

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

Институт Машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Управление промышленной и экологической безопасностью»

(наименование кафедры)

20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки)

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

(направленность (профиль))

## МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему Исследование и разработка методов и способов повышения  
эффективности промышленной и пожарной безопасности на автомобильной  
газонаполнительной компрессорной станции (на примере АГНКС №1 ООО  
«Газпром трансгаз Самара» г.о. Тольятти)

Студент

В.А. Рябцов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный

Б.С. Заяц

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

руководитель

Консультант

В.Г. Виткалов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель программы д.п.н., профессор Л.Н. Горина

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

(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой д.п.н., профессор Л.Н. Горина

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

(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

Тольятти 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	7
ОБОЗНАЧЕНИЯ СОКРАЩЕНИЯ.....	9
1 Общие сведения об автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях.....	10
1.1 История возникновения автомобильных газонаполнительных компрессорных станций.....	10
1.2 Преимущества АГНКС .....	10
1.3 Инновации в технологиях АГНКС.....	12
1.4 Политика ПАО «Газпром» в области охраны труда и промышленной безопасности.....	27
2 Анализ и исследование нормативно-правовой базы. Разработка дополнительных мероприятий по повышению эффективности промышленной и пожарной безопасности на АГНКС №1 .....	24
2.1 Исследование имеющихся систем управления охраной труда, первичных средств тушения пожара в организации нефтегазового комплекса РФ.....	24
2.2 Мониторинг и анализ требований промышленной и пожарной безопасности на АГНКС .....	28
2.3 Новые методы, системы и способы повышения эффективности промышленной безопасности опасного производственного объекта на примере АГНКС №1.....	32
2.4 Опытно-экспериментальная апробация внедряемых способов и методов повышения эффективности промышленной и пожарной безопасности на АГНКС №1.....	57
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	62
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	65

## ВВЕДЕНИЕ

Тема «Исследование и разработка методов и способов повышения эффективности промышленной и пожарной безопасности на автомобильной газонаполнительной компрессорной станции (на примере АГНКС №1 ООО «Газпром трансгаз Самара» г.о. Тольятти)» является важной и актуальной, так как на опасных производственных объектах необходимо существует большое количество факторов, которые могут привести к аварийным ситуациям и получение большого материального ущерба для предприятия.

Природный газ поступает на АГНКС по газопроводам. На станции газ осушается и закачивается в аккумуляторы газа под давлением 20 МПа (200 атм) и в таком виде закачивается в баллоны транспортных средств.

По состоянию на 2017 год в Российской Федерации действует 247 автомобильных газонаполнительных насосных станций.

Наиболее опасными местами на рассматриваемом объекте является газопровод, находящейся в машинном зале АГНКС, во время работы и пуска, дренирования и ремонта, а также отключающая арматура. Это создает условия, в случае нарушения герметичности оборудования, к выбросу и истечению наружу природного газа и образованию зоны загазованности газовой смеси, инициирование которой случайными или технологическими источниками зажигания может привести к возникновению аварийного газового взрыва в замкнутом пространстве машинного зала. Также важной составляющей технологического процесса АГНКС является машинный зал - помещение, в котором неоднократно изменяется давление газа, для подачи его из внешнего трубопровода в топливно-раздаточные колонки.

Исходя из выше перечисленного, можно выделить следующие события и дестабилизирующие факторы, ведущие к повышению аварийности и тяжести их последствий на эксплуатируемом оборудовании:

- неисправности молниезащиты;
- нарушения правил эксплуатации взрывозащитного оборудования;

- ошибочного действия персонала при выполнении технологических операций;

- диверсии;

- неисправности опорных конструкций.

Тема магистерской диссертации «Исследование и разработка методов и способов повышения эффективности промышленной и пожарной безопасности на автомобильной газонаполнительной компрессорной станции (на примере АГНКС №1 ООО «Газпром трансгаз Самара» г.о. Тольятти)» является жизненно необходимой для большого количества людей, позволит минимизировать риск от нештатных ситуаций на АНГКС.

Целью данной магистерской диссертации является разработка и исследование пожарной и промышленной безопасности на автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях. Изучение нормативно-правовой документации регулирующей деятельность АГНКС.

Основные задачи работы:

1. Определить уровень техносферной безопасности на основе изучения, проверок государственного пожарного надзора, Ростехнадзора, анализа научных статей, нормативно-правовой документации по обеспечению промышленной и пожарной безопасности, проведение глубокого анализа инструкций по ОТ на объекте, характеристики и степень защиты СИЗ, используемых работниками во время заправки на автомобильной газонаполнительной компрессорной станции.

2. Анализ достоинств и недостатков используемых в ходе работы средств индивидуальной защиты.

3. Экспериментально и теоретическое обоснование необходимости внедрения системы контроля дозврывоопасных концентраций газа (на примере АГНКС №1 г.о. Тольятти).

4. Опытно-экспериментальная апробация результатов и внедрения предложенных улучшений с целью повышения эффективности промышленной и пожарной безопасности (на примере АГНКС №1 г.о. Тольятти).

Научно-исследовательская работы строится на уже существующих мероприятиях по профилактики возникновения пожара, анализе и исследовании нормативной документации, связанной с эксплуатацией на АГНКС, изучении вредных и опасных факторов, воздействующих на работника, анализе и исследовании существующих мероприятий по тушению и локализации пожара, предложение и разработка дополнительных мероприятий по тушению и локализации пожара, сравнения их количественных показателей и защитных свойств. На основании этих данных будет предложено внедрение технического решения, позволяющего повысить уровень пожарной безопасности на АГНКС №1. Данные исследования будут относиться к теоретическим. Но в результате анализа и исследования объекта запланирована реализация и внедрения предложенных новаций заказчиком за счёт собственных средств на АГНКС №1 находящейся на ул. Автозаводское шоссе 10 Б.

В данной работе будут использоваться следующие методы исследований:

- теоретический (анализ нормативно-правовых документов);
- эмпирический (наблюдение, эксперименты);
- обработка результатов (анализ результатов проведенных исследований).
- моделирование
- проектирование
- изготовление
- монтаж

В результате данного анализа и исследования промышленной и пожарной безопасности, которые позволяют результативно увеличить эффективность работы персонала, минимизировать риск гибели и получения травм разной степени тяжести, ущерб окружающей среде и оборудованию организации ООО «Газпром Трансгаз». Проведение инфраструктурных инвестиций безопасности предприятия даёт длительной экономический эффект развития.

В данной научно – исследовательской работе будут решены поставленные задачи.

Таким образом, выбранная тема: «Исследование и разработка методов и способов повышения эффективности промышленной и пожарной безопасности на автомобильной газонаполнительной компрессорной станции (на примере АГНКС №1 ООО «Газпром трансгаз Самара» г.о. Тольятти)» является жизненно необходимой для большого количества людей, актуальной и позволит минимизировать риск от возможных аварийных ситуациях на АНГКС.

Методологическая основа данного исследования – состоит из системы нормативных документов газовой промышленности и ведомственных руководящих документов, законодательных и подзаконных актов:

- Ведомственный руководящий документ «Правила технической эксплуатации автомобильных газонаполнительных компрессорных станций» ВРД 39-2.5-082-2003

- Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 № 116-ФЗ;

- СТО Газпром 2-1.19-059-2006 Инструкция по расчету и нормированию выбросов АГНКС.

- Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 69-ФЗ "О пожарной безопасности"

- ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84) "Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов.

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В данной магистерской диссертации применяются следующие термины, обозначения и сокращения с соответствующими определениями:

«Средства индивидуальной защиты – это средства индивидуального пользования, используемые для предотвращения или уменьшения воздействия на работников вредных и (или) опасных производственных факторов, а также для защиты от загрязнения.»;

Промышленная безопасность опасных производственных объектов - состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий;

Временно согласованный выброс, ВСВ-Временный лимит выброса вредного (загрязняющего) вещества в атмосферный воздух, который устанавливается для действующих стационарных источников выбросов с учетом качества атмосферного воздуха и социально-экономических условий развития соответствующей территории, в целях поэтапного достижения установленного предельно допустимого выброса.

Ориентировочный безопасный уровень воздействия загрязняющего атмосферу вещества, ОБУВ – Временный гигиенический норматив для загрязняющего атмосферу вещества, устанавливаемый расчетным методом для целей проектирования промышленных объектов.

Неблагоприятные метеорологические условия, НМУ- Метеорологические условия, способствующие накоплению вредных(загрязняющих) веществ в приземном слое атмосферного воздуха.

Компримированный (сжатый) природный газ – газ сжатый в компрессорной станции, для магистральных газопроводов, а также используется качестве газомоторного топлива.

Экспертиза промышленной безопасности - определение соответствия объектов экспертизы промышленной безопасности, предъявляемым к ним требованиям промышленной безопасности.

Магистральный газопровод — трубопровод, предназначенный для транспортирования природного газа из районов добычи к пунктам потребления.

Нижний предел взрываемости (НПВ) - это наименьшая концентрация паров горючего вещества в воздухе, при которой уже возможен взрыв.

Верхний предел взрываемости (ВПВ)- это наибольшая концентрация паров горючего вещества в воздухе, при которой еще возможен взрыв.

Автомобильная газонаполнительная компрессорная станция (АГНКС) - АЗС, на территории которой предусмотрена заправка баллонов топливной системы грузовых, специальных, легковых автомобилей, а также ПАГЗ и кассетных сборок компримированным природным газом, используемым в качестве моторного топлива.

Газозаправочная колонка (ГЗК) - устройство, предназначенное для заправки КПП баллонов топливной системы автотранспортных средств, ПАГЗ и кассетных сборок на АГНКС». [28,29,30,31,32,33,34]



## ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ОТ - охрана труда;

СНиП – строительные нормы и правила;

АГНКС – автомобильная газонаполнительная компрессорная станция;

ОФП – опасный фактор пожара;

СПГ – сжиженный природный газ АЗС - автомобильная заправочная станция

АГЗС - автомобильная газозаправочная станция

АГНКС - автомобильная газонаполнительная компрессорная станция

АЦ - автомобильное транспортное средство для транспортирования топлива (автоцистерна)

ГЖ - горючая жидкость

КриоАЗС - криогенная автозаправочная станция

ЛВЖ - легковоспламеняющаяся жидкость

КПГ - компримированный природный газ

МЭГК - многоэлементный газовый контейнер

НКПР - нижний концентрационный предел распространения пламени

ПАГЗ - передвижной автомобильный газозаправщик

ПАЗС - передвижная автозаправочная станция жидкого моторного топлива

СПГ - сжиженный природный газ

СУГ - сжиженные углеводородные газы

ТРК - топливораздаточная колонка

## 1 Общие сведения об автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях

### 1.1 История возникновения автомобильных газонаполнительных компрессорных станций.

Согласно предоставленной информации интернет-агентства ВебЭврика (самый крупный интернет портал по теме автомобильных газонаполнительных компрессорных станций):

«С 1930-х годов прошлого века начинается история возникновения автомобильных газонаполнительных компрессорных станций. Изначально, первая концепция развития сети АГНКС появилась в Италии и развивалась на Аппенинском полуострове. На данный момент в мире используется более пяти миллионов машин на сжиженном природном газе. Построено порядка 10000 АГНКС по всему миру.

### 1.2 Преимущества АГНКС

Важным объектом популяризации использования газовой инфраструктуры являются автомобильные газонаполнительные компрессорные станции, так преимуществами АГНКС над обычными АЗС использующими в качестве заправочного топлива является уменьшение вредных выбросов за счёт эксплуатации автомобилей на природном газе уменьшается количество выхлопных газов и содержания в них свинцовых соединений.

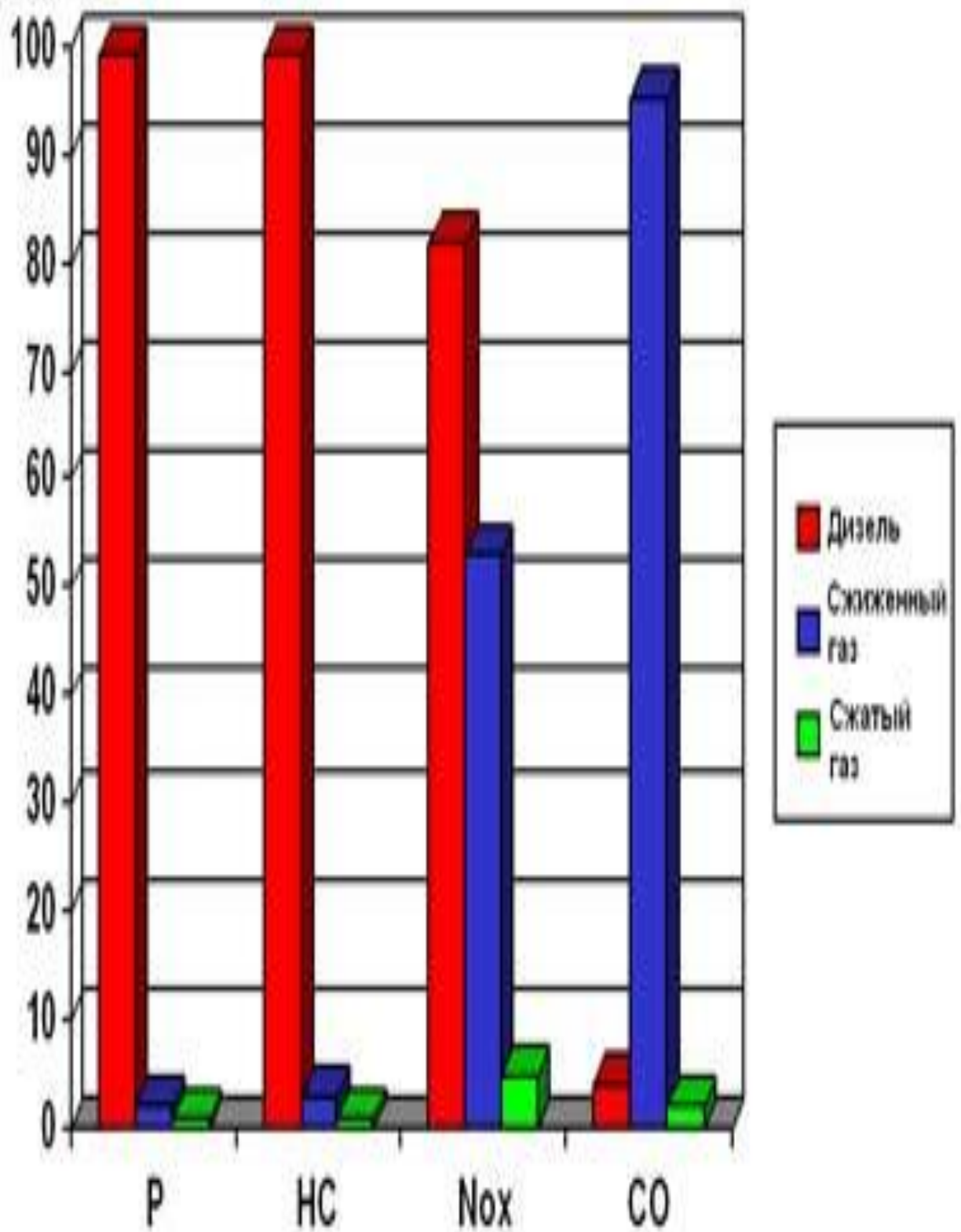


Рисунок 1 – Количество вредных выбросов, в зависимости от вида топлива

При сравнении обычного бензинного, дизельного топлива и сниженного природного газа, газ имеет неоспоримые преимущества, ведь в продуктах выброса, отсутствуют оксиды азота, которые влияют на образование смога и способствуют возникновению парникового эффекта, из-за которого таят ледники на планете и на протяжении многих лет растёт средняя планетарная температура. При использовании природного газа, в качестве топлива, выбросы углеводородов, угарного газа, оксидов азота значительно снижаются.

