компрессорной установки

Рассмотрим данные по производственному травматизму, компрессорной установки в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области» за последние 5 лет в таблице 2 (учтены также травмы легкой степени тяжести, полученные работниками).

Таблица 2 – Данные по производственному травматизму компрессорной установки в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области»

Год	Число случаев производственного травматизма, ед
2015	0
2016	0
2017	0
2018	2
2019	0

Рассчитаем коэффициенты травматизма на предприятии с учетом того, что в 2018 году произошло 2 травмы, приведшие к 66 дням нетрудоспособности.

Расчет коэффициента частоты несчастного случая проводим по следующей формуле:

$$K_{ч} = \frac{\sum m \times 1000}{N} \quad (1)$$

где $\sum m$ – записывается число всех пострадавших за отчетный период с начала года. $\sum m = 2$ человека;

N – среднесписочная численность работающих берется из расчета суммы списочной численности работающих на каждый месяц отчетного периода, деленного на количество месяцев в этот период.

$$K_{ч} = \frac{2 \times 1000}{250} = 8$$

Коэффициент тяжести травматизма:

$$K_T = \frac{Д}{m} \quad (2)$$

где Д – число человеко–дней нетрудоспособности, равное 66.

m – число травм зарегистрированных за отчетный период.

$$K_T = \frac{66}{2} = 33$$

Коэффициент частоты несчастного случая со смертельным исходом:

$$K_{чсм} = \frac{k \times 1000}{N} \quad (3)$$

где k – число пострадавших со смертельным исходом с начала года, для любого из перечисленных периодов k составляет 0 человек.

$$K_{чсм} = \frac{0 \times 1000}{250} = 0$$

Затраты по возмещению вреда в расчете на одного пострадавшего:

$$\sum C = \frac{C}{m} \quad (4)$$

где С – сумма затрат по возмещению ущерба пострадавшим, в т.ч. пособие по временной нетрудоспособности, единовременные пособия, расходы на медицинскую реабилитацию и пр., составившие в 2017 году 10000 руб.

$$\sum C = \frac{10000}{1} = 10000 \text{ руб.}$$

Данная сумма предполагается на одного травмированного работника. Динамика коэффициента частоты несчастных случаев отражена в таблице 3.

Таблица 3 – Динамика коэффициента частоты несчастных случаев

Год	Общее число несчастных случаев на предприятии (m)	Среднесписочная численность работников (N)	Коэффициент частоты в расчете на 1000 рабочих
2015	0	242	0
2016	0	249	0
2017	0	259	0
2018	2	250	17,86
2019	0	238	0

Итак, пиковая частота случаев травматизма наблюдалась в 2018 г., в предыдущих и последующих годах производственный травматизм не наблюдается. Рост травматизма в 2018, связан с противоправными действиями других лиц.

Приказом Гострудинспекции от 28.06.2018 № 359 «Об отнесении деятельности работодателей–юридических лиц и работодателей – физических лиц зарегистрированных в установленном порядке в качестве индивидуальных предпринимателей и осуществляющих деятельность без образования юридического лица, к категории значительного риска» [11] деятельность компрессорной установки в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области» отнесена к категории значительного риска.

Показатель тяжести потенциальных негативных последствий возможного несоблюдения юридическим лицом обязательных требований при осуществлении деятельности компрессорной установки в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области» на момент принятия решения составил 0,899.

При определении значения коэффициента устойчивости было учтено, что 10.06.2018 г. на компрессорной установке в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области» произошел тяжелый

несчастный случай на производстве. При наличии тяжелого несчастного случая за год, предшествующий текущему, данный показатель принимается равным 0,4. Так же при определении коэффициента устойчивости было учтено наличие административных наказаний за нарушение трудового законодательства, при котором применяется коэффициент 0,1.

Таким образом, показатель потенциального риска причинения вреда P , определяемый по формуле:

$$P = ПВ \cdot M + K_y \quad (5)$$

Принят равным:

$$P = 0,57 \cdot 0,7 + 0,5 = 0,399 + 0,5 = 0,899$$

Согласно п.24 Положения о федеральном государственном надзоре за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, утвержденного постановлением правительства Российской Федерации от 01.09.2012 № 875 (далее Положение № 875) [10], спасательной частью №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области» было подано в установленном порядке в федеральную инспекцию труда заявление об изменении присвоенной ранее их деятельности категории риска.

5 Сравнительный анализ существующих методов предупреждения, снижения травматизма

При обслуживании газового оборудования на компрессорной установке спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области» существует необходимость для определения концентрации метана и других газообразных углеводородов. Необходимы устройства, которые могут быть использованы для измерения объемной концентрации метана и паров регазифицированного сжиженного природного газа.

Известен газоанализатор, содержащий газовый датчик, подключенный к электронному блоку питания, управления и внешней коммутации [15]. Недостатками данного газоанализатора являются относительно большое значение временного отклика $\tau_{90} > 10$ с, поскольку молекулы анализируемого газа поступает к газовому датчику за счет молекулярной диффузии, а также невозможность детектировать анализируемые газы при температуре ниже -40°C , так как газовый датчик и электронный блок питания, управления и внешней коммутации не защищены от неблагоприятного воздействия низких температур. Величина временного отклика τ_{90} определяется как время, необходимое для регистрации объемной концентрации газовой смеси на уровне 90% от конечного значения после ее быстрого изменения.

Известен газоанализатор с сенсорным модулем, включающим газовый датчик, плату для предварительной обработки аналогового сигнала, усилитель, аналого–цифровой преобразователь, микроконтроллер, и вторичный микропроцессор, считывающий информацию с выхода сенсорного модуля [16]. Недостатками этого газоанализатора являются большое значение $\tau_{90} > 10$ с, а также невозможность анализировать газы при температуре ниже -40°C , так как газовый датчик, микроконтроллер и вторичный микропроцессор не защищены от неблагоприятного воздействия низких температур [7].

Известен газоанализатор токсичных, радиоактивных и горючих газов,

содержащий датчик радиоактивности и набор съемных газовых сенсоров, расположенных в газовом канале с внешним обогревателем для устранения конденсации влаги, внутренний измеритель температуры газов, пылевой фильтр на входе в газовый канал, на выходе из которого установлен побудитель расхода газа, и электронный модуль, включающий платы питания, интерфейса и внешней коммутации для питания и управления [17].

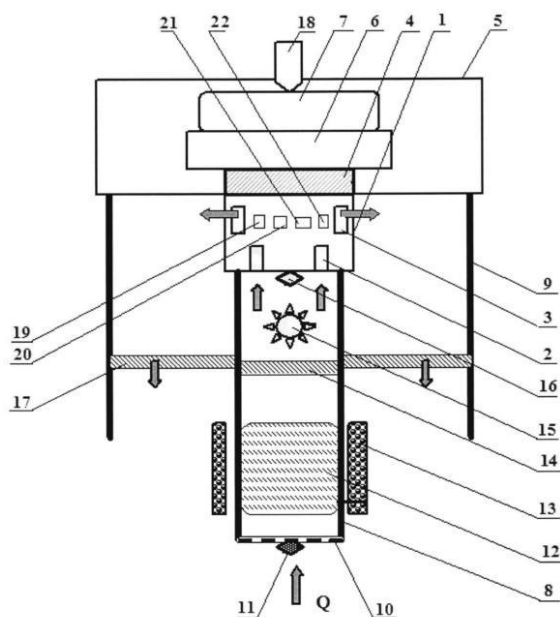
Недостатками этого газоанализатора являются относительно большое значение $\tau_{90} \geq 15-30$ с для используемых термокаталитического, полупроводникового и/или электрохимического сенсоров токсичных и горючих газов, а также невозможность их детектировать при температуре ниже -40°C [13].