По данным всемирной организации объединённых наций установлен прогноз развития мирового и российского рынка газомоторного топлива, так в 2013-2017 гг. объем потребления природного газа как моторного топлива в мире увеличился в 2 раза. Среднегодовой темп прироста составил 36%.

По консервативным оценкам, мировой спрос на природный газ в качестве моторного топлива составит 118 млрд.м<sup>3</sup> к 2020 г .млн. м<sup>3</sup>.

В России-же в 2017 году объем потребления природного газа в качестве моторного топлива по сравнению с 2016 годом увеличился всего на 15% - до 700 млн. м<sup>3</sup>». [55]

### 1.3 Инновации в технологиях АГНКС

По мнению моих коллег-специалистов, рецензентов данной работы, в обозримом будущем замены традиционным ДВС в массовом автомобилестроении не прогнозируется, в виду высокой стоимости инвестиций в развитие альтернативных источников энергии, но, к сожалению замена традиционных ДВС, на традиционных сырьевых источника в топлива, несомненно, в силу, исчерпаемости сырья, будет вести и подталкивать к развитию и инвестициям в другие виды преобразования энергии топлива, в движения. Возможно, одним из вариантов развития станет возобновляемая солнечная энергия и её использование в виде, ёмкостных литий-ионных батарей, в случае дальнейшего удешевления технология, есть вероятность выхода в массовый сегмент автомобильного рынка.

В ближайшие десятилетия двигатель внутреннего сгорания останется основным типом силовой установки для автомобильного транспорта. Основным способом экономии топлива и снижения вредных выбросов в атмосферу автомобилями с двигателями внутреннего сгорания на сегодня несомненно является перевод таких автомобилей с заправки бензином на природный газ- метан. Этому должна способствовать развитая сеть коммерческих АГНКС и наличие у частных собственников недорогих бытовых метановых компрессоров для заправки. Эта технология достаточно изучена и прекрасно работает на практике и в каком-то смысле достигла предела в своем развитии при имеющихся технологиях.

Одним из направлений инноваций позволяющее еще больше улучшить показатели экономичности, увеличения пробега автомобилей на сжатом метане и улучшить экологию, является использование, так называемого сжиженного природного газа (СПГ). Плюсы его очевидны: в сжиженном виде объем газа в баллоне автомобиля больше, чем в газообразном, а значит и пробег будет больше. Основным проблемным звеном в этой технологии является сложность хранения и перевозки на борту автомобиля СПГ, так как для этого необходимо постоянно поддерживать низкую температуру в баллоне не выше  $-180^{\circ}\text{C}$ . [46,47]

Не так давно в России был взят курс на освоение и распространения на рынке РФ нового оборудования, связанного с применением сжиженного природного газа (СПГ). Актуальность данного направления невозможно переоценить, ведь на огромных просторах Российской Федерации по-прежнему остаются проблемы газификации и труднодоступности территорий

За последние 20 лет доля сжиженного природного газа в общем объеме газопотребления в мире увеличилась с 3 до 10 процентов. Благодаря технологиям СПГ любая точка нашей страны становится “газодоступной”, а значит и энергодоступной.

Все это имеет большую значимость для СПГ - проектов. С помощью СПГ-технологий можно решать различные задачи, а именно получение

компримированного природного газа из сжиженного с малыми энергозатратами и трудозатратами.

Технология СПГ многогранна, и её внедрение на территории Российской Федерации позволит охватить все процессы, касающиеся СПГ, включая получение, логистику, регазификацию СПГ и газоснабжение.

Вторым направлением является небольшая доработка уже имеющихся метановых машин (и новых метановых автомобилей). Идея заключается в том, что под капотом или в багажнике у машины устанавливается генератор содержащий водород и углерод, так называемый синтез-газ- оксид углерода( $\text{CO}_2$ ) и оксид водорода ( $\text{H}_2\text{O}$ ), который получается непосредственно на борту автомобиля из компримированного природного газа.

Известны два способа получения синтез-газа:

1. Паровой конверсии
2. Парциального окисление, или воздушная конверсия природного газа на специальных катализаторах, в которых происходит конверсия углеводородного топлива, состоящих из комплекта блока управления и бортового генератора. Через блок управления проводится дозирование поступающей смеси, начальный запуск производится в генераторе и контролируется система охлаждения.

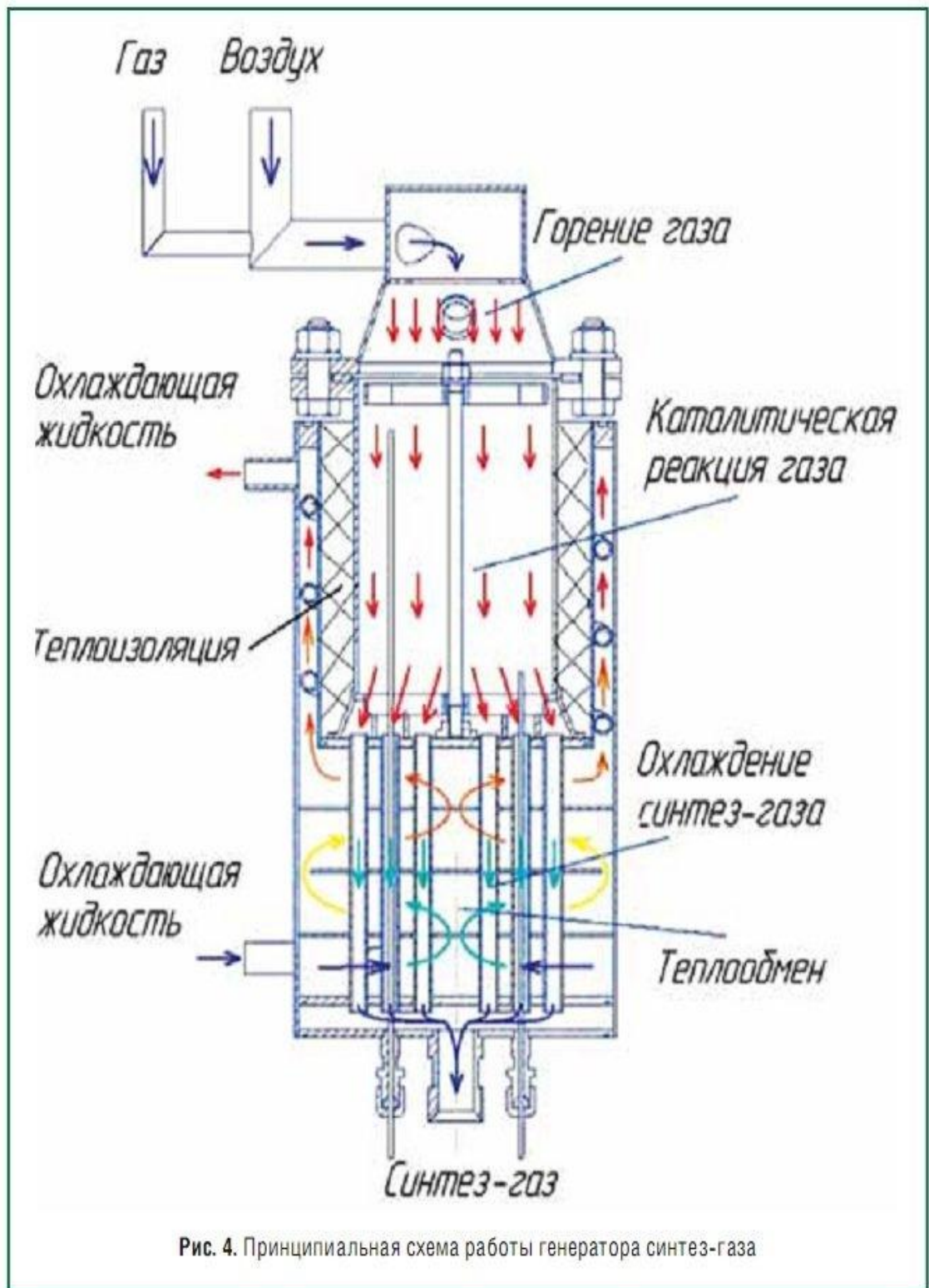


Рисунок 2 – Принципиальная схема работы генератора синтез-газа

Ученым из российского федерального ядерного центра создали синтез-газ генератор с оптимальными габаритными и динамическими характеристиками для использования его в автомобилях. Запуск генератора происходит за 20-30 секунд, объём 2.5 литра и массой 7.9 кг. На данный момент

данные генераторы устанавливаются на общественном транспорте, в крупных логистических компаниях, а также в коммунальном транспорте и микроавтобусах.

Эксперименты по применению синтез-газа в качестве вспомогательного элемента к используемым в двигателе внутреннего сгорания сырьевых углеводородных жидкостях, показывают снижение концентрации оксида углерода и оксида азота в отработавших газах двигателя. Данным снижением удаётся достичь целевых показателей требований Евро-4, а также экспериментально замечено, что происходит существенная экономия бензинового топлива, при средних оборотах двигателя.

Таблица 1 – Сравнительные данные по эмиссии различного топлива при проведении дорожных испытаний.

Наименование / вид моторного топлива	Бензин	КПГ	КПГ + синтез газ
CO, %	0,3	0,33	0,02
CH, ppm	195	222	340
NO <sub>x</sub> , ppm	205	195	14
CO <sub>2</sub> , %	12,9	10,9	7,95

Согласно проведённым экспериментам российскими учёными отмечается, что применение добавок синтез-газа к топливу снижает выброс оксида углерода в 18 раз, оксида азота примерно в 12 раз, углекислый газ в 1,4 раза.

В случае дальнейшей оптимизации двигателя, катализатора и генератора синтез-газа, в габаритных и объёмных характеристиках можно значительно увеличить эффективность двигателей работающих на окиси углерода и водорода.



В результате эксперимента, получены данные о возможности иного подхода в уменьшении воздействия углекислого газа, выпускаемого в ходе эксплуатации автомобиля, за счёт экологического чистого сжигания внутри автомобильного двигателя. Применяя данный метод, можно добиться существенной экономии топлива, получив экономический эффект.

По расчётам ученых из российского федерального ядерного центра, при серийном производстве стоимость автомобильного генератора синтез-газа, не будет превышать пятнадцати тысяч рублей. С учетом того, что это устройство не только снижает негативное воздействие автомобиля на экологию, но и повышает его экономичность движения автомобиля, затраты на приобретение такого генератора должны окупаться за несколько лет, ориентировочно два года эксплуатации или при достижении 50000 км пробега на данном генераторе.

Проведенный анализ показал, что использование в качестве источника энергии для автомобилей с ДВС природного газа, приводит к более эффективной работе двигателя, экономичности, уменьшению экологического вреда среде окружающей среде.

#### 1.4 Политика ПАО «Газпром» в области охраны труда и промышленной безопасности

Руководство ПАО «Газпром», взяв на себя ответственность за жизнь и здоровье работников, серьёзно подходит к вопросу обеспечения безопасных условий труда на производствах по добыче полезных ископаемых, на деятельности по обеспечению автомобильных газонаполнительных компрессорных станций современными методами и способами повышения эффективности промышленной и пожарной безопасности. Именно поэтому на наше предложения по проведению исследования и разработку новых методов и способов повышения эффективности на АГНКС №1 в городе Тольятти промышленной и пожарной безопасности, генеральный директора филиала ООО «Газпром трансгаз Самара»- Самараавтогаз, Синегубов С.В., поддержал

административно, а также разъяснил, сотрудникам АГНКС необходимость данного исследования, таким образом, была собрана команда, работающую над повышением эффективности системы промышленной и пожарной безопасности на автомобильной газонаполнительной компрессорной станции №1 в городе Тольятти. По словам руководства, полученные результаты исследования будут внимательно изучены, и в случае прохождения положительной оценки, внедрены на опасном производственном объекте.

В качестве задач по обеспечению промышленной и пожарной безопасности руководством ставится приоритет на безопасные условия труда для работников компании, сохранения их здоровья и недопущение производственных травм и болезней. Также ведётся работа по системе риск-ориентированного подхода, в части проведения планового ремонта и замены оборудования для надёжной работы на опасном производственном объекте.

Для реализации данных задач разработана система по управлению охраной труда, согласно данной системе ведётся непрерывное обучение персонала, в том числе, руководства высшего звена мерам безопасного производственного процесса, охране труда, промышленной и пожарной безопасности. В коллективе поддерживается, в том числе материальным поощрением, вовлечение в систему по управлению охраной труда и промышленной безопасности. А также введена персональная ответственность за показатели повышенные аварийности, травматизма при несчастных случаях на производстве, по вине работника, руководителя, мастера участка или специалиста по охране труда не обеспечившего персонал безопасными условиями. Кроме того, немаловажной задачей является соблюдение требований охраны труда и промышленной безопасности не только от сотрудников публичного акционерного общества «Газпром», но и от поставщиков, а также подрядчиков и субподрядчиков, которые в большом количестве ведут профилактические, строительные и ремонтные работы на опасных производственных объектах, газопроводах компании Газпром, именно поэтому существуют внутренние инспекционные контрольные службы

осуществляющие контроль за соблюдением требований охраны труда и промышленной безопасности, наделенные полномочиями по фиксации нарушений и предписаний об устранении нарушений.



УТВЕРЖДЕНА  
приказом ПАО «Газпром»  
от 28 ноября 2017 г. №797

## ПОЛИТИКА ПАО «ГАЗПРОМ» В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА, ПРОМЫШЛЕННОЙ И ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Деятельность Публичного акционерного общества «Газпром» и его дочерних обществ (далее - Компания) имеет стратегическое значение для экономики России и других стран. Являясь крупнейшей газовой Компанией мира и одной из крупнейших энергетических компаний, занимающихся геологоразведкой, добычей, транспортировкой, хранением, переработкой, реализацией газа и других углеводородов, а также производством электроэнергии, Компания в полной мере осознает свою ответственность перед обществом за создание безопасных условий труда, обеспечение требований промышленной и пожарной безопасности.

Компания при осуществлении всех видов деятельности признает приоритет жизни и здоровья работников перед результатами производственной деятельности.

Руководство ПАО «Газпром» рассматривает охрану труда, промышленную и пожарную безопасность, являющиеся основными составляющими системы управления производственной безопасностью, как необходимые элементы эффективного управления производством Компании.

### Цели в области охраны труда, промышленной и пожарной безопасности

Основными целями Компании являются:

- создание безопасных условий труда и сохранение жизни и здоровья работников;
- снижение рисков аварий и инцидентов на опасных производственных объектах;
- обеспечение пожарной безопасности.

Цели достигаются путем предупреждения несчастных случаев, профессиональных заболеваний, аварий, инцидентов, пожаров и загораний на основе:

- идентификации опасностей;
- оценки и управления рисками в области производственной безопасности;
- повышения компетентности работников, их представителей и вовлечения их в систему управления производственной безопасностью.