Известен инфракрасный газоанализатор для измерения объемной концентрации метана и других газообразных углеводородов, включающий инфракрасный оптический датчик, содержащий корпус с отверстиями для входа и выхода анализируемого газа, инфракрасный светодиод, интерференционные фильтры для выделения опорной и рабочих длин волн инфракрасного излучения, расположенную по ходу инфракрасного излучения светодиода измерительную газовую кювету, установленные за ней фотоприемники инфракрасного излучения опорного и рабочего измерительных каналов, электронный модуль, с усилителем сигналов, стабилизатором питания, управляющим микропроцессором и коммуникационную плату с устройством внешней коммутации, стабилизированного питания, управляющим микропроцессором и интерфейсом с формирователем цифровых сигналов [18].

Недостатками этого инфракрасного газового анализатора являются относительно большая величина $\tau_{90} \approx 10$ с, вследствие диффузионного отбора газа в измерительную газовую кювету оптического инфракрасного датчика, а также невозможность анализировать газы при температуре ниже -40°C и генерация ложных сигналов при существенном градиенте температуры инфракрасного оптического датчика $dT/dt \geq 2-3$ град/мин.

6 Предлагаемые мероприятия по безопасности технологического процесса при обслуживании газового оборудования на примере эксплуатации компрессорной установки в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области»

При обслуживании газового оборудования на компрессорной установке спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области» предлагается применение инфракрасного газоанализатора [14] для определения концентрации метана и других газообразных углеводородов, который используется для измерения объемной концентрации метана и паров регазифицированного сжиженного природного газа (рисунок 3).



«(1 – инфракрасный оптический датчик, 2 – отверстие для входа анализируемого газа, 3 – отверстие для выхода анализируемого газа, 4 – электронный блок управления, 5 – цилиндрический корпус, 6 – коммуникационная плата, 7 – дополнительная плата управления, 8 – внутренняя коаксиальная цилиндрическая труба, 9 – внешняя коаксиальная цилиндрическая труба, 10 – защитная сетка, 11 – измеритель наружной температуры анализируемого газа, 12 – пористый металлический наполнитель, 13 – цилиндрическая электропечь, 14 – аэрозольный фильтр, 15 – побудитель расхода анализируемого газа, 16 – измеритель внутренней температуры, 17 – пылевой фильтр, 18 – разъем для подключения внешних цепей, 19 – инфракрасный светодиод, 20 – интерференционные фильтры, 21 – газовая кювета с фокусирующими линзами инфракрасного излучения, 22 – фотоприемники инфракрасного излучения опорного и рабочего измерительных каналов)» [14].

Рисунок 3 – Принципиальная схема инфракрасного газоанализатора [14]

Инфракрасный газоанализатор работает следующим образом. Побудитель расхода 15 непрерывно аспирирует анализируемый газ в инфракрасный газоанализатор последовательно через защитную сетку 10, пористый металлический наполнитель 12 и аэрозольный фильтр 14 в отверстия 2 инфракрасного оптического датчика 1. Его расход составляет $Q=2,5-5$ литр/мин. Это позволяет обеспечить доставку углеводородной смеси через входные 2 и выходные 3 отверстия в измерительную газовую кювету инфракрасного оптического датчика 21 в течение $0,15-0,3$ с в зависимости от величины Q .

Метан и другие углеводородные газы детектируются путем измерения избирательного поглощения молекулами метана инфракрасного излучения с рабочей длиной волны $3,31$ мкм. Инфракрасное излучение светодиода проходит через измерительную газовую кювету 21 и попадает на два фотоприемника 22, один из которых регистрирует только излучение в диапазоне длин волн $3,31$ мкм, а другой в диапазоне длин волн $3,5-3,7$ мкм. Исследуемый газ, находящийся в измерительной газовой кювете 21, поглощает излучение рабочей длины волны и не влияет на излучение опорной длины волны $3,65$ мкм. В измерительную газовую кювету 21 анализируемая проба газа поступает через отверстия 2 и 3 в корпусе инфракрасного оптического датчика 1 за счет создания принудительного потока конвективной диффузии побудителем расхода 15, скорость которой существенно превышает скорость переноса молекул метана за счет молекулярной диффузии с коэффициентом диффузии $D_{CH_4} \approx 0,2$ см²/с в нормальных условиях.

Цилиндрическая электропечь 13 для нагревания углеводородной смеси в газовом канале подключена к дополнительной управляющей плате 7, содержащей стабилизированный источник ее питания, соединенный обратной связью с анализатором показаний измерителей наружной 11 и внутренней 16 температуры анализируемого газа и управляемый микропроцессором для регулировки мощности электропечи 13 с целью

поддержания заданной температуры нагрева анализируемого газа более 5°C перед подачей в отверстия 2. Нагрев аспирационного газа осуществляется при пониженной температуре, когда ее величина снаружи газоанализатора согласно показаниям измерителя 11 опускается до $-(20-100)^{\circ}\text{C}$. При температуре ниже -40°C функциональные характеристики чувствительного инфракрасного оптического датчика 1 нарушаются, а при температуре более 60°C датчик разрушается. Максимальная температура анализируемой пробы газа не превышает 60°C .

Измерение температуры газа снаружи инфракрасного газового анализатора осуществляется датчиком 11, а его концентрация регистрируется электронным блоком 4 и дополнительной платой управления 7 с микропроцессором с передачей данных через разъем 18 на внешний компьютер на расстояние до 1200 м с использованием интерфейса RS-485.

Проводилось исследование между инфракрасным оптическим датчиком 1 модели МІРЕХ-02-1-ІІ-2.1(А)-ОПТОСЕНС (который являлся прототипом) и рассматриваемой моделью датчика согласно патенту 191610 RU.

Сравнение характеристик заявленного инфракрасного газоанализатора с прототипом показывает, что удалось расширить функциональные возможности заявленной конструкции путем непрерывного измерения внешней температуры анализируемого газа (в прототипе этой функции нет) и расширения в (2-2,5) раза низкотемпературного диапазона измерения флуктуирующих значений объемной концентрации метана и других газообразных углеводородов от -40°C (по прототипу) до $-(80-100)^{\circ}\text{C}$, а также повысить точность ее анализа путем уменьшения величины временного отклика с $\approx 10\text{ с}$ (по прототипу) до менее 1 с. Кроме того, в отличие от прототипа удалось исключить варьирование градиента температуры инфракрасного оптического датчика за счет стабилизации температуры анализируемого газа и, соответственно, устранить генерацию его ложных сигналов при $dT/dt > 2-3$ град/мин и конденсации влаги.

В отличие от прототипа в заявленном устройстве создана система регистрации внешней температуры анализируемого газа. Измерение температуры снаружи инфракрасного газового анализатора непрерывно осуществляется измерителем внешней температуры и регистрируется дополнительной управляющей платой с микропроцессором и с непрерывной передачей данных на удаленный до 1200 м компьютер. Это позволяет осуществлять одновременное дистанционное измерение распределений концентрации и температуры в потенциально опасных облаках и выбросах метановоздушной смеси.