### Обязательства в области охраны труда, промышленной и пожарной безопасности

Для достижения заявленных в политике целей Компания принимает на себя следующие обязательства:

- постоянно снижать показатели производственного травматизма, профессиональных заболеваний, аварийности, а также минимизировать риски возникновения пожаров и загораний;
- обеспечивать соблюдение требований нормативно-правовых актов, нормативных документов федерального, регионального и корпоративного уровней в области производственной безопасности;
- обеспечивать эффективное функционирование и непрерывное совершенствование системы управления производственной безопасностью, в том числе развивая культуру производственной безопасности в Компании;
- осуществлять оценку рисков в области производственной безопасности, обеспечивать управление рисками для предупреждения возникновения травм, ухудшения здоровья работников, повреждения оборудования и имущества;
- обеспечивать выполнение последовательных и непрерывных мероприятий, направленных на снижение рисков в области производственной безопасности;
- обеспечивать внедрение научных разработок, технологий и методов в области производственной безопасности;
- привлекать работников к активному участию в деятельности по обеспечению требований производственной безопасности, создавать условия, включая разработку методов мотивации, при которых каждый работник Компании осознает ответственность за собственную безопасность и безопасность окружающих его людей;
- постоянно повышать уровень знаний и компетентности работников в области производственной безопасности;
- предусматривать необходимые организационные, финансовые, человеческие и материально-технические ресурсы для реализации настоящей Политики;
- требовать от поставщиков и подрядчиков, осуществляющих деятельность на объектах Компании, соблюдения требований нормативно-правовых актов, нормативных документов федерального, регионального и корпоративного уровней в области производственной безопасности.

Информационный экземпляр

Рисунок 3 – Политика ПАО «Газпром» в области охраны труда и промышленной безопасности.

Стратегическую роль в развитии сети автомобильных газонаполнительных компрессорных станций неоднократно отмечалась на высоком уровне в Правительстве Российской Федерации, поэтому деятельность и инвестиции публичного акционерного общества «Газпром», а также его дочерних обществ, таких как ООО «Газпром газомоторное топливо» с каждым годом всё больше направлены в сферу перевода и популяризации газомоторное топлива. как более дешёвый источник энергии для автомобилей.

При осуществлении деятельности ПАО «Газпром» и его дочерние предприятия ставят в приоритет жизнь и здоровье работников на производстве, а также соблюдение требований промышленной и пожарной безопасности.

Политика в области охраны труда и промышленной безопасности распространяется на публичном акционерном обществе «Газпром» и всех дочерних обществах и организациях.

Хотелось бы отметить, что политика ПАО «Газпром» в области охраны труда и промышленной безопасности является всеобъемлющей и находится среди передового опыта организаций, внедряющих на производствах инновационные методы и средства, для защиты и охраны персонала во время работы, и соблюдения законодательства в сфере промышленной безопасности.

Данный подход высоко оценивается ведущими экспертами по всему миру, и данный опыт заимствуется транснациональными корпорациями в Европе и США.

По итогам первой главы диссертации на тему «Исследование и разработка методов и способов повышения эффективности промышленной и пожарной безопасности на автомобильной газонаполнительной компрессорной станции (на примере АГНКС №1 ООО «Газпром трансгаз Самара» г.о. Тольятти)», нами отмечаются амбициозные планы развития сети автомобильных газонаполнительных компрессорных станций руководством страны, так Президент Российской Федерации Владимир Владимирович Путин, поручил, в апреле 2018 года, кабинету министров заняться развитием в России газозаправочной сети, а также изучить вопрос о разработке схем

территориального размещения заправочных станций и газопроводной инфраструктуры по каждому региону страны.

Также особое внимание необходимо уделить на необходимость развития газозаправочной сети и обеспечения её загруженности до эффективного коммерческого использования, получения прибыли и реализации проектов ПАО «Газпром».

Помимо этого, должен быть проработан вопрос расширения парка транспорта, использующего газ в качестве моторного топлива. Правительство должно учесть программы обновления муниципального пассажирского и грузового транспорта, такси, школьных автобусов и транспорта экстренных и оперативных служб.

Необходимо продумать меры поддержки автолюбителей использующих автозаправочные мощности АГНКС, в частности освободить от уплаты полностью или частично, транспортного налога за автомобиль, уменьшить коэффициент по ОСАГО, льготный тариф на платных автомагистралях.

В последние пару лет монополистом данного рынка ПАО «Газпром» проведены инвестиции в развитие сети автомобильных газонаполнительных компрессорных станций более десяти миллиардов рублей, и на эти средства было построено порядка 60 станций в 25-х российских регионах.

Кроме того, в конце 2017 года холдинг «Газпром» открыл в Москве крупнейшую в России и Европе АГНКС. Данная станция имеет мощность более 30 млн кубометров газа в год, и может заправлять до 2.5 тыс транспортных средств в день экологически чистым природным газом (метан), под топливным брендом EcoGas, стоимость которого по России в среднем порядка 15-18 рублей. EcoGas — это чистое моторное топливо без примесей и добавок, дешевле тяжелых видов топлива в 2 раза, и продлевает срок службы двигателя, за счёт отсутствия тяжелых для эксплуатации двигателя веществ, добиваясь увеличения срока службы в 1.5 раза.

Для системного развития рынка создана отдельная специализированная компания – ООО «Газпром газомоторное топливо».

Исследование и разработка, методов и способов повышения эффективности промышленной и пожарной безопасности на АГНКС выбраны в качестве направления исследования, в связи с тем, что позволит результативно увеличить эффективность работы персонала, минимизировать риск гибели и получения травм разной степени тяжести, ущерб окружающей среде и оборудованию организации ООО «Газпром Трансгаз», и кроме того данное внедрение даст нужный экономический эффект, которое будет выгодным объектом инвестирования в безопасность предприятия.

2 Анализ и исследование нормативно-правовой базы. Разработка дополнительных мероприятий по повышению эффективности промышленной и пожарной безопасности на АГНКС №1.

2.1 Исследование имеющихся систем управления охраной труда, первичных средств тушения пожара в организации нефтегазового комплекса РФ.

На АГНКС №1 разработана единая комплекс-система по управлению охраной труда, устанавливающая политику и цели в области охраны труда и промышленной безопасности, а также процедуры по достижению этих целей.

Система управления охраной труда является составной частью менеджмента дирекции организации. Особенно разработанные системы необходимы на объектах в газовом и химическом комплексах, для обеспечения снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов и рисков, а также слаженного выполнения требований федерального законодательства в области промышленной безопасности (ФЗ № 116)

Успешная деятельность системы управления охраной труда в первую очередь зависит от профессионализма руководителей и специалистов в области охраны труда.

На объектах Газпром Трансгаз Самара применяются средства индивидуальной защиты, а также специальная рабочая одежда обеспечивающая безопасность человека от вредных и опасных факторов во время выполнения производственной деятельности. Система управления охраной труда включает в себя несколько видов огнетушителей находящихся на распределительной станции- пенные, газовые и порошковые, в случае возгорания в административных помещениях АГНКС данные первичные средства тушения пожара позволят с большой вероятностью (в случае достаточного количества и исправного состояния) предотвратят серьезный материальный ущерб, вред здоровью сотрудникам и близлежащих сооружений.

Выделяют на три разновидности огнетушителей:



-Пенные

-Газовые

-Порошковые

Газовые огнетушители ранжируют на:

-Углекислотные

-Углекислотно-бромовые

Ещё выделяют аэрозольные газовые огнетушители на основе углеводородов

Углекислотные огнетушители бывают ручные, например огнетушитель углекислотный-2, где 2 объём диоксида углерода в огнетушителе в литрах при давлении 60 атмосфер, также бывают углекислотные огнетушители объёмом пять и восемь литров.

Один литр объема огнетушителя дает 500 л CO<sub>2</sub>. Рекомендуется использовать в помещениях, где установлена дорогостоящая техника. Во всех помещениях АГНКС №1 находятся углекислотные огнетушители.

Порошковые огнетушители не пригодны для использования в помещениях автомобильной газонаполнительной компрессорной станции. их используют для тушения локальных пожаров.

В случае объектов с большим количеством электроники, целесообразней использовать углекислотные огнетушители, именно поэтому на объекте АГНКС №1 в г.о. Тольятти, в каждом помещении установлены данные огнетушители, а также имеются резервные дополнительные огнетушители в складских помещениях.

В настоящее время, в соответствии с требованиями устанавливаемыми федеральным законодательством, все объекты повышенного риска должны оснащаться стационарными системы пожаротушения, которые совместно с системой оповещения обеспечивают комплексную безопасность промышленных объектов, так при срабатывании датчика извещателя от повышения температуры автоматически подключается звуковое оповещение персонала, обученного под действия в данной ситуации.

В качестве кабеля для охранно-пожарной сигнализации и систем оповещения (до датчика извещателя), рекомендуется использовать кабели проверенных марок, с характеристиками низкого дымовыделения и не поддерживанием горения

АГНКС-1, г. Тольятти  
Технологическая схема

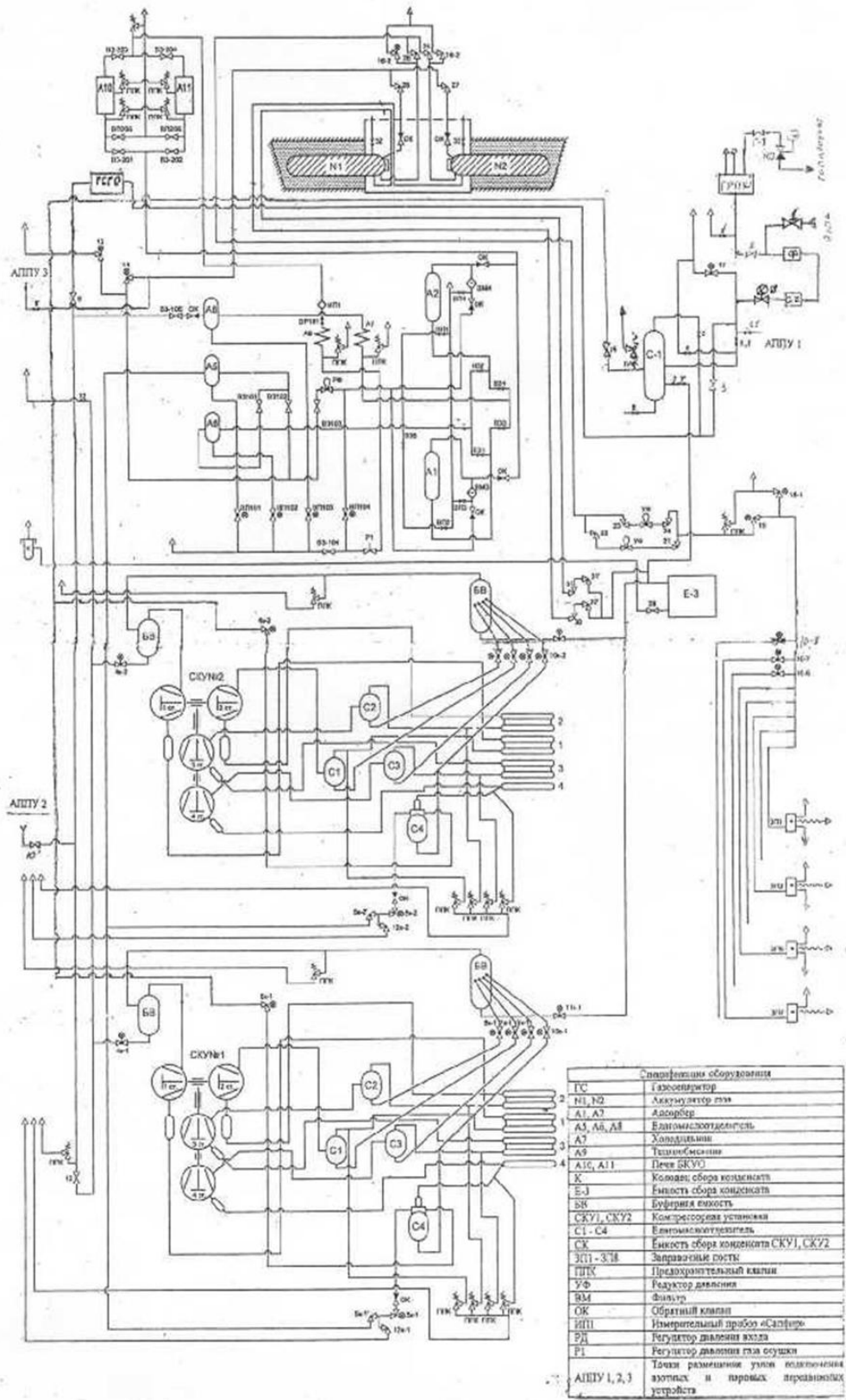


Рисунок 4 – Технологическая схема АГНКС-1, г. о. Тольятти

## 2.2 Мониторинг и анализ требований промышленной и пожарной безопасности на АГНКС

Эксплуатирующая организация Газпром Трансгаз Самара автомобильной газонаполнительная компрессорной станции должна иметь соответствующие лицензии для управления и использовании станции по назначению. Эксплуатация АГНКС, без соответствующих лицензий и разрешения, строго запрещается законодательством Российской Федерации.

Общие требования, предъявляемые к АГНКС отражены в ведомственным руководящий документ ВРД 39-2.5-082-2003" (утв. ОАО "Газпром" 15.05.2003) ПАО «Газпром»:

«Согласно, предъявляемых требований документа к мероприятиям по испытанию допускаются лица старше восемнадцати лет имеющие специальную подготовку, проводимую в специализированных организациях имеющих лицензию на данную подготовку. В документе также отмечается, что руководителем автомобильной газонаполнительной компрессорной станции должно производиться эффективное обучение в определенные сроки с периодичностью не реже одного раза в год, а также по итогам обучения проводить проверку имеющихся знаний у работников о требованиях предъявляемых к АГНКС, и в сфере промышленной безопасности на опасных производственных объектах. Обучение и инструктаж персонала и руководства касается безопасным способам и методам эксплуатации автомобильной газонаполнительной компрессорной станции, а также обучение обращению со специальными средствами для проведения аварийно-спасательных работ на объектах газовой сферы.» [35]

Главным ведомственным документом в области эксплуатации автомобильных газонаполнительных компрессорных станций является: "Правила технической эксплуатации автомобильных газонаполнительных компрессорных станций. ВРД 39-2.5-082-2003" (утв. ОАО "Газпром" 15.05.2003). [35]

В правилах указаны возлагаемые на организацию, эксплуатирующую автомобильную газонаполнительную компрессорную станцию, требования по безопасной эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту систем и оборудования. [35]

При разработке правил технической эксплуатации автомобильных газонаполнительных компрессорных станций, учтены требования по эксплуатации электрооборудования, компрессорных установок, сосудов, работающих под давлением, и другого оборудования, установленного на автомобильных газонаполнительных компрессорных станций, регламентированные государственными и ведомственными нормативно-техническими документами, а также учтен накопленный опыт эксплуатации станций и предложения организаций, эксплуатирующих и контролирующих работу автомобильных газонаполнительных компрессорных станций. [35]

Помимо данных правил, которые являются обязательными для выполнения всеми автомобильными газонаполнительными компрессорными станциями, все организации данного вида деятельности, должны выполнять требования Федерального закона №116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». [35]

Генеральный директор автомобильной газонаполнительной компрессорной станции несёт ответственность за соблюдение требований промышленной и пожарной безопасности, за создание безопасных условий труда, разделяя её на некоторых участках, с мастером и специалистом по охране труда, кроме того он также обязан выполнять мероприятия по противодействию терроризму.