Металлический пористый наполнитель, расположенный во внутренней трубе газового канала предназначен не только для оптимизации условий равномерного нагревания анализируемого газа, но и для его предварительной очистки от грубодисперсных аэрозольных примесей. За металлическим пористым наполнителем размещен аэрозольный фильтр для защиты инфракрасного оптического датчика от проникновения тонкодисперсных аэрозольных частиц (пыль, дым, туман), поскольку рассеивание и/или поглощение инфракрасного излучения аэрозольными частицами в измерительной газовой кювете может существенно влиять на точность измерения объемной концентрации метана и паров регазифицированного СПГ с генерацией ложных сигналов. На выходе внешней трубы газового канала размещен пылевой фильтр для защиты инфракрасного оптического датчика от проникновения аэрозольных примесей (пыль, дым, туман), которые могут существенно влиять на точность измерения объемной концентрации газообразных углеводородов из-за рассеивания и поглощения инфракрасного излучения аэрозольными частицами [19].

В результате решается техническая проблема, на решение которой направлена заявляемая полезная модель: повышение безопасности эксплуатации компрессорной установки и унификация конструкции инфракрасного газоанализатора и расширение его функциональных возможностей.

7 Охрана труда

Разработаем документированную процедуру по охране труда на компрессорной установке спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области». Отразим ее на рисунке 4.

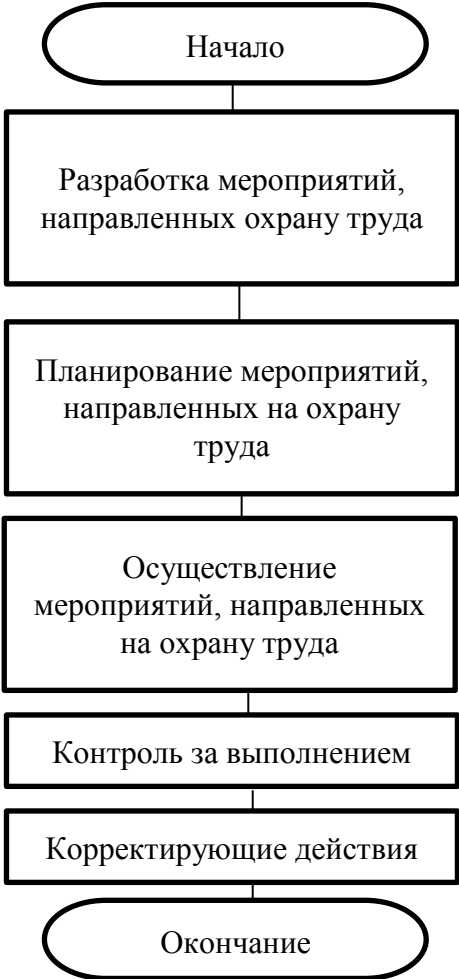
Входные данные	Операции процесса	Выходные данные	Примечания
 <p>Законодательные и иные НПА и ТНПА</p>	 <pre> graph TD Start([Начало]) --> Dev[Разработка мероприятий, направленных охрану труда] Dev --> Plan[Планирование мероприятий, направленных на охрану труда] Plan --> Impl[Осуществление мероприятий, направленных на охрану труда] Impl --> Control[Контроль за выполнением] Control --> Corr[Корректирующие действия] Corr --> End([Окончание]) </pre>	<p>Внутренние стандарты мероприятий по ОТ</p> <p>План мероприятий по повышению безопасности</p> <p>Должностные инструкции по охране труда</p> <p>Технологические карты, бланки отчетов и прочая дополнительная документация</p>	

Рисунок 4 – Документированная процедура по охране труда

Как видно из разработанной процедуры, основными мероприятиями, являются их разработка, планирование, непосредственное осуществление, контроль за исполнением, а также внедрение корректирующих действий.

8 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

На территории спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области» при эксплуатации допускается временное накопление опасных отходов до их вывоза на обезвреживание и переработку. Временное накопление отходов осуществляется на специально оборудованных для этого площадках, в технологических емкостях, в условиях, исключающих возможность их попадания в природную среду и вредного воздействия на людей. Отходы от вырубки зеленых насаждений по мере образования, без промежуточного хранения на строительной площадке, вывозятся на переработку специализированным предприятиям.

Отходы производства, подлежащие передаче на переработку, накапливаются в металлическом контейнере емкостью 0,25м³. По мере накопления транспортной партии отходы передаются на переработку на предприятия. Мусор от бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный), замасленная ветошь собираются в металлический стандартный контейнер 0,75м³ и передаются (ежедневно в летнее время и 1 раз в 3 дня зимой) специализированному предприятию для вывоза на полигон по договору.

Площадка для мусоросборников выполняется в первую очередь в полном объеме и включает в себя два вида контейнеров: для отдельного сбора медицинских и бытовых отходов.

Поскольку концентрации всех загрязняющих веществ в расчетных точках ниже предельно-допустимых величин, мероприятия, направленные на снижение концентрации выбросов ЗВ в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области» носят рекомендательный характер:

- соблюдение технологии производственных работ;
- соблюдение границ территории, отведенной под производственный процесс;
- контроль за техническим состоянием транспорта, обеспечение

качественной и своевременной регулировки и ремонта двигателей, топливной аппаратуры.

С целью определения степени воздействия объекта на прилегающие жилые территории при эксплуатации проектируемого объекта необходимо организовать контроль за основными параметрами окружающей среды путем создания постоянных постов или маршрутных пунктов контроля. Контроль ведется в режиме мониторинга с периодичностью и по программе, утвержденной органами Роспотребнадзора и Росприроднадзора. Контроль осуществляется специальными службами с проведением анализов аккредитованными лабораториями. Предприятием заполняется план–график контроля за соблюдением нормативов ПДВ от источников выброса загрязняющих веществ по согласованию с местным отделом Росприроднадзора.

Благодаря постоянным капитальным вложениям в сферу охраны окружающей среды, руководство спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области» поддерживает уровень безопасной эксплуатации объекта. В последние годы на компрессорной станции спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области» разработаны и внедрены мероприятия по охране окружающей среды, рассмотрим некоторые из них.

1. Внедрение без продувочной системы удаления конденсата из пылеуловителей.

Существовавшая схема удаления конденсата имела ряд недостатков, таких как:

- большой расход газа на продувку пылеуловителей (более 40.000 м³/месяц);
- выброс через продувочную свечу на почву и в атмосферу остатков конденсата;

– из-за постоянного использования системы продувки, запорная арматура системы быстро выходила из строя из-за эрозионного износа, в следствии чего были постоянные утечки газа.

Внедрение беспродувочной системы удавления конденсата позволило:

- резко сократить выбросы продувочного газа (3.000 м³/сутки);
- устранено попадание остатков конденсата в атмосферу;
- из-за того, что система работает при нормально– открытых задвижках, не происходит их износа, что увеличивает срок их эксплуатации.

2. Внедрение очистных сооружений ливневой канализации компрессорного цеха.

Существовавшая система сбора ливневых вод ГКС состояла из нескольких самодельных нефтеловушек, и не справлялась с очисткой вод от нефтепродуктов, поступающих по кабельным каналам от ГПА.

Благодаря строительству очистных сооружений в компрессорном цехе, удалось в несколько раз сократить количество выбросов нефтесодержащих веществ.

3. Оборудование площадки для слива нефтепродуктов из автоцистерн в емкости склада ГСМ.