Здание и помещения автомобильной газонаполнительной компрессорной станции обязательно маркируются классом и категорией пожарной безопасности, вывеска с адресом и телефоном, а также телефоны экстренных служб. [35]

При отсутствии возможности установить технические устройства отечественного производства на автомобильной компрессорной станции,

необходимо получить разрешение на иностранные устройства, согласно положению. [35]

В организациях эксплуатирующих автомобильные газонаполнительные компрессорные станции, например в ООО «Газпром газомоторное топливо», контроль над безопасностью технологического процесса осуществляется, в соответствии с единой системой управления охраной труда и промышленной безопасности, а также технологическим регламентом. [35]

На каждой автомобильной газонаполнительной компрессорной станции должны находиться инструкции по составлению плана ликвидации аварии, план тушения пожара, план эвакуации, эвакуационные выходы должны быть открыты, видны, и не иметь препятствий, в случае эвакуации, при изменении законодательства все инструкции должны пересматриваться, но реже одного раза в три года. [35]

«Осуществление эксплуатации, ремонт, проведение ремонтных и профилактических работ на технологическом оборудовании на автомобильной газонаполнительной компрессорной станции должно проводиться в соответствии с "Правила технической эксплуатации автомобильных газонаполнительных компрессорных станций. ведомственный руководящий документ 39-2.5-082-2003" (утв. ОАО "Газпром" 15.05.2003).» [35]

Руководство автомобильной газонаполнительной компрессорной станции проходит обучение по системе разработанной в организации каждые три года, вопросы для аттестации, согласовываются с территориальным органом Ростехнадзора. [35]

Для допуска к работе руководством объекта проводится вводный инструктаж по охране труда, в том числе студентам и практикантам, также проводится проверка знаний промышленной и пожарной безопасности, после которой выдаётся заключение о возможности самостоятельного характера работы. Для рабочих аттестацию проводят не реже раза в год. В случае неудовлетворительного прохождения тестирования, работник не допускается к работе, а направляется на дополнительное обучение и проходит аттестацию

повторно через месяц или выносятся вопрос о несоответствии занимаемой должности в соответствии с трудовым кодексом российской федерации. [35]

Руководителем автомобильной газонаполнительной компрессорной станции, согласно правилам технической эксплуатации автомобильных газонаполнительных компрессорных станций устанавливается ограниченный условный участок земли, являющийся охранной зоной автомобильной газонаполнительной компрессорной станцией, не допускается размещение других сооружений в охранной зоне. [35]

Запрещается доступ на территорию автомобильной станции посторонних граждан. К зданиям станции должны быть проведены подъезды с твердым покрытием, содержаться в чистоте, проезды должны быть свободными, пожарные гидранты должны обеспечиваться в рабочем состоянии. Очистка ливневых стоков должна проводиться на всей территории станции. [35]

Запрещается беспорядочное хранение материалов, оборудования и т.п. на территории АГНКС. [35]

Регламентные и ремонтные работы должны проводиться либо работниками специализированной организации и (или) работниками АГНКС, прошедшими обучение. Организации должны иметь лицензию на право проведения этих работ, а работники, их проводящие, должны иметь наряд-допуск, оформленный в установленном порядке. [35]

В присутствии начальника автомобильной газонаполнительной компрессорной станции, мастера и других ответственных специалистов подразделения проводятся периодические испытания герметичности газопроводов. Они проводятся не реже раза в три года, и, результаты данных испытаний оформляются актом и заносятся в соответствующий журнал». [35]

Пожарная и промышленная безопасность это результат реализации важнейших стратегических требований установленных посредством нормативно-технической документации, требований Федеральных законов, сводов правил, ГОСТов и внутренних документов организаций с целью предупреждения негативных последствий антропогенного и быденного

воздействия на жизнь и здоровье людей и нанесения ущерба окружающей среде. [35]

Данные постулаты закреплены также и в верховенствующем законе Российской Федерации - Конституции, а именно в положениях о правах имеющихся у каждого гражданина российской федерации на благоприятную окружающую среду. [35]

Часто организации занимающиеся производством автомобилей, компонентов автомобилей, промышленное производство масел и технических жидкостей негативно влияют на окружающую среду, а именно загрязнение атмосферы, воды и почвы остатками промышленного производства.

К сожалению, частный бизнес, имея единственную цель, отраженную в уставе обществ – извлечение прибыли, забывает о социальной роли-сохранения человеческого рода, многообразия природы, видов животных и растений, нередко наносит большой ущерб для окружающей среды, в задачу же нормативно-технической документации как раз входит регулирование отношений хозяйствующего субъекта в гармонии с окружающей средой, минимизация ущерба природе, обществу. А в случае уже нанесенного вреда, требование компенсации и восстановления утраченного многообразия, путем вынесения санкций в виде штрафа, ведомствами ведущими надзор за данным видом деятельности.

### 2.3 Новые методы, системы и способы повышения эффективности промышленной безопасности опасного производственного объекта на примере АГНКС №1

В рамках плана подготовки по написанию магистерской диссертации нами проведено аналитическое исследование уязвимости на опасном производственном объекте автомобильной газонаполнительной компрессорной станции №1, которая находится по адресу Автозаводское шоссе 10Б. В результате аналитического исследования подготовлен ряд научных статей,



опубликованных в журналах РИНЦ, и получена высокая оценка рецензентами данных журналов.

Статья опубликованная в журнале Теория. Практика. Инновации входит в библиографическую базу данных научных публикаций российских учёных: «Пожары и взрывы на автомобильных заправочных станциях являются не частым явлением, но масштаб угрозы для жизни людей и экологическому благополучию района, а также ущерб окружающей инфраструктуре вынуждает ставить пожарную безопасность объекта на первый план. Кроме того, не менее серьезные последствия за несоблюдение норм ждут и сам бизнес.

Интенсивный рост количества автомобилей в числе оснащенных газовым оборудованием требует увеличения количества автомобильных газонаполнительных компрессорных станций, а также постоянного внимания к повышению и поддержанию пожаробезопасности данных объектов повышенного риска.

Автомобильная газонаполнительная компрессорная станция оборудуется стационарными автоматическими газосигнализаторами дозрывоопасных концентраций. Сигнализаторы должны быть работоспособны, обладать функцией самоконтроля исправности, проходить проверку согласно ТУ и/или руководству по эксплуатации, оснащены источниками бесперебойного электропитания.

Если разрешается обходиться без стационарных газосигнализаторов, то на регулярной основе, согласно установленному графику, следует проводить анализ воздушной смеси переносными аналогами для проверки взрывоопасной концентрации паров углеводородов в закрытых объемах технологических систем, где присутствие паров топлива не допускается.

Расстановка датчиков сигнализаторов дозрывоопасных концентраций в контейнерах хранения топлива должна обеспечивать его обнаружение, а также паров топлива из трубопроводов и установленного на них оборудования.

Проведя анализ среди систем контроля загазованности наиболее эффективной и надёжной является система СТМ-10, данная система решает

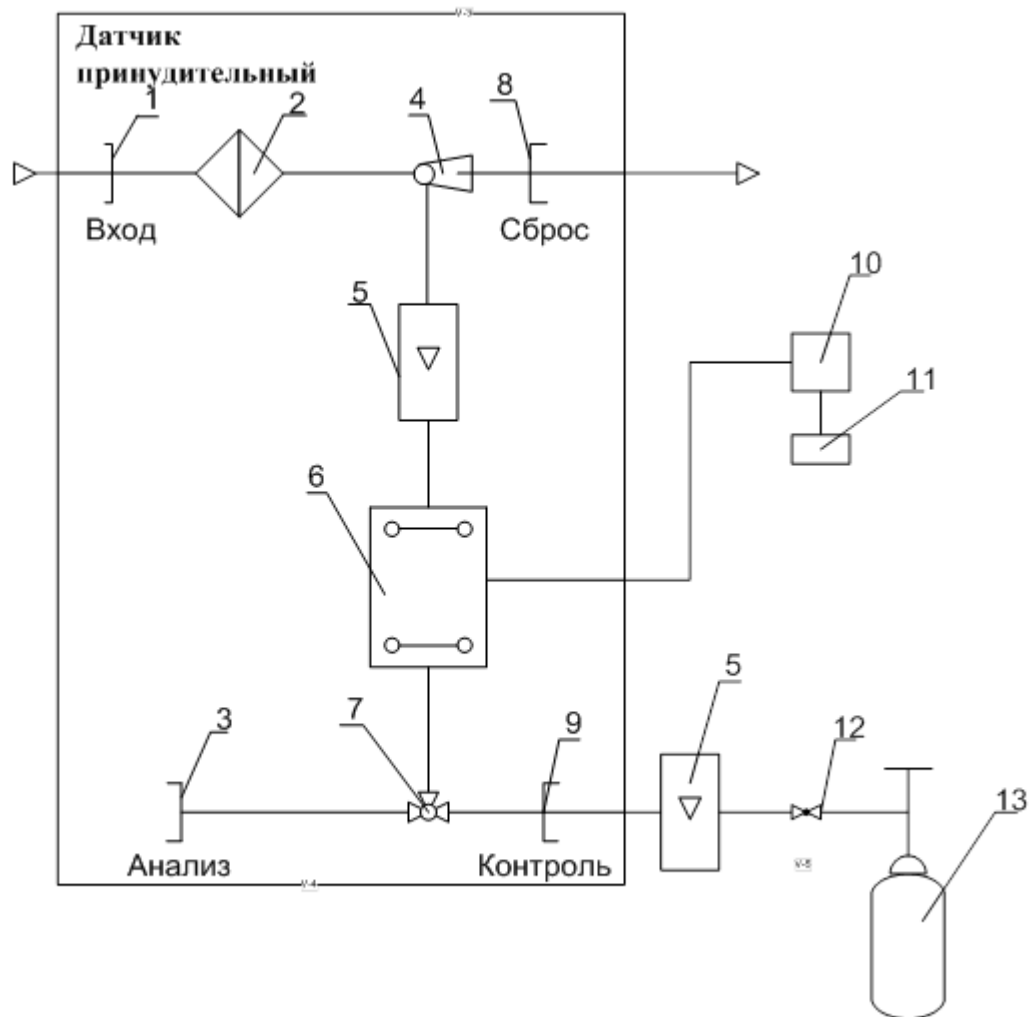
проблему загазованности в машинном зале автомобильной газонакопительной компрессорной станции, путем установки датчиков контроля газа, а также для автоматического постоянного контроля дозрывоопасных концентраций мультикомпонентных воздушных смесей горючих газов и паров.

Сигнализаторы СТМ-10 предназначены для непрерывного контроля дозрывоопасных концентраций в воздухе помещений и открытых пространств горючих газов, паров и их смесей. Сигнализаторы СТМ-10 являются автоматическими стационарными приборами, состоящими из блока сигнализации и питания и выносного блока датчика, снабженные блоком обмена информации. Блок датчика сигнализатора является взрывозащищенным с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь».

Блоки питания и сигнализации с входными искробезопасными цепями уровня «іb» имеют маркировку взрывозащиты «ExіbІІA в комплекте СТМ-10» или «ExіbІІC в комплекте СТМ-10», соответствуют ГОСТ 22782.5 и предназначены для установки вне взрывоопасных зон помещений и наружных установок. [22,23,24]

Датчики сигнализаторов СТМ-10 выполнены взрывозащищенными с маркировкой взрывозащиты «ІExdіbІІСТ6(Т3) в комплекте СТМ-10», соответствуют ГОСТ 22782.0, ГОСТ 22782.5, ГОСТ 22782.6 и могут эксплуатироваться во взрывоопасных зонах.

В основу принципа действия сигнализатора положен термохимический метод.



1 – штуцер для подсоединения линии сжатого воздуха, 2 – фильтр ИБЯЛ.713131.004, 3 – штуцер входа анализируемой смеси, 4 – эжектор, 5 – индикатор расхода ИБЯЛ.418621.002, 6 – датчик, 7 – кран (в режиме измерения находится в положении «Анализ»), 8 – штуцер для подсоединения линии сброса, 9 – штуцер входа ПГС-ГСО при проведении поверки, 10 – блок сигнализации и питания, 11 – амперметр (для СТМ-10-53 и СТМ-10-57), 12 – вентиль точной регулировки, 13 – баллон ПГС-ГСО, используемый при поверке сигнализатора.

Рисунок 5 – Схема газового сигнализатора с принудительной подачей среды.

В рамках анализа и исследования пожарной безопасности АГНКС №1 г.о. Тольятти выявлена уязвимость в пожарной безопасности машинного зала. В связи с отсутствием системного подхода к обеспечению пожарной

безопасности данного объекта имеется опасность образования взрывоопасных концентраций газа. Проведенное исследование и анализ патентов на изобретение и полезные модели показал, что наиболее эффективной и надёжной является система контроля загазованности СТМ-10.

Система контроля загазованности СТМ-10 рекомендуется устанавливать вместе с проектированием аварийной вентиляции. Поэтому установка данной системы решит проблемы выявленные в ходе исследования данной АГНКС. Данная система предусматривает снижение риска образования взрывоопасной концентрации до нуля.

Аварийная система вентиляции включается от сигнализаторов опасной концентрации газа в помещении при наличии его, превышающем 1% нижнего концентрационного предела воспламенения, а также при резком росте концентрации газа в помещении. Для включения и регулирования работы аварийной системы вентиляции нужно установить в помещении газоанализатор. Так если концентрация газа и паров увеличивается на 20% от нормы, аварийная система вентиляции включается автоматически. При проектировании необходимо учесть ручной запуск аварийной вентиляции на исполнительные устройства.

Таким образом, внедрение системы контроля загазованности СТМ-10 на объекте АГНКС №1 повысит защищенность газонакопительной компрессорной станции, а также повысит эффективность и системность работы станции, в условиях перехода на риск-ориентированный подход контрольно-надзорной деятельности проверяющих органов на опасных производственных объектах в Российской Федерации.

Результатом данного исследования является установка системы контроля загазованности (СТМ-10) в машинном зале автомобильной газонакопительной компрессорной станции в г. Тольятти, что снижает техногенный риск в г.о. Тольятти, а также повышает пожарную безопасность опасного производственного объекта (АГНКС №1).

Для проверки системы автоматического включения аварийных вентиляторов от системы контроля загазованности СТМ-10, производится подача проверочных смесей на датчики входа QE, концентрацией 0,6-0,8% из баллона.

В результате проверки датчики системы контроля загазованности должны сработать, вследствие этого включается предупредительная звуковая и световая сигнализация «Газ 0,5%» на щите управления, далее включается аварийно вытяжная вентиляция с индикацией о включении на щите управления.

При подаче проверочной смеси с концентрацией газа 1.23% срабатывают датчики системы загазованности, вследствие этого включается предупредительная звуковая и световая сигнализация «Газ 1%», на щите управления, далее включаются аварийно-вытяжные вентиляторы, и подключается алгоритм аварийной остановки автомобильной газонаполнительной компрессорной станции, загорается табло на щите управления «Авария АГНКС», при этом происходит остановка компрессорных установок, автоматические запорные механизмы переводятся в закрытый режим. Ход данного алгоритма отслеживается по световой сигнализации положения запорной арматуры и состояния вентиляции на щите управления.

В случае срабатывания всех систем в соответствии с алгоритмами контрольная проверка завершена, и система автоматического включения аварийных вентиляторов и централизованного отключения установок исправна.

Кроме того, в ходе патентного поиска, а также в виду необходимости замены устаревшего блока осушки, предлагается было установка на АГНКС блока осушки газа высокого давления для повышения безопасности, заявляемое техническое решение представлено в полезной модели №170791 и относится к области нефтегазового машиностроения, и может быть использовано в автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях ( АГНКС ) для глубокой осушки компримированного до высокого давления природного газа. Техническим результатом, обеспечиваемым заявляемым техническим

решением, является повышение степени очистки газа и эффективности регенерации адсорбента. Сущность заявленного технического решения состоит в том, что блок осушки газа высокого давления, включающий систему трубопроводов, два параллельно подключенных адсорбера, фильтр, запорную управляемую арматуру, выполненную с обеспечением возможности попеременной работы адсорберов, отличается тем, что дополнительно снабжен влагоотделителем, вход которого соединен с выходом блока осушки, а выход соединен через обратные клапаны со входами адсорберов, при этом выход первого адсорбера соединен через кран шаровой со входом блока осушки; а входы адсорберов через обратные клапаны соединены также с выходом блока осушки и трубопроводом вывода на свечу; выход второго адсорбера через кран шаровой соединен со входом фильтра тонкой очистки; выход которого соединен с клапаном поддержания давления, соединенного с обратным клапаном для выхода газа из установки.