Склад горюче–смазочных материалов и автозаправочная станция спроектированы и построены по старым нормам и требованиям, в следствии чего не было предусмотрено строительство площадки для автоцистерны слива нефтепродуктов. Во время слива ГСМ из автоцистерны часто возникают случаи разлива нефтепродуктов на землю (во время прицепа–отцепа сливного шланга). Строительство площадки с аварийной емкостью позволило сократить случаи пролива нефтепродуктов на землю при сливе ГСМ из автоцистерн и увеличить безопасность при работе склада ГСМ и автозаправочной станции.

4. Строительство автомобильной мойки.

Строительство автомобильной мойки с закрытым циклом водоснабжения и водоочистки позволило существенно сократить расход воды на помывку автомобилей и значительно снизить выбросы вредных веществ в сточные воды. Разработаем документированную процедуру по обращению с отходами в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области». Отразим ее на рисунке 5.

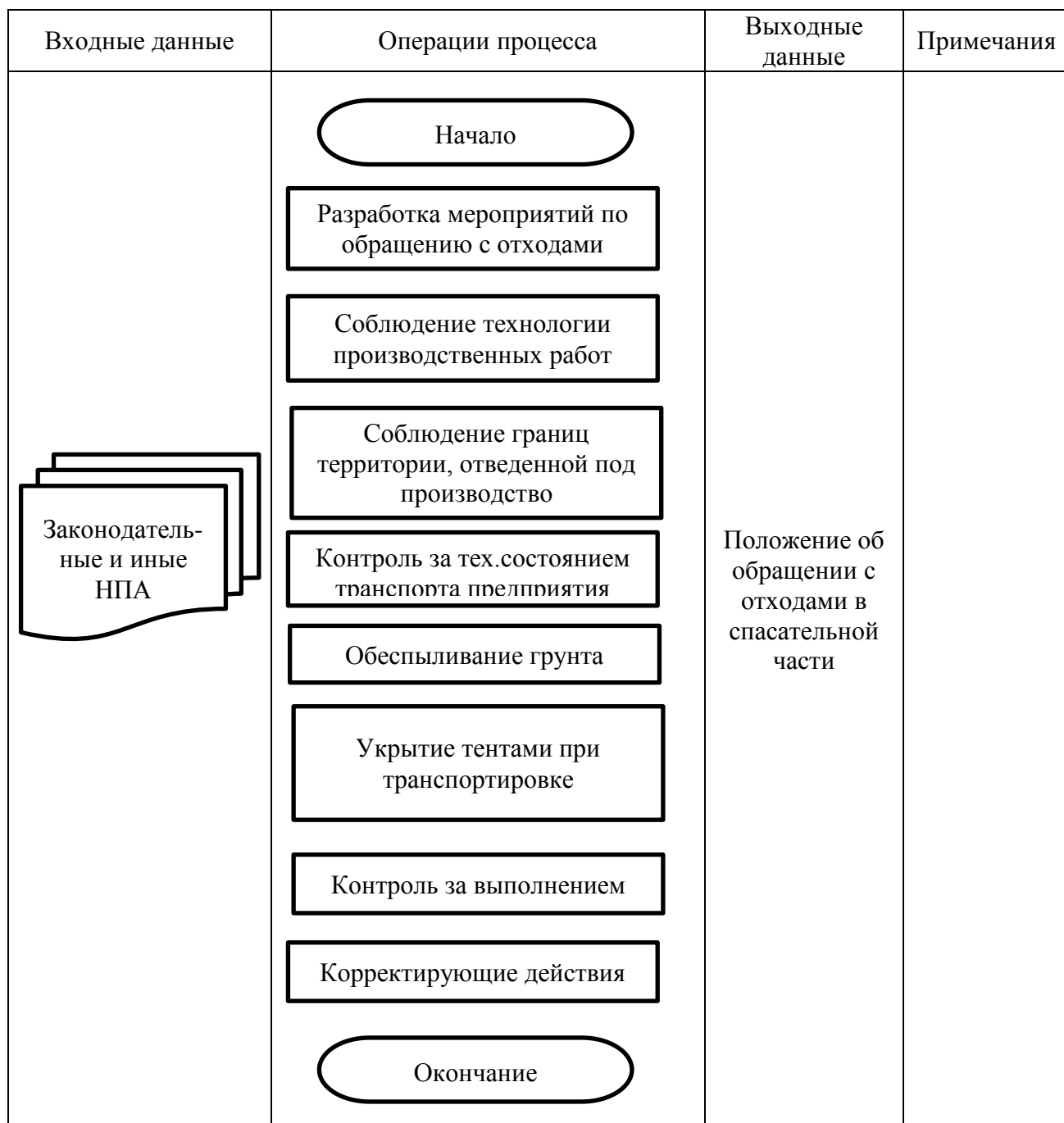


Рисунок 5 – Документированная процедура по обращению с отходами в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области»

Контроль за выполнением мероприятий по охране окружающей среды включает:

- контроль полноты проектной, разрешительной и нормативной экологической документации, имеющейся у подрядных организаций;
- контроль утвержденных площадей отвода и целевого использования земель;
- контроль производства работ в водо-охраных зонах, прибрежно-защитной полосе и зоне санитарной охраны;
- контроль технического состояния и периодичности отладки автотранспорта с целью минимизации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- контроль выполнения мероприятий по сохранению объектов растительного и животного мира;
- контроль выполнения мероприятий по предотвращению возникновения и активизации опасных экзогенных геологических процессов и гидрологических явлений;
- контроль мероприятий по предотвращению аварий;
- контроль выполнения мероприятий по ликвидации последствий при аварийных проливах нефтепродуктов;
- контроль выполнения мероприятий по учету, хранению, переработке и утилизации отходов.

Для контроля указанных мероприятий, лица, ответственные за охрану окружающей среды на предприятии регулярно контролируют выполнение работ и отдельных технологических операций.

9 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях

В спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области» возможны технологические нарушения по следующим причинам:

- «отклонения технологических параметров: давления, температуры, расхода, концентрации, скорости реакции, теплоты реакции, изменение фазового состояния, загрязнение;
- спонтанные реакции: полимеризация, неконтролируемые процессы, внутренний взрыв, разложение;
- неисправности систем обеспечения: электрической, подачи воздуха или азота, водоснабжения, охлаждения, теплообмена, вентиляции» [9].

Также аварии в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области» возможны вследствие ошибок эксплуатационного персонала, либо в виду внешнего воздействия.

«Основными факторами возникновения и развития технических причин являются неудовлетворительное состояние технических устройств, зданий и сооружений, а также несовершенство технологий или конструктивные недостатки. К организационным причинам относятся: нарушение технологии производства работ, неправильная организация производства работ, неэффективность производственного контроля, умышленное отключение средств защиты, сигнализации или связи, низкий уровень знаний требований промышленной безопасности, нарушение производственной дисциплины, неосторожные (несанкционированные) действия исполнителей работ» [9].

ПЛАС предусматривает следующие мероприятия. Отраженные на рисунке 6.