Адсорберы включают баллоны, наполненные сорбентом-силикагелем. В качестве фильтра содержит фильтр тонкой очистки. Адсорберы, фильтр, влагоотделитель снабжены манометрами.

Блок осушки установлен в сварном каркасе в виде прямоугольного параллелепипеда, имеющего ребра жесткости, при этом все конструктивные элементы размещены в границах блока осушки, а боковая стенка каркаса снабжена панелью манометровой.

На трубопроводе вывода на свечу установлено устройство разрывное. Предохранительный клапан подключен параллельно устройству разрывному.

Блок осушки газа высокого давления, заявляемое техническое решение относится к области нефтегазового машиностроения, и может быть использовано в автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях для глубокой осушки сжатого до высокого давления природного газа.

Предшествующий уровень техники. Известен блок осушки (БО) природного газа высокого давления- Патент РФ №2493432 на изобретение. Как

и в заявляемом техническом решении указанный аналог содержит систему трубопроводов, два параллельно подключенных адсорбера, фильтр, запорную управляемую арматуру, выполненную с обеспечением возможности попеременной работы адсорберов.

Недостатком указанного аналога является наличие дополнительно установленных буферной емкости, компрессора, что увеличивает продолжительность осушки и регенерации, а также сложность и громоздкость установки.

Также, известна АГНКС, включающая блок осушки газа. Как и в заявляемом техническом решении, указанный аналог включает систему трубопроводов, два параллельно подключенных адсорбера, фильтр, запорную управляемую арматуру, выполненную с обеспечением возможности попеременной работы адсорберов. Кроме того блок осушки размещен в сварном каркасе.

Недостатком указанного аналога является малая глубина очистки газа. Указанный аналог является по совокупности существенных признаков наиболее близким аналогом того же назначения к заявляемому техническому решению. Поэтому он принят в качестве прототипа. Раскрытие заявляемого технического решения. Задачей технического решения является повышение эффективной работы АГНКС. Техническим результатом, обеспечиваемым заявляемым техническим решением, является повышение степени очистки газа и эффективности регенерации адсорбента.

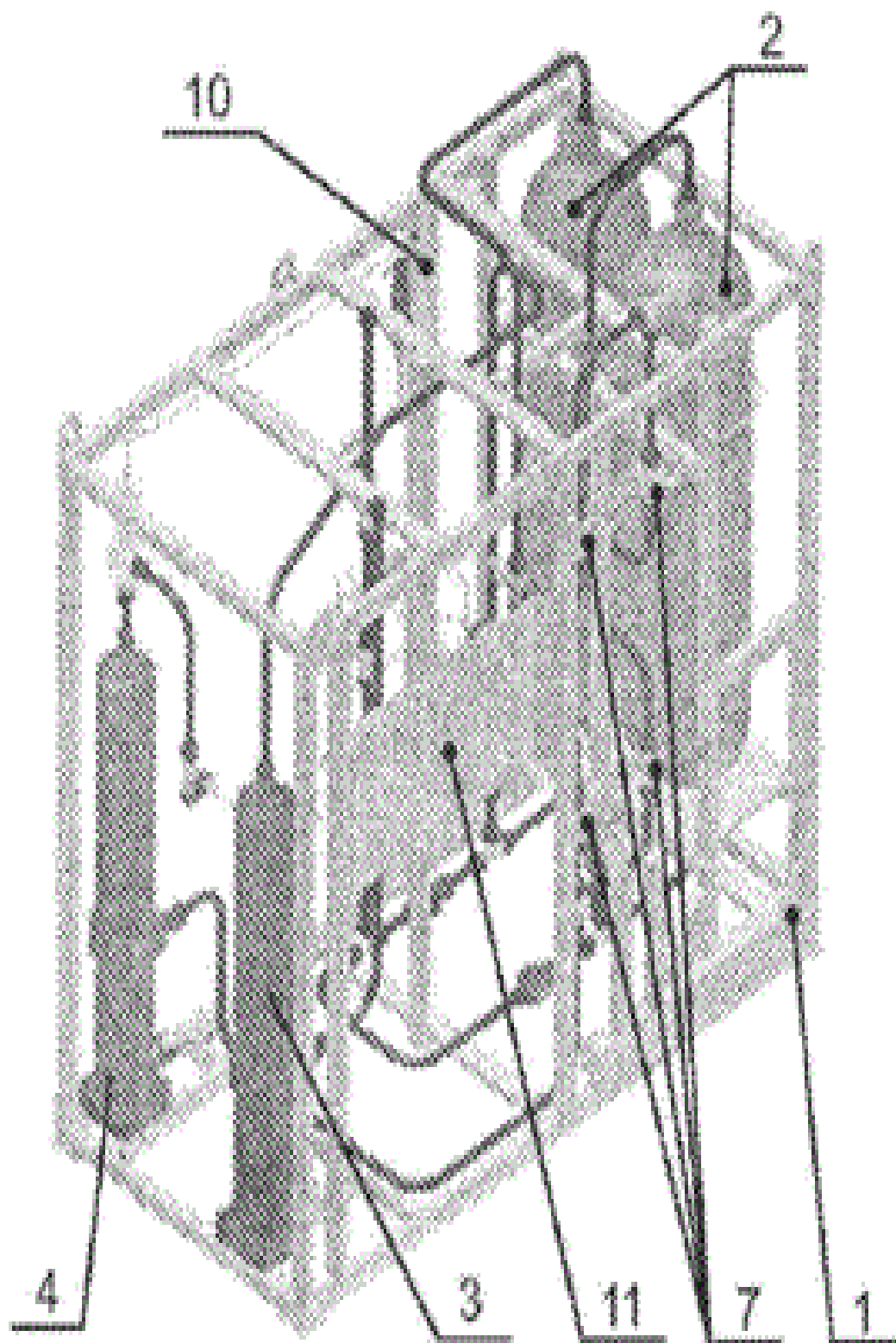
Сущность заявленного технического решения состоит в том, что блок осушки газа высокого давления, включающий систему трубопроводов, два параллельно подключенных адсорбера, фильтр, запорную управляемую арматуру, выполненную с обеспечением возможности попеременной работы адсорберов, отличается тем, что дополнительно снабжен влагоотделителем, вход которого соединен с выходом блока осушки, а выход соединен через обратные клапаны со входами адсорберов, при этом выход первого адсорбера соединен через кран шаровой со входом блока осушки; а входы адсорберов

через обратные клапаны соединены также с выходом блока осушки и трубопроводом вывода на свечу; выход второго адсорбера через кран шаровой соединен со входом фильтра тонкой очистки; выход которого соединен с клапаном поддержания давления, соединенного с обратным клапаном для выхода газа из установки.

Адсорберы включают баллоны, наполненные сорбентом-силикагелем. В качестве фильтра содержит фильтр тонкой очистки. Адсорберы, фильтр, влагоотделитель снабжены манометрами. Блок осушки установлен в сварном каркасе в виде прямоугольного параллелепипеда, имеющего ребра жесткости, при этом все конструктивные элементы размещены в границах блока осушки, а боковая стенка каркаса снабжена панелью манометровой. На трубопроводе вывода на свечу установлено устройство разрывное. Предохранительный клапан подключен параллельно устройству разрывному. Заявленное техническое решение направлено на создание блока осушки газа, позволяющего проводить глубокую осушку компримированного до высокого давления природного газа без образования кристаллогидратов при температуре окружающего воздуха до минус 30°C.

Автором заявленного технического решения изготовлен опытный образец этого решения, испытания которого подтвердили достижение технического результата.





1 - каркас; 2 - два адсорбера, наполненные сорбентом-силикагелем 3 -  
 влагоотделитель; 4 - фильтр тонкой очистки; 5 - краны шаровые типа Ду25,  
 Ру250; 6 - коллектор продувок; 7- панель манометровая;  
 Рисунок 6 – Принципиальная схема Блока осушки

Оборудование блока осушки газа высокого давления смонтировано на сварном каркасе (1) и включает в себя два параллельно подключенных адсорбера, наполненных сорбентом-силикагелем (2), влагоотделитель (3), фильтр тонкой очистки (4), предохранительный клапан (5), устройство разрывное (6), краны шаровые (7), клапаны обратные (8), клапан поддержания давления (9), коллектор продувок (10), панель манометровую (11), а также трубопроводную запорную арматуру, выполненную с обеспечением возможности попеременной работы адсорберов.

Вход влагоотделителя (3) соединен с выходом блока осушки, а выход соединен через обратные клапаны (18), (19) со входами адсорберов (2), при этом выход первого адсорбера (2.1) соединен через кран шаровой (12) со входом блока осушки; а входы адсорберов (2.1), (2.2) через обратные клапаны (17), (20) соединены также с выходом блока осушки и трубопроводом вывода на свечу; выход второго адсорбера (2.2.) через кран шаровой (14) соединен со входом фильтра тонкой очистки (4), выход которого соединен с клапаном поддержания давления (9), соединенного с обратным клапаном (21) для выхода газа из установки. Осуществление технического решения. Суть процесса осушки заключается в поглощении твердым адсорбентом паров влаги из сжатого до 25 МПа природного газа.

По мере поглощения влаги из газа адсорбент увлажняется и постепенно теряет свои поглощающие свойства. Регенерация (восстановление поглощающих свойств) адсорбента позволяет восстановить его поглощающие свойства путем прохождения через него подогретого газа низкого давления с большой влагопоглощающей способностью. Эта способность достигается путем дросселирования компримированного газа после его осушки.

Для обеспечения непрерывности процесса осушки газа осушитель включает в себя два адсорбера (2), работающие поочередно в режиме регенерации и осушки, переключаемые при помощи специальной запорно-регулирующей арматуры согласно алгоритму работы блока осушки.

В зависимости от условий эксплуатации компрессорной установки и осушителя, состояния адсорбента, температуры и давления поступающего на осушку газа, а также необходимой степени осушки, продолжительность работы каждого адсорбера без регенерации может быть не более 8 ч и устанавливается опытным путем с установкой работы по времени.

Работа блока осушки газа высокого давления осуществляется следующим образом.

Сжатый в компрессорной установке газ до 19...25 МПа с температурой 90...120 °С поступает в влагомаслоотделитель, где очищается от капельного масла, находящегося в газе в виде капель или тумана. При работе первого адсорбера (2.1) в режиме регенерации после влагомаслоотделителя газ через первый кран шаровой (12) (второй (13) и четвертый (15) шаровые краны закрыты, третий шаровой кран (14) открыт) поступает в первый адсорбер (2.1), а затем через первый обратный клапан (17) направляется на выход БО, в концевой газоохладитель (не указан на схеме) компрессорной установки. Выделившийся в процессе охлаждения конденсат, отделяется в влагоотделителе (3), входящем в состав блока осушки. Газ с относительной влажностью 100% через третий обратный клапан (19) поступает во второй адсорбер (2.2), где происходит процесс осушки, а затем через третий кран шаровой (14) поступает в фильтр тонкой очистки (4) для отделения частиц адсорбента. Выход газа из установки осуществляется через клапан поддержания давления (9) и пятый обратный клапан (21).

При работе второго адсорбера (2.2) в режиме регенерации газ через четвертый кран шаровой (15) (первый (12) и третий (14) шаровые краны закрыты, второй шаровой кран (13) открыт) последовательно проходит второй адсорбер (2.2), четвертый клапан обратный (20), поступает на выход БО в газоохладитель, затем проходит влагоотделитель (3), второй обратный клапан (18), первый адсорбер (2.1), второй кран шаровой (14) и выходит из установки через клапан поддержания давления (9) и пятый обратный клапан (21).

Максимальная эффективность регенерации адсорбента достигается при максимальной допустимой температуре газа на выходе из последней ступени компрессора. Работоспособность установки осушки возможна лишь при отсутствии масла в газе, поступающем на осушку или регенерацию. В противном случае, произойдет засорение адсорбента маслом и снижение его адсорбирующей способности. Установка влагоотделителя позволяет провести более полное отделение конденсата от очищаемого конденсатосодержащего газа, тем самым повысить степень осушки газа и эффективность регенерации адсорбента.

Глубокая степень осушки позволяет подготовить для заправки автомобилей кондиционный газ, обеспечивающий бесперебойную работу двигателей в любой период года, так как при таком малом влагосодержании исключается вероятность образования ледяных и гидратных пробок (кристаллогидратов) на участке пути газа «баллон - первая ступень редуцирования» в автомобиле. Установка блока осушки должна устанавливаться в помещениях с температурой окружающего воздуха от +1°C до +45°C.

Максимальная пропускная способность блока осушки 1600 нм<sup>3</sup> /час.

Максимальное давление компримированного осушаемого газа 25 МПа.

Промышленная применимость.

Заявляемое техническое решение реализовано с использованием промышленно выпускаемых устройств и материалов, может быть изготовлено на любом нефтегазостроительном предприятии.

Формула полезной модели

1. Блок осушки газа высокого давления, включающий систему трубопроводов, два параллельно подключенных адсорбера, фильтр, запорную управляемую арматуру, выполненную с обеспечением возможности попеременной работы адсорберов, отличающийся тем, что дополнительно снабжен влагоотделителем, вход которого соединен с выходом блока осушки, а выход соединен через обратные клапаны со входами адсорберов, при этом

выход первого адсорбера соединен через кран шаровой со входом блока осушки; а входы адсорберов через обратные клапаны соединены также с выходом блока осушки и трубопроводом вывода на свечу; выход второго адсорбера через кран шаровой соединен со входом фильтра тонкой очистки; выход которого соединен с клапаном поддержания давления, соединенного с обратным клапаном для выхода газа из установки.

2. Блок осушки газа высокого давления по п.1, отличающийся тем, что адсорберы включают баллоны, наполненные сорбентом-силикагелем.

3. Блок осушки газа высокого давления по п.1, отличающийся тем, что в качестве фильтра содержит фильтр тонкой очистки.

4. Блок осушки газа высокого давления по п.1, отличающийся тем, что адсорберы, фильтр, влагоотделитель снабжены манометрами.

5. Блок осушки газа высокого давления по п.1, отличающийся тем, что установлен в сварном каркасе в виде прямоугольного параллелепипеда, имеющего ребра жесткости.

6. Блок осушки газа высокого давления по п.1, отличающийся тем, что конструктивные элементы размещены в границах блока осушки.

7. Блок осушки газа высокого давления по п.4 или 5, отличающийся тем, что боковая стенка каркаса снабжена панелью манометровой.

8. Блок осушки газа высокого давления по п.1, отличающийся тем, что на трубопроводе вывода на свечу установлено устройство разрывное.

9. Блок осушки газа высокого давления по п.1 или 8, отличающийся тем, что предохранительный клапан подключен параллельно устройству разрывному.

Также нами был проанализирован вопрос новейших сигнализаторов загазованности и подобрана полезная модель, отвечающая мировым стандартам по соотношению цена-качество: [54,55,56,57,58]

«Заявленное техническое решение относится к системам сигнализации, а именно к сигнализаторам загазованности, которые используются с целью

обеспечения безопасности людей в горной, горнодобывающей, химической, нефтегазовой промышленности и жилищно-коммунальном хозяйстве.

Сигнализатор загазованности содержит газовый сенсор с аэродинамической трубой на треноге, микропроцессор, радиомодем, схему питания, звуковой излучатель и световой сигнализатор. Данные блоки соединены друг с другом соответствующим образом.

Технический результат: повышение оперативности измерений и контроля вследствие ускорения взаимодействия газовой смеси с газовым датчиком, наличие дополнительной звуковой и световой сигнализации в месте измерения, кроме беспроводного канала передачи тревожного сигнала.

Полезная модель относится к области контроля параметров газовой среды и предназначена для автоматического контроля концентрации взрыво- и пожаро- токсично-опасных газов и паров нефтепродуктов внутри зданий, территории жилых зон, территории промышленных предприятий, горных выработок, газопроводов, лесных массивов, свалок отходов, автомобильных дорог и выдачи, как индивидуальной сигнализации, так и беспроводной передачи данных для оперативного информирования соответствующих служб при возникновении чрезвычайных ситуаций.

Устройство состоит из газового сенсора с аэродинамической трубой на штыве, микропроцессора, радиомодема, схемы питания, звукового излучателя и светового сигнализатора, что позволяет расширить арсенал технических средств газового мониторинга для случаев отсутствия в зоне мониторинга систем электроснабжения и кабельного телеизмерения. С целью энергосбережения в устройстве реализован периодический режим измерения концентрации газов и передачи данных на диспетчерский пульт. Техническим результатом является повышение оперативности и надежности работы устройства за счет оптимизации взаимодействия анализируемой газовой смеси с измерительным сенсором.

Заявляемая на регистрацию полезная модель относится к системам сигнализации, а именно к сигнализаторам загазованности, которые

используются с целью обеспечения безопасности людей в горной, горнодобывающей, химической, нефтегазовой промышленности и жилищно-коммунальном хозяйстве.

Известен газоанализатор ФП22, предназначенный для измерения объемной доли и поиска утечек горючих газов в воздухе, метана, пропана или водорода, оценки уровня загазованности и выдачи звуковой и световой сигнализации при превышении установленных пороговых значений объемной доли газов. Газоанализатор ФП22 является портативным измерительным прибором взрывозащищенного исполнения с цифровой индикацией, световой и звуковой сигнализацией, встроенным микронасосом и газозаборной штангой для принудительного забора пробы анализируемой среды.

Газоанализатор ФП22 способен проводить как измерение концентрации горючих газов в воздухе, так и контроль превышения установленных пороговых значений объемной доли газов. Недостатком газоанализатора ФП22 являются:

- увеличение энергопотребления при работе микронасоса;
- отсутствие беспроводного канала передачи измеренных данных.

Известна беспроводная сенсорная сеть для мониторинга состава газовой среды (патент РФ № 110205, МПК G08B 17, опубл. 15.03.2011), содержащая беспроводные газовые датчики с автономным питанием, не требующем замены в течение их межкалибровочного интервала, беспроводные исполнительные устройства, беспроводной координатор сети и беспроводные маршрутизаторы радиосигналов.

Беспроводная сенсорная сеть для мониторинга состава газовой среды собирает информацию о концентрации газов в точках размещения газовых датчиков и по радиоканалу передает измеренные данные на беспроводные исполнительные устройства или иные приемники. Недостатком беспроводной сенсорной сети является невысокая информативность работы вследствие отсутствия звуковой и световой сигнализации в месте измерения и невысокая оперативность измерений и контроля вследствие конечного и ограниченного

времени распространения газовой смеси в воздухе и ее взаимодействия с газовым датчиком.

Из известных технических решений наиболее близким по назначению и технической сущности к заявляемому является беспроводный газовый датчик с автономным питанием (патент РФ № 95849, МПК G01N 33/00, опубл. 10.07.2010), содержащий газовые сенсоры, аналоговую измерительную часть, микропроцессорный модуль для управления режимами работы сенсоров, первичной обработки данных измерений и их хранения, а также схему питания сенсора и устройства в целом, причем в состав электронной схемы устройства интегрирован программно-аппаратный интерфейс для передачи данных и команд по беспроводным сетям, а алгоритм проведения измерений и передачи данных оптимизирован с целью автономной работы устройства без замены элементов питания в течение межповерочного интервала.

Беспроводный газовый датчик с автономным питанием измеряет концентрацию газа в точке нахождения газового сенсора и по радиоканалу передает измеренные данные на приемник пункта сбора данных. Недостатком данного беспроводного газового датчика является невысокая информативность работы вследствие отсутствия звуковой и световой сигнализации в месте измерения и невысокая оперативность измерений и контроля вследствие конечного и ограниченного времени распространения газовой смеси в воздухе и ее взаимодействия с газовым сенсором.

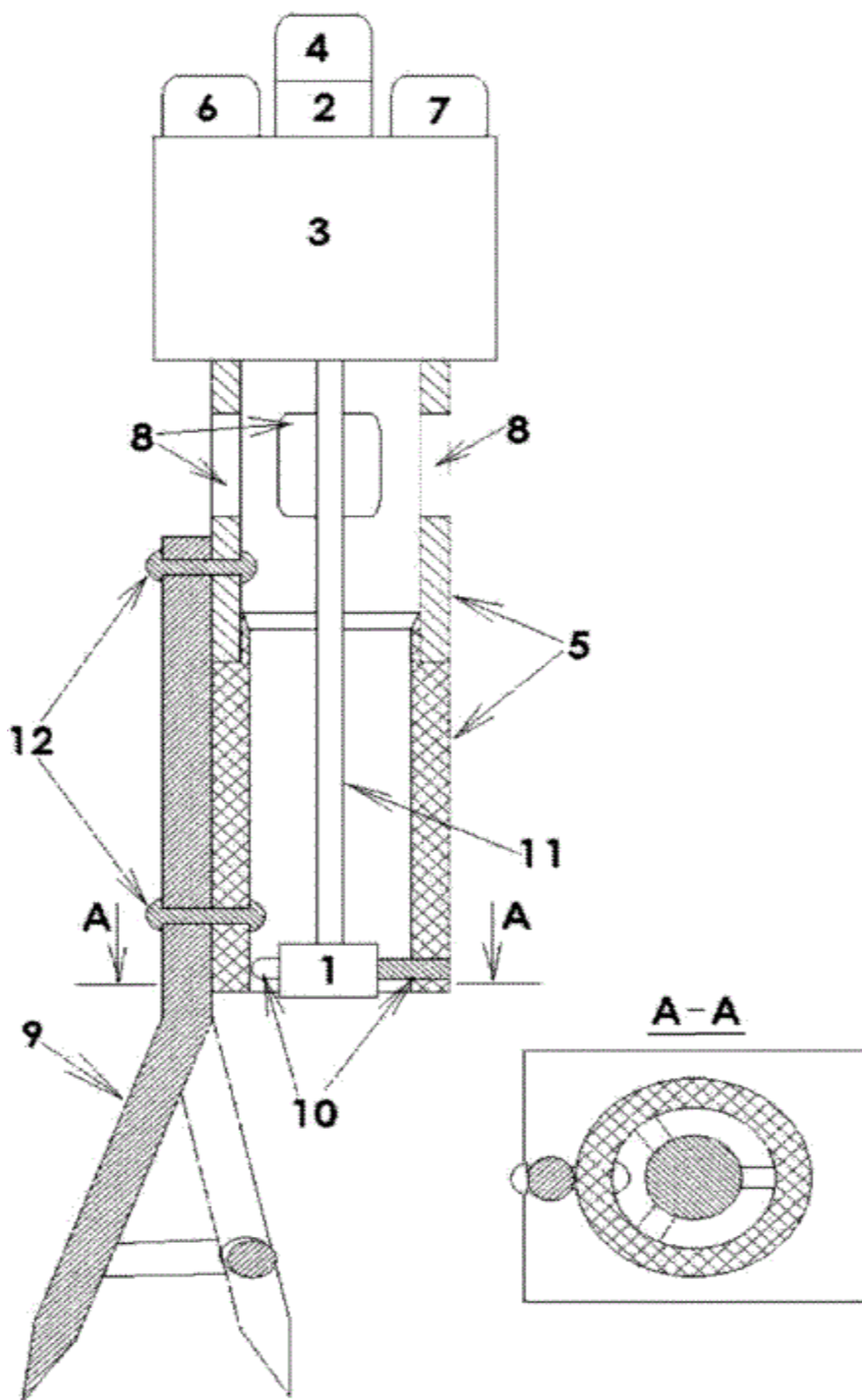
Задачей, на решение которой направлена заявляемая полезная модель, является повышение безопасности производственных объектов, нефтегазовой промышленности.

Поставленная задача достигается за счет того, что в известном беспроводном газовом датчике с автономным питанием, состоящем из газового сенсора, аналоговой измерительной части, микропроцессорного модуля для управления режимами работы сенсора, первичной обработки данных измерений и их хранения, схемы питания и радиомодема, добавлены аэродинамическая труба, звуковой излучатель и световой сигнализатор.



Основной техникой результат, который может быть получен при осуществлении заявляемой полезной модели, заключается в повышении оперативности измерений и контроля вследствие ускорения взаимодействия газовой смеси с газовым сенсором.

Дополнительным техническим результатом является наличие звуковой и световой сигнализации в месте измерения, кроме беспроводного канала передачи тревожного сигнала.



**Фиг. 2**

Сигнализатор загазованности состоит из газового сенсора 1, микропроцессора 2, схемы питания 3, радиомодема 4, аэродинамической трубы 5, звукового излучателя 6 и светового сигнализатора 7.

Рисунок 7 – Взаимное расположение конструктивных элементов сигнализатора загазованности.

Газовый сенсор 1 (Рис. 7), расположенный в нижней части аэродинамической трубы 5, соединен проводами, залитыми герметиком в трубке 11, со схемой сигнализатора загазованности. Для обеспечения жесткости газовый сенсор 1 закреплен в аэродинамической трубе 5 тремя шпильками 10. Аэродинамическая труба 5 состоит из черненной верхней металлической части, выполненной из любого металла с хорошей теплопроводностью и вставленной в нее нижней части из негорючего диэлектрика с плохой теплопроводностью. В верхней части аэродинамической трубы 5 выполнены отверстия, расположенные напротив друг друга. При наличии горизонтальной составляющей ветра вследствие эжекции происходит увлечение за собой воздуха в трубе и возникает вертикальное движение воздуха в трубе. Кроме этого, при наличии солнечного света верхняя часть трубы будет нагрета больше, чем нижняя, отчего также возникнет тяга воздушного потока снизу вверх. За счет меньшего внутреннего диаметра нижней части трубы по сравнению с верхней в зоне расположения газового сенсора 1 скорость перемещения воздушного потока возрастает по сравнению со скоростью в верхней части трубы. Тренога 9, обеспечивающая установку сигнализатора загазованности на земле, крепится к аэродинамической трубе 5 заклепками 12.

Заявляемое техническое решение поясняется во взаимодействии между отдельными элементами в процессе работы.

Аэродинамическая труба 5 нижним своим концом (входом) находится на уровне контролируемой воздушной среды, а верхний ее конец прикреплен к корпусу сигнализатора загазованности. Газовый сенсор 1 установлен в нижней части аэродинамической трубы 5, вследствие чего организуется направленное перемещение воздушной среды снизу вверх, увеличивая интенсивность взаимодействия воздушной среды с газовым сенсором 1. Газовый сенсор 1 (например, инфракрасный оптический), активизированный микропроцессором 2, формирует электрический сигнал (аналоговый или цифровой, в зависимости от конструкции и схемы), пропорциональный концентрации обнаруживаемого

газа в воздушной среде, который поступает на вход (аналоговый вход аналого-цифрового преобразователя АЦП или вход цифрового сигнала, в зависимости от вида выходного сигнала) микропроцессора 2. Микропроцессор 2 производит вычисление концентрации газа и сравнение с записанными в памяти порогоми. В случае превышения порога активизируется радиомодем 4 и производится передача тревожного сигнала посредством радиоволн. Кроме этого, в случае запрограммированности такого режима работы, микропроцессор 2 подает команды на звуковой излучатель 6 (включается звуковой сигнал или сирена) и световой сигнализатор 7 (включается яркий светодиод или проблесковый маяк). Схема питания 3 используется для электрического питания всех электронных схем сигнализатора загазованности.

Подробнее работу сигнализатора загазованности можно уяснить, рассмотрев взаимодействие между его отдельными элементами.

Для обеспечения высокой экономичности (длительного времени работы от схемы питания 3) микропроцессор 2 большую часть времени находится в режиме пониженного энергопотребления (спящем режиме) и только на короткое время активизируется, подает команду на включение газового сенсора 1, считывает измеренные им параметры, производит вычисления и при необходимости активизирует работу радиомодема 4, звукового излучателя 6 и светового сигнализатора 7, которые до этого также были отключены от питания или находились в режимах пониженного энергопотребления. Если превышения порога не обнаружено, то периодически (в соответствии с алгоритмом работы радиомодема) производится передача радиомодемом контрольного сигнала, несущего информацию о работоспособности сигнализатора загазованности (допустим температуры и напряжения схемы питания) и наличия его в беспроводной сети.

Возможность реализации заявляемых технических решений обосновывается указанием на конкретные типы элементов.

Газовый сенсор 1 может быть малогабаритным измерительным преобразователем взрывоопасных газов МИП ВГ-02-Х-Х, включающим в себя

инфракрасный светодиод, приемники опорного и измерительного каналов, усилители сигналов, стабилизатор питания и микроконтроллер. Малогабаритный измерительный преобразователь взрывоопасных газов МИП ВГ-02-Х-Х применяется в стационарных газоанализаторах горючих газов (например, ИГМ-10). Датчик выдает значение концентрации измеряемого газа в цифровой форме по последовательному интерфейсу UART. Датчик имеет искробезопасное исполнение с маркировкой 0Ex ia IIBT6 U и подключается по искробезопасным цепям.

В качестве микропроцессора 2 может использоваться энергоэкономичный микропроцессор, например, серии MSP430×11×2, или MSP432P401R.