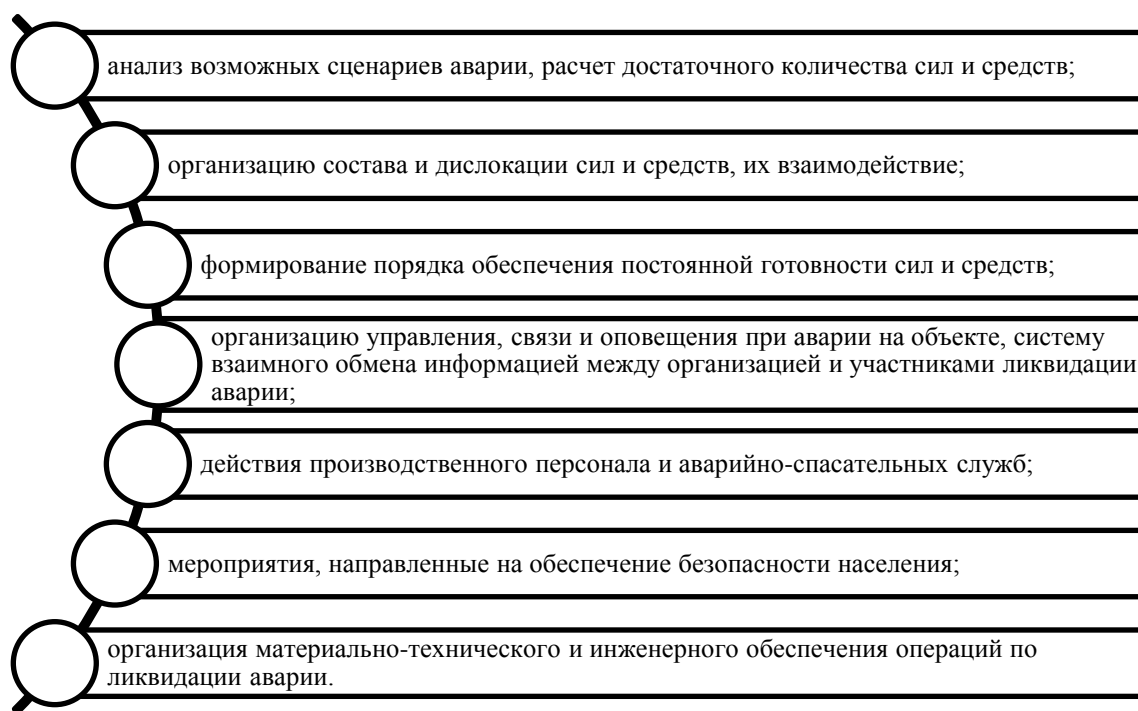


Рисунок 6 – Мероприятия, предусмотренные ПЛАС

«Каждая авария может иметь несколько стадий развития и при определенных условиях может быть локализована или перейти на более высокий уровень (с большей степенью действия поражающих факторов). Для каждой стадии развития аварии устанавливается соответствующий уровень («А», «Б» и «В»). На уровне «А» авария характеризуется ее развитием в пределах одного ОПО или его составляющей. На уровне «Б» авария характеризуется ее выходом за пределы ОПО или его составляющей и развитием ее в пределах границ предприятия. На уровне «В» авария характеризуется развитием и выходом ее поражающих факторов за пределы границ предприятия. Порядок действий персонала по локализации и ликвидации аварий и их последствий приводится в оперативной части Плана локализации и ликвидации аварий (далее ПЛА)» [9].

Согласно статье 10 ФЗ 116–ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», спасательная часть №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области», обязана:

- «планировать и осуществлять мероприятия по локализации и

ликвидации последствий аварий

- заключать с профессиональными аварийно-спасательными службами или с профессиональными аварийно-спасательными формированиями договоры на обслуживание, а в случаях, предусмотренных законодательством Российской Федерации, создавать собственные профессиональные аварийно-спасательные службы или профессиональные аварийно-спасательные формирования, а также нештатные аварийно-спасательные формирования из числа работников;
- иметь резервы финансовых средств и материальных ресурсов для локализации и ликвидации последствий аварий;
- обучать работников действиям в случае аварии или инцидента;
- создавать системы наблюдения, оповещения, связи и поддержки действий в случае аварии и поддерживать указанные системы в пригодном к использованию состоянии» [9].

Структура плана эвакуации в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области»:

- общие положения. В них кратко указывается нормативная база, отмечается, что инструкция обязательна для всех работников предприятия;
- сообщение о пожаре/аварии. Перечисляются признаки возгорания, порядок информирования противопожарных служб, вышестоящих руководителей, сотрудников;
- действия персонала при эвакуации. В этом разделе приводится перечень мер, которые необходимо осуществить для минимизации возгорания, защиты жизни, здоровья людей – обесточивание помещений, применение СИЗ и т.д. Здесь же перечисляются требования к действиям дежурного сотрудника, руководителям структурных подразделений, ответственного за пожарную безопасность, фиксируется место сбора на улице;

– использование первичных средств пожаротушения. В данном разделе коротко описывается расположение, порядок применения углекислотных и порошковых огнетушителей, внутренних пожарных кранов и т.д. Указывается, для каких ситуаций нужны те или иные средства, как их привести в действие.

Действия работников спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области» при поисково-спасательных и аварийно-спасательных работах отражена на рисунке 7.

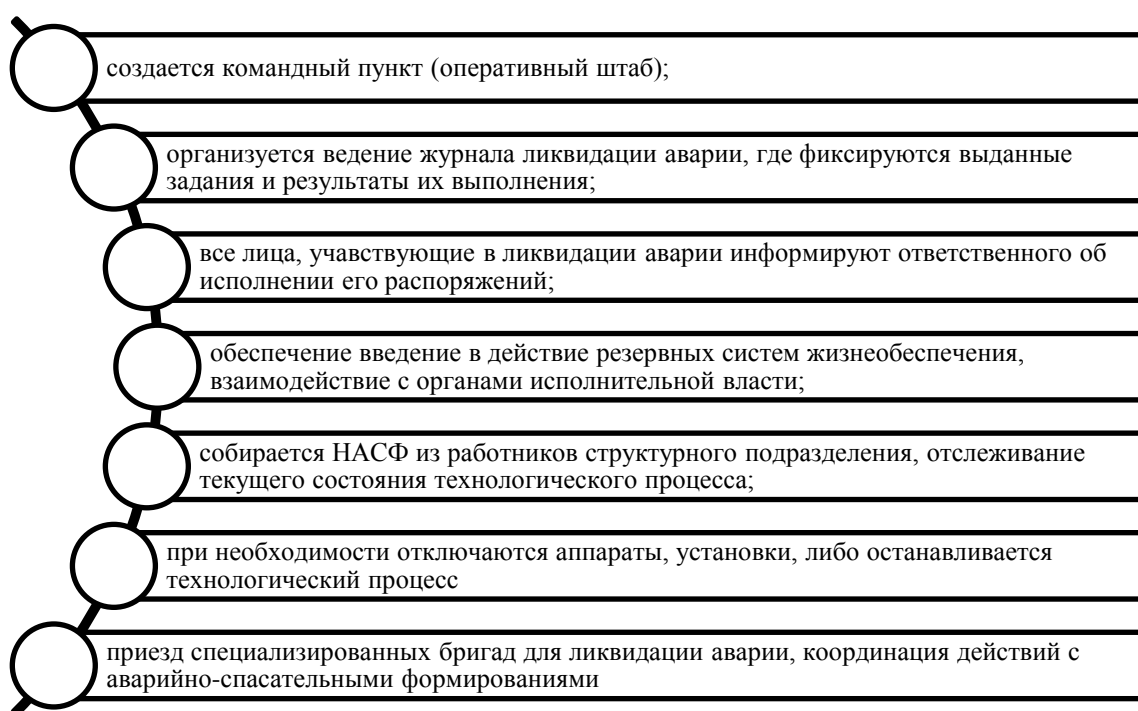


Рисунок 7 – Действия работников спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области» при поисково-спасательных и аварийно-спасательных работах

Итак, поисково-спасательные работы – это действия по спасению людей, материальных и культурных ценностей на территориях, на водных объектах, на транспорте, ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного характера. Средства индивидуальной защиты персонала спасательной части для локализации и ликвидации последствий аварий содержатся в определенных планом местах на территории организации.