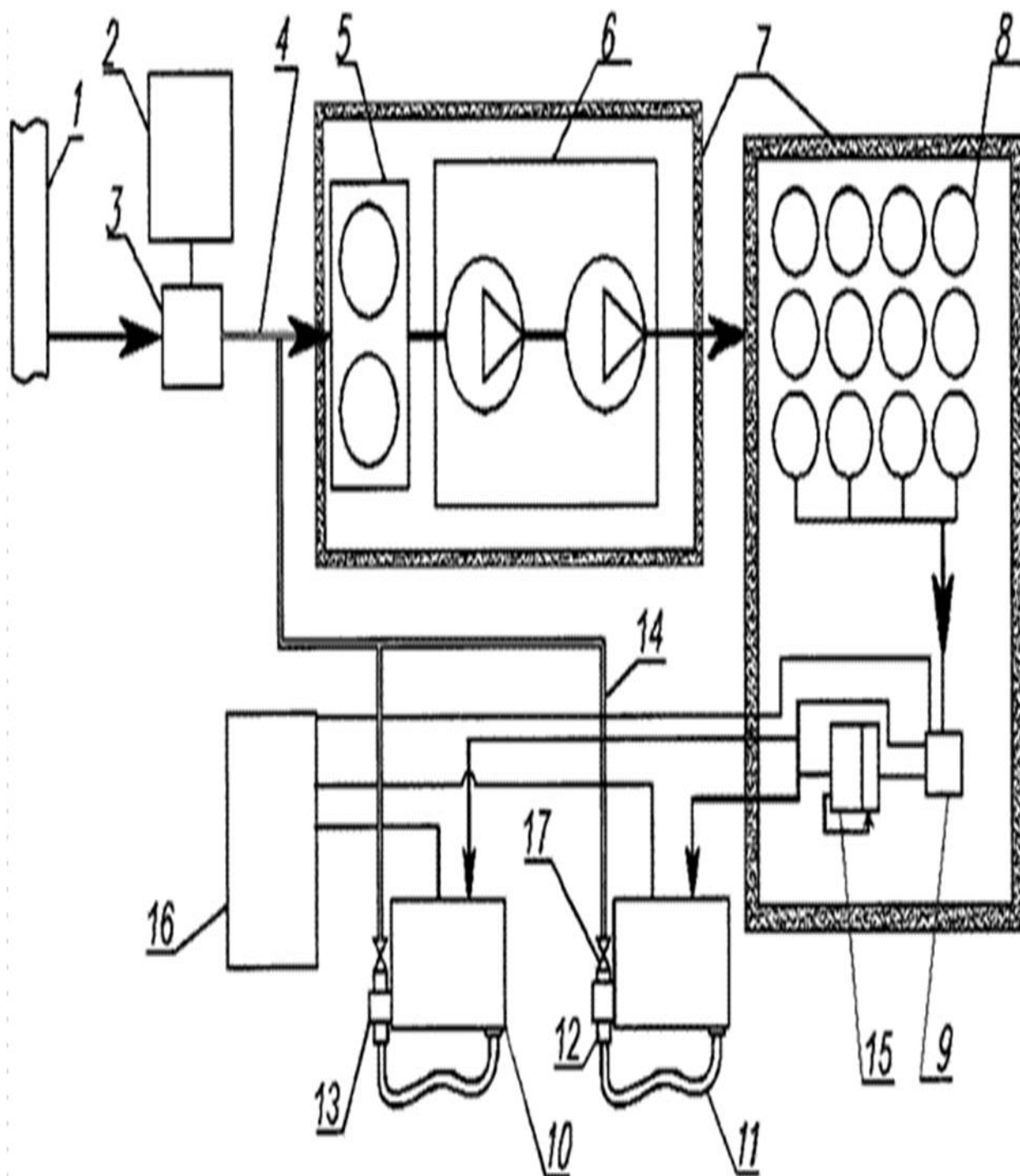
Схема питания 3 может представлять собой незаряжаемую батарею большой емкости, например литий-тионил хлоридный Li-SOCl<sub>2</sub> элемент ER34615M-FT (предназначен для долговременной работы с небольшим потреблением тока, хранение до 10 лет, саморазряд <1% в год, номинальное напряжение 3,6 В, номинальная емкость 19 Ач, стандартный разрядный ток 2 мА, максимальный продолжительный ток разряда 230 мА, максимальный импульсный ток разряда 500 мА, размер Ø34×60,5 мм, вес 118 г). В качестве схемы питания может использоваться аккумулятор с зарядом от солнечной батареи. Аккумулятор может быть любым, обеспечивающим работу в требуемом температурном диапазоне и имеющим необходимые напряжение и емкость. Например, аккумулятор LiFePO<sub>4</sub> ANR26650M1-B (номинальная емкость 2,5 А·ч, номинальное напряжение 3,3 В, внутреннее сопротивление 6 мОм, количество циклов заряд/разряд >1000, размер Ø26×65 мм, вес 76 г). Солнечная батарея может состоять из кремниевых солнечных элементов, например размером 52×19 мм (рабочее напряжение 0,5 В, максимальный рабочий ток 0,28 А, ток короткого замыкания 0,32 А, максимальная мощность 0,14 Вт). Для стабилизации выходных напряжений схемы питания 3 могут использоваться любые импульсные стабилизирующие преобразователи напряжения с высоким КПД, например, преобразователь LTC3525-3,3 (входное

напряжение 0,85-3,3 В, максимальный выходной ток 0,45 А, КПД 85-95% при выходном токе 1-10 мА).

В качестве радиомодема 4 может использоваться любой радиомодем, обеспечивающий работу в выбранном (допустим не лицензируемом 433 МГц) диапазоне частот, например, TE-CC430F51-433 (питающее напряжение 1,8-3,6 В, выходная мощность до 12 дБм, диапазон рабочих частот 433 МГц).

Аэродинамическая труба 5 представляет собой вертикальную трубу диаметром, большим диаметра газового сенсора, причем верхняя половина трубы выполнена из черного металла с хорошей теплопроводностью, а нижняя из негорючего диэлектрика с плохой теплопроводностью. В верхней части трубы присутствуют несколько отверстий общей площадью, близкой к площади внутреннего отверстия верхней части трубы.

Звуковой излучатель 6 и световой сигнализатор 7 могут быть реализованы на основе единого оповещателя светозвукового искробезопасного «Гамма-01 ОСЗ-И», или выполнены на основе отдельных преобразователей, например, пьезоэлектрических излучателей Иволга ПКИ-1 и сверхярких светодиодов, например, ARPL-1W3W-EPL42 красного цвета длиной волны 640-660 нм, мощностью 3 Вт,  $I_F=700$  мА,  $\Phi_v=75-85$  лм,  $V_F=2.4-2.8$  В, угол  $140^\circ$ .



1 - термокаталитический датчик значений концентрации газа (содержащий чувствительный элемент); 2 - датчик температуры; 3 - блок звуковой сигнализации; 4 - блок световой сигнализации (содержащий верхний светодиодный индикатор и нижний светодиодный индикатор); 5 - блок аналого-цифрового преобразователя (АЦП) микропроцессора; 6 - вычислительный блок микропроцессора; 7 - подсистема связи; 8 - подсистема управления

Рисунок 8 - Функциональная схема сигнализатора загазованности

электромагнитным клапаном; 9 - органы управления кнопки калибровки; 10 - органы управления подсистемой установки адреса; 11 - блок питания.

Сигнализатор загазованности, содержащий газовый сенсор, микропроцессор, радиомодем и схему питания, отличающийся тем, что дополнительно содержит звуковой излучатель, световой сигнализатор и аэродинамическую трубу, имеющую конструктивное продолжение в форме треноги для размещения на поверхности, при этом газовый сенсор установлен в нижней части аэродинамической трубы, а выход газового сенсора соединен со входом микропроцессора, который, в свою очередь, соединен со входами газового сенсора, радиомодема, звукового излучателя и светового сигнализатора, а схема питания соединена, в свою очередь, с газовым сенсором, микропроцессором, радиомодемом, звуковым излучателем и световым сигнализатором.»

Сигнализатор загазованности, содержащий термокаталитический датчик значений концентрации газа, блок звуковой сигнализации, блок световой сигнализации, блок питания, отличающийся тем, что дополнительно содержит блок аналого-цифрового преобразователя (АЦП) микропроцессора, вычислительный блок микропроцессора, датчик температуры, подсистему связи, подсистему управления клапаном, органы управления кнопки калибровки, органы управления подсистемой установки адреса, при этом выход датчика значений концентрации газа соединен с первым каналом блока АЦП, выход датчика температуры соединен со вторым каналом блока АЦП, выход блока АЦП соединен с первым входом вычислительного блока, органы управления кнопки калибровки соединены со вторым входом вычислительного блока, органы управления подсистемой установки адреса соединены с третьим входом вычислительного блока, первый выход вычислительного блока соединен с входом блока звуковой сигнализации, второй выход вычислительного блока соединен с входом блока световой сигнализации, первый выход подсистемы связи соединен с четвертым входом вычислительного блока, третий выход вычислительного блока соединен с



первым входом подсистемы связи, первый выход подсистемы управления клапаном соединен с пятым входом вычислительного блока, четвертый выход вычислительного блока соединен с первым входом подсистемы управления клапаном, первый выход блока питания соединен с вычислительным блоком, блоком звуковой сигнализации, блоком световой сигнализации и подсистемой связи, второй выход блока питания соединен с подсистемой управления клапаном, причем подсистема связи снабжена входом и выходом для подключения внешних устройств, а подсистема управления клапаном снабжена входом и выходом для подключения клапана.

Однако эксплуатацию известного устройства для определения концентрации горючих газов усложняет необходимость экспериментально вычислять значение коэффициента  $K$ , отражающего свойства конкретного термокаталитического элемента, и настраивать микроконтроллер путем ввода в него значений этого коэффициента и интервалов импульсов. Кроме этого, в известном устройстве отсутствует автоматическая термокоррекция. Поэтому при изменении температуры эксплуатации для введения поправки необходимо дополнительное оборудование (термометр) и экспериментальное вычисление коэффициента поправки. Определяемые горючие газы имеют разные физические свойства, следовательно, невозможно определить место установки для скорейшего определения опасных концентраций (у потолка для газов легче воздуха или у пола для газов тяжелее воздуха). Это снижает надежность и точность измерений, а также функциональные возможности известного устройства для определения концентрации горючих газов.

#### 2.4 Опытно-экспериментальная апробация внедряемых способов и методов повышения эффективности промышленной и пожарной безопасности на АГНКС №1

Результаты опытно-экспериментальной апробации при внедрении системы контроля загазованности СТМ-10 в комплексе с аварийной

вентиляцией и замена блок осушки в машинном зале представлены на рисунках 9, 10.

Система автоматизированного контроля загазованности относится к высокоэффективным методам контроля концентраций газа. Управление данными показателями и параметрами с помощью системы СТМ-10, с дополнительной установкой аварийной вентиляции при срабатывании сигнала предупреждения 10% от нижнего концентрационного предела взрываемости с целью предупреждения аварийных ситуаций и недопущения человеческих жертв и ущерба обществу, сводит риски возникновения данных ситуаций к минимуму.

В ходе проведенного патентного поиска, а также анализа и исследования пожарной безопасности АГНКС, выявлен недостаток в блоке осушки газа. Проведя анализ новейших систем осушки газа был выбран блок осушки отвечающий всем стандартам безопасности, с индикаторами выведенными на пульт управления АГНКС.

Все показания энергонезависимых устройств, датчиками контроля газа передаются в память каждого из устройств через 5-10 секундные промежутки времени, при этом оценивается уровень концентрации газа в объеме помещения машинного зала, в случае превышения установленных пределов и резкого повышения концентрации, через блок управления и связи передаётся информация на устройство контроля и оповещения, срабатывают датчики оповещающие персонал автомобильной газонаполнительной компрессорной станции. В случае превышения установленных показателей, незамедлительно срабатывает индикация: цветовая, звуковая, голосовая, а также производится аварийная вентиляция помещения.

Внедрение системы контроля загазованности СТМ-10 произведено с учетом соблюдения требований по промышленной и пожарной безопасности, что позволит выполнить обязательства организации по выполнению нормативных требований в области охраны окружающей среды, а также взятых

на себя обязательств в сфере обеспечения экологической безопасности, отраженных в политике ОАО «Газпром» в области охраны труда.

Эффективность системы контроля загазованности газа СТМ-10 при внедрении дополнительных мероприятий разработанных в ходе магистерской диссертации составляет 30%. Основными критериями оценки эффективности системы контроля загазованности в промышленной и пожарной безопасности являлись:

-снижение числа превышений концентрации аварийно-опасных концентраций в машинном зале АГНКС №1;

-снижение количества несоответствий требованиям промышленной безопасности.

-снижение количества несоответствий требованиям пожарной безопасности.

-увеличение скорости приезда пожарного расчёта на 45%

Процент повышения эффективности системы пожарной промышленной безопасности на АГНКС №1 от внедрения на предприятии систем контроля загазованности и аварийной вентиляции

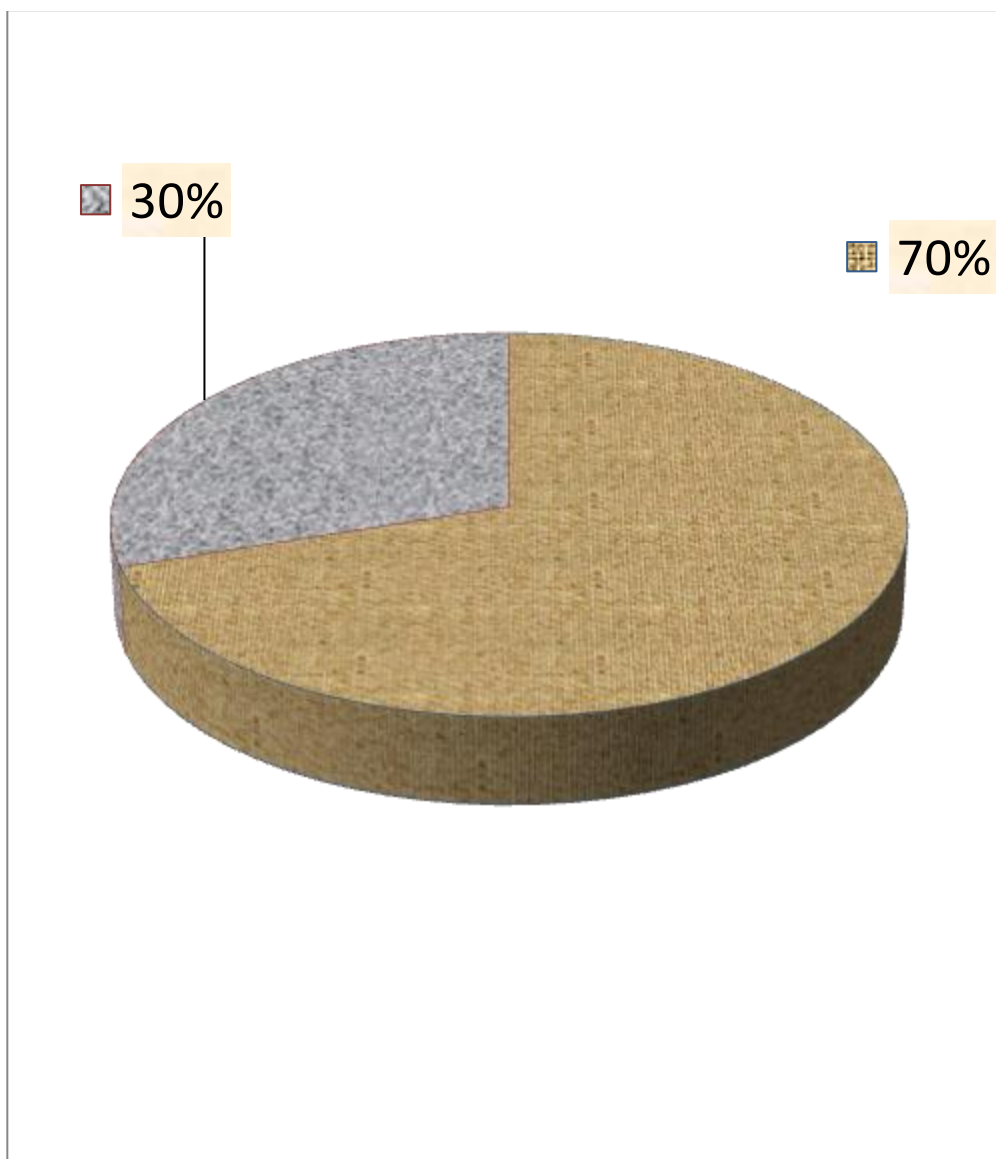


Рисунок 9 – Диаграмма повышения эффективности системы пожарной промышленной безопасности на АГНКС №1 от внедрения на предприятии систем контроля загазованности и аварийной вентиляции.