10 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

«После проведения всех мероприятия по оценке состояния условий труда, составим план по их улучшению в таблице 4» [8].

Таблица 4 – План мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков

Наименование структурного подразделения, рабочего места	Наименование мероприятия	Цель мероприятия	Срок выполнения	Структурные подразделения, привлекаемые для выполнения
Работа и обслуживание газового оборудования	Применение инфракрасного газоанализатора	Эффективность предлагаемого решения характеризуется повышением производственной безопасности работ при обслуживании газового оборудования	15.01.2020–01.05.2020	Участок газового хозяйства Отдел охраны труда

Рассмотрим исходные данные для расчета в таблице 5.

Таблица 5 – Данные для расчета размера скидки (надбавки) к страховому тарифу

Показатель	усл. обоз.	ед. изм.	Данные по годам		
			2017	2018	2019
1	2	3	4	5	6
«Среднесписочная численность работающих» [8].	N	чел	134	140	141
«Количество страховых случаев за год» [8].	K	шт.	3	2	2
«Количество страховых случаев за год, исключая со смертельным исходом» [8].	S	шт.	3	2	2
«Число дней временной нетрудоспособности в связи со страховым случаем» [8].	T	дни	32	19	16
«Фонд заработной платы за год» [8].	ФЗП	млн. руб.	2,68	3,5	3,81

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6
«Число рабочих мест, на которых проведена аттестация рабочих мест» [8].	q11	шт.	134	140	141
«Число рабочих мест, подлежащих аттестации» [8].	q12	шт.	0	0	0
«Число рабочих мест, отнесенных к вредным и опасным классам условий труда» [8].	q13	шт.	134	140	141
«Число работников, подлежащих направлению на обязательные медицинские осмотры» [8].	q22	шт.	0	0	0

«Показатель $a_{стр}$ рассчитывается по следующей формуле» [8]:

$$a_{стр} = \frac{O}{V} \quad (6)$$

где « O – сумма обеспечения по страхованию, произведенного за три года, предшествующих текущему, (руб.)» [8];

« V – сумма начисленных страховых взносов за три года, предшествующих текущему (руб.)» [8].

$$a_{стр} = \frac{0,04}{12,99} = 0,003$$

$$V = \sum \PhiЗП \cdot t_{стр} \quad (7)$$

где « $t_{стр}$ – страховой тариф на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» [8].

$$V = 9,99 \cdot 1,3 = 12,99$$

«Количество страховых случаев у страхователя, на тысячу работающих» [8]:

$$b_{cmp} = \frac{K \cdot 1000}{N} \quad (8)$$

«где «K – количество случаев, признанных страховыми за три года, предшествующих текущему» [8];

«N – среднесписочная численность работающих за три года, предшествующих текущему (чел.)» [8].

$$b_{cmp} = \frac{2 \cdot 1000}{414} = 4,8$$

«Количество дней временной нетрудоспособности у страхователя на один несчастный случай» [8]:

$$c = \frac{T}{S} \quad (9)$$

где «T – число дней временной нетрудоспособности в связи с несчастными случаями, признанными страховыми, за три года, предшествующих текущему» [8];

«S – количество несчастных случаев, признанных страховыми, исключая случаи со смертельным исходом, за три года, предшествующих текущему» [8].

$$c = \frac{67}{7} = 9,6$$

«Коэффициент проведения специальной оценки условий труда» [8]:

$$q_1 = \frac{q_{11} - q_{13}}{q_{12}} \quad (10)$$

где «q₁₁ – количество рабочих мест, в отношении которых проведена специальная оценка условий труда на 1 января текущего календарного года организацией, проводящей специальную оценку условий труда, в установленном законодательством Российской Федерации порядке» [8];

« q_{12} – общее количество рабочих мест» [8];

« q_{13} – количество рабочих мест, условия труда на которых отнесены к вредным или опасным условиям труда по результатам проведения специальной оценки условий труда» [8].

$$q_1 = \frac{414 - 414}{0} = 0$$

«Коэффициент проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров» [8]:

$$q_2 = \frac{q_{21}}{q_{22}} \quad (11)$$

«где q_{21} – число работников, прошедших обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами на 1 января текущего календарного года» [8];

« q_{22} – число всех работников, подлежащих данным видам осмотра, у страхователя» [8].

$$q_2 = \frac{414}{0} = 0$$

«Рассчитываем размер скидки по формуле» [8]:

$$C = \left\{ 1 - \frac{\left(\frac{a_{сmp}}{a_{вэд}} + \frac{b_{сmp}}{b_{вэд}} + \frac{c_{сmp}}{c_{вэд}} \right)}{3} \right\} \cdot q_1 \cdot q_2 \cdot 100 \quad (12)$$

$$C = \left\{ 1 - \frac{\left(\frac{0,003}{0,05} + \frac{4,8}{5,56} + \frac{9,6}{97,74} \right)}{3} \right\} \cdot 0,1 \cdot 0,1 \cdot 100 = 0,66$$

«Размер страхового тарифа на следующий год» [8]:

$$t_{cmp}^{2019} = t_{cmp}^{2018} - t_{cmp}^{2018} \cdot C \quad (13)$$

$$t_{cmp}^{2019} = t_{cmp}^{2018} - t_{cmp}^{2018} \cdot C = 1,3 - 1,3 \cdot 0,66 = 0,44$$

«Размер страховых взносов по новому тарифу в следующем году» [8]:

$$V^{2019} = \Phi З П^{2018} \cdot t_{cmp}^{2019} \quad (14)$$

$$V^{2019} = 3,81 \cdot 0,44 = 1,68$$

«Размер роста страховых взносов» [8]:

$$\mathcal{E} = V^{2018} - V^{2019} \quad (15)$$

$$\mathcal{E} = 12,99 - 1,68 = 11,31$$

Исходные данные для расчета представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Исходные данные для расчета

Наименование показателя	усл. обозн.	ед. измер.	Данные	
			1	2
1	2	3	4	5
«Численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно–гигиеническим требованиям» [8].	Ч ₁	чел.	5	1
«Годовая среднесписочная численность работников» [8].	ССЧ	чел.	141	141
«Число пострадавших от несчастных случаев на производстве» [8].	Ч _{нс}	чел.	2	1
«Плановый фонд рабочего времени в днях» [8].	Ф _{план}	дни	247	247
«Время оперативное» [8].	t _о	мин	25	21
«Время обслуживания рабочего места» [8].	t _{ом}	мин	10	9
«Время на отдых» [8].	t _{отл}	мин	5	5
«Ставка рабочего» [8]	T _{чс}	руб/час	75	75
«Коэффициент доплат» [8].	k _{допл.}	%	–	–
«Продолжительность рабочей смены» [8].	T	час	8	8
«Количество рабочих смен» [8].	S	шт	247	247
«Коэффициент материальных затрат в связи с несчастным случаем» [8].	μ		2	1
«Страховой тариф по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» [8].	t _{страх}	%	1,3	0,44
Единовременные затраты	З _{ед}	руб.	920000	

«Уменьшение численности занятых ($\Delta Ч$), работающих в условиях, которые не отвечают нормативно–гигиеническим требованиям» [8]:

$$\Delta Ч = \frac{Ч_1 - Ч_2}{ССЧ} \cdot 100\% = \frac{5 - 1}{141} \cdot 100 = 2,84 \quad (16)$$

«где «ССЧ– годовая среднесписочная численность работников, чел [8]».

«Коэффициент частоты травматизма» [8]:

$$K_q = \frac{Ч_{НС} \cdot 1000}{ССЧ} \quad (17)$$

$$K_{q_1} = \frac{2 \cdot 1000}{141} = 14,2$$

$$K_{q_2} = \frac{1 \cdot 1000}{141} = 7,1$$

«Коэффициент тяжести травматизма» [8]:

$$K_T = \frac{Д_{НС}}{Ч_{НС}} \quad (18)$$

$$K_{T_1} = \frac{16}{8} = 8$$

$$K_{T_2} = \frac{5}{1} = 5$$

«где $Ч_{НС}$ – число пострадавших от несчастных случаев на производстве чел» [8].

«Изменение коэффициента частоты травматизма» [8] (ΔK_q):

$$\Delta K_q = 100 - \frac{K_{q_2}}{K_{q_1}} \quad (19)$$

$$\Delta K_q = 100 - \frac{7,2}{14,2} = 49,3$$

«Изменение коэффициента тяжести травматизма» [8] (ΔK_T):

$$\Delta K_q = 100 - \frac{K_{T_2}}{K_{T_1}} \quad (20)$$

$$\Delta K_q = 100 - \frac{5}{8} = 99,4$$

«где K_{q_1}, K_{q_2} — коэффициент частоты травматизма» [8].

« K_{T_1}, K_{T_2} — коэффициент тяжести травматизма» [8].

«Потери рабочего времени в связи с временной утратой трудоспособности на 100 рабочих за год» [8]:

$$BUT = \frac{100 \cdot D_{HC}}{ССЧ} \quad (21)$$

$$BUT_1 = \frac{100 \cdot D_{HC}}{ССЧ} = \frac{100 \cdot 16}{141} = 11,3$$

$$BUT_2 = \frac{100 \cdot D_{HC}}{ССЧ} = \frac{100 \cdot 5}{141} = 3,6$$

«Фактический годовой фонд рабочего времени 1 основного рабочего» [8]:

$$\Phi_{ФАКТ} = \Phi_{ПЛАН} - BUT \quad (22)$$

$$\Phi_{ФАКТ_1} = 247 - 11,3 = 235,7$$

$$\Phi_{ФАКТ_2} = 247 - 3,6 = 243,4$$

«Прирост фактического фонда рабочего времени 1 основного рабочего после проведения мероприятия по охране труда» [8]:

$$\Delta\Phi_{ФАКТ} = \Phi_{ФАКТ_2} - \Phi_{ФАКТ_1} = 243,4 - 235,7 = 7,7 \quad (23)$$

«Относительное высвобождение численности рабочих за счет снижения количества дней невыхода на работу» [8]:

$$\Xi_{\text{ч}} = \frac{BUT_1 - BUT_2}{\Phi_{ФАКТ_1}} \cdot \text{ч}_1 = \frac{11,3 - 3,6}{235,7} \cdot 5 = 0,16 \quad (24)$$

где « $\Phi_{\text{факт1}}$ – фактический фонд рабочего времени 1 рабочего до проведения мероприятия, дни» [8];

« $\text{ч}_{\text{нс}}$ – число пострадавших от несчастных случаев на производстве чел» [8].

Таким образом, применение инфракрасного газосигнализатора позволит получить экономию страховых взносов в размере 11,39 тыс.руб., экономия потерь временной нетрудоспособности в количестве 7,7 дня, а также увеличение трудоспособности персонала на 0,16.

«Общий годовой экономический эффект ($\mathcal{E}_Г$) от мероприятий» [8]:

$$\mathcal{E}_Г = \mathcal{E}_{МЗ} + \mathcal{E}_{УСЛ.ТР} + \mathcal{E}_{СТРАХ} \quad (25)$$

«Среднедневная заработная плата» [8]:

$$ЗПЛ_{ДН} = T_{час} \cdot T \cdot S \cdot (100\% + k_{донл}) \quad (26)$$

$$ЗПЛ_{ДН} = 75 \cdot 8 \cdot 247 \cdot (100\% + 0) = 1482$$

«Материальные затраты в связи с несчастными случаями на производстве» [8]:

$$P_{МЗ} = ВУТ \cdot ЗПЛ_{ДН} \cdot x \cdot \mu \quad (27)$$

$$P_{МЗ_1} = 11,3 \cdot 1482 \cdot 2 = 33493,2$$

$$P_{МЗ_2} = 3,6 \cdot 1482 \cdot 2 = 10670,4$$

«Годовая экономия материальных затрат» [8]:

$$\mathcal{E}_{МЗ} = P_{МЗ_1} - P_{МЗ_2} \quad (28)$$

$$\mathcal{E}_{МЗ} = 33493,2 - 10670,4 = 22822,8$$

«где $P_{МЗ_1}$, $P_{МЗ_2}$ — материальные затраты, руб» [8].

«Среднегодовая заработная плата» [8]:

$$ЗПЛ_{год} = ЗПЛ_{дн} \cdot \Phi_{план} = 1482 \cdot 247 = 366054 \quad (29)$$

«Годовая экономия за счет уменьшения затрат на выплату льгот и компенсаций» [8]:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{УСЛ.ТР} &= Ч_1 \cdot ЗПЛ_{год_1} - Ч_2 \cdot ЗПЛ_{год_2} = \\ \mathcal{E}_{УСЛ.ТР} &= 5 \cdot 366054 - 1 \cdot 366054 = 1464216 \end{aligned} \quad (30)$$

«где $ЗПЛ_{дн}$ – среднедневная заработная плата одного работающего, руб» [8].

«Годовая экономия по отчислениям на социальное страхование» [8]:

$$\mathcal{E}_{СТРАХ} = \mathcal{E}_{УСЛ.ТР} \cdot t_{стп} = 1464216 \cdot 1,3 = 1903480,8 \quad (31)$$

«где $t_{страх}$ — страховой тариф» [8].

$$\mathcal{E}_r = 22822,8 + 1464216 + 1903480,8 = 3390519,6$$

«Срок окупаемости затрат на проведение мероприятий» [8]:

$$T_{ед} = \frac{З_{ед}}{\mathcal{E}_r} = \frac{920000}{3390519,6} = 0,27 \quad (32)$$

«Коэффициент экономической эффективности затрат» [8]:

$$E_{ед} = \frac{1}{T_{ед}} = \frac{1}{0,27} = 3,7$$

«где $T_{ед}$ – срок окупаемости единовременных затрат, год» [8].

Итак, коэффициент эффективности от предлагаемого устройства составит 3,7 за срок менее одного года, а значит предлагаемое мероприятие эффективно.

«Прирост производительности труда» [8]:

$$П_{mp} = \frac{t_{ум1} - t_{ум2}}{t_{ум1}} \cdot 100\% \quad (33)$$

«Суммарные затраты времени на технологический цикл» [8]:

$$t_{ум1} = t_o + t_{ом} + t_{омл} \quad (34)$$

$$t_{ум1} = 25 + 10 + 5 = 40 \text{ мин.}$$

$$t_{ум2} = 21 + 9 + 5 = 35 \text{ мин.}$$

$$П_{mp} = \frac{40 - 35}{40} \cdot 100\% = 12,5$$

«Прирост производительности труда за счет экономии численности» [8]:

$$П_{\mathcal{E}_q} = \frac{\mathcal{E}_q \cdot 100\%}{ССЧ - \mathcal{E}_q} \quad (35)$$

«Где $t_{шт1}$ и $t_{шт2}$ — суммарные затраты времени на технологический цикл до и после внедрения мероприятий» [8].

$$П_{\mathcal{E}_q} = \frac{0,22 \cdot 100\%}{41 - 0,22} = 0,54$$

Итак, предлагаемый инфракрасный газоанализатор является экономически эффективным мероприятием, при этом срок окупаемости составит менее года.

Заключение

Улучшение условий труда в организации является главным фактором, снижающим производственный травматизм. Обязанности по улучшению условий труда возлагаются руководителя спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области».

Практика показывает, что персонал имеет нарушения в сфере охраны труда, и это ведет к травматизму в организации. Необходимо комплексно уделять внимание организационным методам, проведению инструктажей на рабочем месте, проводить проверку знаний по охране труда, обучение безопасным методам работы, а также использованию средств индивидуальной защиты, не допускать нарушения технологических процессов и методов в работе персонала.

Комплексный подход в организации рабочего места, а именно соблюдения всех организационных мероприятий предусмотренных и регламентированных в нормативных документах по охране труда, использование сертифицированной одежды, средств индивидуальной и коллективной защиты, а так же организационно–мероприятий по уменьшению влияния вредных производственных факторов и их воздействий на персонал, поможет эффективно снизить уровень травматизма в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области».

Технологический процесс, который рассмотрен в настоящем исследовании – процесс обслуживания газового оборудования компрессорной установки в спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области». В спасательной части №11 ФГКУ «31 отряд ФПС по Самарской области» предлагается применение инфракрасного газоанализатора для определения концентрации метана и других газообразных углеводородов, который используется для измерения объемной концентрации метана и паров регазифицированного сжиженного природного газа.

В отличие от прототипа в заявленном устройстве создана система

регистрации внешней температуры анализируемого газа. Измерение температуры снаружи инфракрасного газового анализатора непрерывно осуществляется измерителем внешней температуры и регистрируется дополнительной управляющей платой с микропроцессором и с непрерывной передачей данных на удаленный до 1200 м компьютер. Это позволяет осуществлять одновременное дистанционное измерение распределений концентрации и температуры в потенциально опасных облаках и выбросах метановоздушной смеси.

В результате решается техническая проблема, на решение которой направлена заявляемая полезная модель: повышение безопасности эксплуатации газового оборудования компрессорной установки и унификация конструкции инфракрасного газоанализатора и расширение его функциональных возможностей.

Список используемых источников

1. Брюханов О.Н. Газоснабжение [Текст]. М. : РГГУ, 2017. 448 с.
2. Газовое хозяйство: Безопасность при эксплуатации. Приказы, инструкции, журналы, положения [Текст]. М. : «Альфа–Пресс», 2018. 198 с.
3. Гражданская защита: Энциклопедия в 4 томах [Текст]. М. : ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2017. 110 с.
4. Иванов Б.К. Машинист компрессорных установок : учебное пособие [Текст]. М. : Феникс, 2014. 305 с.
5. Ионин А.А. Газоснабжение [Текст]. М. : Ассоциация строительных вузов (АСВ), 2018. 869 с.
6. Коршак А.А. Компрессорные станции : учебное пособие [Текст]. М. : Феникс, 2016. 160 с.
7. Крулев Г.И. Безопасность движения и техника безопасности [Текст]. М. : Транспорт, 2018. 168 с.
8. Методические указания по выполнению раздела 9. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности [Электронный ресурс]. URL: <https://edu.rosdistant.ru/mod/resource/view.php?id=47106> (дата обращения: 05.04.2020).
9. О промышленной безопасности опасных производственных объектов [Электронный ресурс]: Федеральный закон №116 от 21.07.1997 (ред. от 29.07.2019). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/ (дата обращения: 14.04.2020).
10. Об утверждении Положения о федеральном государственном надзоре за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 1 сентября 2012 г. N 875 (ред. от 27.12.2019). URL: <https://base.garant.ru/70222448/> (дата обращения: 30.04.2020).
11. Об отнесении деятельности работодателей–юридических лиц и

работодателей – физических лиц зарегистрированных в установленном порядке в качестве индивидуальных предпринимателей и осуществляющих деятельность без образования юридического лица, к категории значительного риска [Электронный ресурс]: Приказ Гострудинспекции от 28.06.2018 № 359. URL: <http://docs.cntd.ru/document/551510868> (дата обращения: 24.04.2020).

12. Основы нефтегазового дела: учебник для ВУЗов [Текст]. Уфа: «ДизайнПолиграфСервис», 2017 год. 350 с.

13. Ошовский В.Д. Справочник слесаря газового хозяйства [Текст]. М.: Нефть и газ, 2016. 198 с.

14. Пат. 191610 Российская Федерация. Инфракрасный газоанализатор [Текст] / А.В.Загнитько, Н.П. Зарецкий, И.Д. Мацуков : заявитель и правообладатель ФГБУ «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт». – № 2019106220 ; заявл. 05.03. 2018. – Бюлл. №23. – 21 с.

15. Пат. 84563 Российская Федерация. Газоанализатор, содержащий газовый датчик [Текст] / Е.А. Рыбинкин : заявитель и правообладатель Е.А. Рыбинкин. – №1757849 ; заявл. 06.01.1998. – Бюлл. №12. – 9 с.

16. Пат. 2321847 Российская Федерация. Газоанализатор с сенсорным модулем [Текст] / Д. Виттемер ; заявитель и правообладатель Эндресс+Хаузер ГЕЗЕЛЛЬШАФТ ФЮР МЕСС–УНД РЕГЕЛЬТЕКНИК МБХ+КО. КГ (DE). – №13564 ; заявл. 20.09.2004. – Бюлл. №4. – 11 с.

17. Пат. 127928 Российская Федерация. Газоанализатор токсичных, радиоактивных и горючих газов, содержащий датчик радиоактивности [Текст] / А.И. Левченко ; заявитель и правообладатель А.И. Левченко. – № 1254677 ; заявл. 05.09.2005. – Бюлл. №6. – 9 с.

18. Пат. 2187093 Российская Федерация. Многокомпонентный газоанализатор инфракрасного диапазона [Текст] / М.А. Максютенко, В.А. Полищук, С.В. Непомнящий, С.Б. Погодина, Ю.Л. Шелехин ; заявитель и правообладатель ООО «ЭМИ». – № 146897 ; заявл. 13.05.2006. – Бюлл. №9. – 12 с.

19. Рачевский Б.С. Сжиженные углеводородные газы [Текст]. М. : Нефть и газ, 2018. 214 с.
20. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда [Электронный ресурс]: ГОСТ 12.0.230–2007. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200052851> (дата обращения: 16.04.2020).
21. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда [Электронный ресурс]: ГОСТ 12.0.230.1–2015. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136073> (дата обращения: 19.04.2020).
22. Скворцов Л.С. Компрессорные и насосные установки : учебник [Текст]. М. : Машиностроение, 2018. 264 с.
23. Стаскевич Н.Л. Справочник по газоснабжению и использованию газа [Текст]. М. : Нефть и газ, 2017. 218 с.
24. Столпнер Е.Б. Справочник эксплуатационника газовых котельных [Текст]. М. : Нефть и газ, 2016. 189 с.
25. Трофимов И.С. Функционирование профилактической службы на предприятии [Текст]. М. : Новомосковский институт повышения квалификации, 2016. 165 с.