Процент повышения эффективности системы пожарной промышленной безопасности на АГНКС №1 от внедрения на предприятии блока осушки повышенного давления

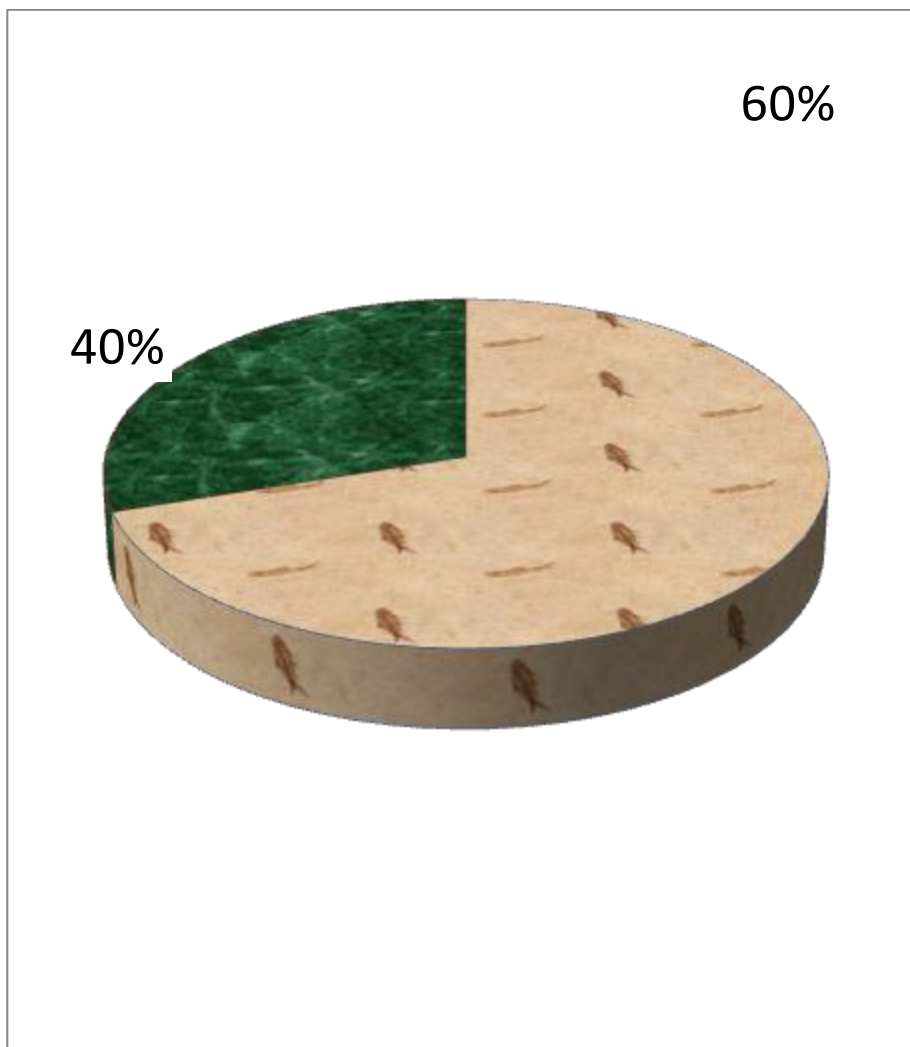


Рисунок 10 – Диаграмма повышения эффективности системы пожарной промышленной безопасности на АГНКС №1 от внедрения на предприятии блока осушки повышенного давления.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Работа основана на исследовании и разработке методов и способов повышения эффективности промышленной и пожарной безопасности, предложении ряда конструктивных предложений, направленных на улучшение, разработку систем повышения эффективности техносферной безопасности на АГНКС №1 на территории г.о. Тольятти.

В данной магистерской диссертационной работе изложен действующий комплекс систем промышленной и пожарной безопасности, предложена инновационная система контроля загазованности, новейший блок осушки газа в машинном зале, которые позволяют понять пожарную опасность технологического процесса автомобильной газонаполнительной компрессорной станции, а внедряемые предложения, помогут увеличить эффективность системы техносферной безопасности опасного производственного объекта.

Опытно-экспериментальная апробация выбранных методов повышения эффективности промышленной и экологической безопасности, показывает, как экономический, так и инфраструктурный, долгосрочный эффект от усовершенствования систем техносферной безопасности.

Предприятия нефтегазового комплекса, в полной мере осознавая потенциальную опасность возможного негативного воздействия своей масштабной и технологически сложной деятельности на жизнь и здоровье работников, регулярно проводят мероприятия, чтобы минимизировать риски и предотвратить угрозы возникновения аварий, инцидентов, производственного травматизма и профессиональных заболеваний работников. Устойчивое развитие нефтегазовых предприятий основано на создании безопасных условий труда, обеспечении высокого уровня надежности, промышленной и экологической безопасности.

В нефтегазовой сфере наблюдается недостаточный профессиональный уровень (профессиональное несоответствие) и ответственность некоторых категорий работников, халатное отношение к промышленной безопасности со стороны собственников предприятий.

В настоящее время российская нефтепереработка переживает этап бурного развития. Нефтеперерабатывающие и нефтехимические предприятия постоянно модернизируют перерабатывающие мощности, быстро реагируя на основные тенденции рынка, применяя самые современные технологии для повышения качества выпускаемой продукции, снижения нагрузки на окружающую среду, а также повышение безопасности персонала.

Внедрение системы контроля загазованности СТМ-10 на объекте АГНКС №1 повысит защищенность газонаполнительной компрессорной станции, а также повысит эффективность и системность работы станции. Данное обстоятельство, имеет важную роль при переходе контрольно-надзорной деятельности проверяющих органов на риск-ориентированный подход при осуществлении проверочных мероприятий, тем самым подтвердит высокую степень безопасности на опасных производственных объектах в Российской Федерации.

Результатом данного исследования является установка системы контроля загазованности (СТМ-10) совместно с аварийной вентиляцией в машинном зале автомобильной газонаполнительной компрессорной станции в г. Тольятти, что снижает техногенный риск в г.о. Тольятти, а также повышает промышленную и пожарную безопасность опасного производственного объекта (АГНКС №1).

Кроме того, после ознакомления с данным исследованием руководством АГНКС принято решение по замене имеющегося блока осушки, на предложенный в данной работе блок осушки повышенного давления.

Все цели и задачи, поставленные для проработки вопроса повышения эффективности промышленной и пожарной безопасности в ходе выполнения данной магистерской диссертации - достигнуты, руководству опасного производственного объекта было предложено несколько вариантов улучшения эффективности безопасности объекта. В рамках финансовых и технических возможностей нами совместно были выбраны проанализированные системы и принято решение о замене изношенного блока осушки, из-за которого в газовый баллон при заправке попадала вода, чем снижался ресурс и возникала

опасность взаимодействия с веществами находящимися в баллоне и ёмкостях. Главными критериями оценки эффективности промышленной и пожарной безопасности являлись:

- снижение риска числа аварий и инцидентов на автомобильной газонаполнительной компрессорной станции, в машинном зале;
- приведение технической оснащённости АГНКС №1 к требованиям промышленной и пожарной безопасности, что исключает начисление штрафных санкций за нарушение законодательства.

Опытно-экспериментальная апробация предложенных мероприятий показала повышение эффективности системы промышленной и пожарной безопасности от внедрения на предприятии систем контроля загазованности и аварийной вентиляции на 40%. А повышение эффективности системы пожарной промышленной безопасности на АГНКС №1 от внедрения на предприятии блока осушки повышенного давления увеличивает эффективность системы техносферной безопасности на 20%.

Таким образом, данные предложения имеют весомую роль в повышение эффективности промышленной и пожарной безопасности на автомобильной газонаполнительной компрессорной станции.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горина Л.Н. Итоговая государственная аттестация магистра по направлению подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность» программы «Системы управления промышленной, производственной и экологической безопасностью», «Управление пожарной безопасностью», «Экологическая безопасность процессов и производств». - Тольятти: изд-во ТГУ, 2014. – 171 с.
2. Егоров А.Г. Правила оформления выпускных квалификационных работ по программам подготовки бакалавра и специалиста: учебно-методическое пособие / А.Г. Егоров, В.Г. Виткалов, Г.Н. Уполовникова, И.А. Живоглядова - Тольятти, 2012, - 135с.
3. Пудовкин А.П., Панасюк Ю.Н. Научно-исследовательская подготовка магистров техники и технологии: Методические указания. – Тамбов: Издательство ТГТУ, 2014. – 35 с.
4. Валиюллина А.А. Организация научно-исследовательской работы магистрантов: Методические указания. – Тюмень: РИО ФГБОУ ВПО «ТюмГАСУ», 2013. – 70 с.
5. Кузнецов И.Н. Научное исследование. Методика проведения и оформление: Учеб. пособие – М.: ИТК «Дашков и Ко», 2006. – 460 с.
6. ГОСТ 7.32-2001 Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. – Минск: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 21 с
7. Горина, Л.Н. Инновационные проекты по экологической и промышленной безопасности : сборник трудов студентов, аспирантов и молодых ученых / Л.Н. Горина – Тольятти : Издательство ТГУ, 2013
8. А.Я. Корольченко, Д.А. Корольченко. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов, и средства их тушения: Справочник: в 2-х ч. – 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Асс. «Пожнаука», 2004. – Ч. I. - 713 с; Ч. II. - 774 с.
9. Приказ МЧС №382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» от 30 июня 2009 г. [Электронный ресурс]. – URL:

<http://ivo.garant.ru/#/document/12169057/paragraph/49:2> (дата обращения 10.05.18)

10. ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84) "Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения" - в части, касающейся определения горючести веществ и материалов, температуры воспламенения паров легковоспламеняющихся и особо опасных легковоспламеняющихся жидкостей. [Электронный ресурс]. – URL: <https://studfiles.net/preview/949819/> (дата обращения 10.05.18)

11. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов : РД 03-418-01 : утв. 10.07.01 / Госгортехнадзор России. - Москва : ПИО ОБТ, 2002. - 35 с. - Прил.: с. 17-34. - ISBN 5-88902-138-9 : 21. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений : Федерал. закон № 384-ФЗ : [принят Гос. Думой 23.12. 2009 г. : одобрен Советом Федерации 25. 12. 2009 г.]. - Москва : Проспект, 2010. - 32 с. - ISBN 978-5-392-01256-5 : 25-00.

12. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 21 ноября 2013 года № 558 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности для объектов, использующих сжиженные углеводородные газы»». [Электронный ресурс]. – URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/70565024/paragraph/1:4> (дата обращения 10.05.18)

13. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 25 ноября 2016 г. N 495 "Об утверждении Требований к регистрации объектов в государственном реестре опасных производственных объектов и ведению государственного реестра опасных производственных объектов" [Электронный ресурс]. – URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/71618826/paragraph/1:6> (дата обращения 10.05.18)

14. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 25 ноября 2016 г. N 494

"Об утверждении Административного регламента по предоставлению Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору государственной услуги по регистрации опасных производственных объектов в государственном реестре опасных производственных объектов" [Электронный ресурс]. – URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/71602446/paragraph/1:9> (дата обращения 10.05.18)

15. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору № 306 от 15 июля 2013 года «Об утверждении Федеральных норм и Правил в области промышленной безопасности «Общие требования к обоснованию безопасности опасного производственного объекта»». [Электронный ресурс]. – URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/70444476/paragraph/1:11> (дата обращения 10.05.18)

16. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 25 марта 2014 года № 116 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением»». [Электронный ресурс]. – URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/70661606/paragraph/1:13> (дата обращения 10.05.18)

17. Патент РФ №2493432 на изобретение «Блок осушки природного газа высокого давления», МПК F04B39/16, B01D 53/053, B01D 53/04, 2013; [Электронный ресурс]. – URL: [http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS\\_Ru#1527440238840](http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS_Ru#1527440238840) (дата обращения 10.05.18)

18. Патент РФ №170791 на изобретение «Блок осушки газа высокого давления», МПК F04B39/16, B01D 53/04, 2014.01; [Электронный ресурс]. – URL: [http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS\\_Ru#1527440448084](http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS_Ru#1527440448084) (дата обращения 10.05.18)

19. Федеральный закон от 21 июля 1997 г. N 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" [Электронный ресурс]. – URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/11900785/paragraph/154670:1> (дата обращения 10.05.18)
20. Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [Электронный ресурс]. – URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/11900785/paragraph/187:15> (дата обращения 10.05.18)
21. Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [Электронный ресурс]. – URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/11900785/paragraph/266659:15> (дата обращения 10.05.18)
22. Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [Электронный ресурс]. – URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/11900785/paragraph/92095:15> (дата обращения 10.05.18)
23. Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [Электронный ресурс]. – URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/11900785/paragraph/83:15> (дата обращения 10.05.18)
24. Конституция Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/10103000/paragraph/14366:3> (дата обращения 10.05.18)
25. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" [Электронный

- ресурс]. – URL:  
<http://ivo.garant.ru/#/document/12161584/paragraph/6014:5> (дата обращения  
10.05.18)
26. Федеральный закон от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ  
"Об охране окружающей среды" [Электронный ресурс]. – URL:  
<http://ivo.garant.ru/#/document/12125350/paragraph/186816:6> (дата обращения  
10.05.18)
27. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и  
атомному надзору от 11 декабря 2014 г. N 559  
"Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной  
безопасности "Правила безопасности автогазозаправочных станций  
газомоторного топлива" [Электронный ресурс]. – URL:  
<http://ivo.garant.ru/#/document/70857470/paragraph/508:8> (дата обращения  
10.05.18)
28. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 69-ФЗ  
"О пожарной безопасности" [Электронный ресурс]. – URL:  
<http://ivo.garant.ru/#/document/10103955/paragraph/276110:3> (дата обращения  
10.05.18)
29. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 69-ФЗ  
"О пожарной безопасности" [Электронный ресурс]. – URL:  
<http://ivo.garant.ru/#/document/10103955/paragraph/17:3> (дата обращения  
10.05.18)
30. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 69-ФЗ  
"О пожарной безопасности" [Электронный ресурс]. – URL:  
<http://ivo.garant.ru/#/document/10103955/paragraph/24:3> (дата обращения  
10.05.18)
31. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 69-ФЗ  
"О пожарной безопасности" [Электронный ресурс]. – URL:  
<http://ivo.garant.ru/#/document/10103955/paragraph/1575799:3> (дата обращения  
10.05.18)

32. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 69-ФЗ "О пожарной безопасности" [Электронный ресурс]. – URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/10103955/paragraph/29:3> (дата обращения 10.05.18)

33. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 69-ФЗ "О пожарной безопасности" [Электронный ресурс]. – URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/10103955/paragraph/407:3> (дата обращения 10.05.18)

34. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 69-ФЗ "О пожарной безопасности" [Электронный ресурс]. – URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/10103955/paragraph/822:3> (дата обращения 10.05.18)

35. "Правила технической эксплуатации автомобильных газонаполнительных компрессорных станций. ВРД 39-2.5-082-2003" (утв. ОАО "Газпром" 15.05.2003) [Электронный ресурс]. – URL: <http://lawru.info/dok/2003/05/15/n359013.htm> (дата обращения 10.05.18)

36. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 декабря 2014 г. N 559 "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности автогазозаправочных станций газомоторного топлива" [Электронный ресурс]. – URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/70857470/paragraph/19:4> (дата обращения 10.05.18)

37. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 декабря 2014 г. N 559 "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности автогазозаправочных станций газомоторного топлива" [Электронный ресурс]. – URL:

<http://ivo.garant.ru/#/document/70857470/paragraph/20:4> (дата обращения 10.05.18)

38. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 декабря 2014 г. N 559 "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности автогазозаправочных станций газомоторного топлива" [Электронный ресурс]. – URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/70857470/paragraph/39:4> (дата обращения 10.05.18)

39. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 декабря 2014 г. N 559 "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности автогазозаправочных станций газомоторного топлива" [Электронный ресурс]. – URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/70857470/paragraph/47:4> (дата обращения 10.05.18)

40. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 декабря 2014 г. N 559 "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности автогазозаправочных станций газомоторного топлива" [Электронный ресурс]. – URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/70857470/paragraph/63:4> (дата обращения 10.05.18)

41. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 декабря 2014 г. N 559 "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности автогазозаправочных станций газомоторного топлива" [Электронный ресурс]. – URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/70857470/paragraph/96:4> (дата обращения 10.05.18)

42. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 декабря 2014 г. N 559 "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности автогазозаправочных станций газомоторного топлива" [Электронный ресурс]. – URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/70857470/paragraph/534:4> (дата обращения 10.05.18)

43. Mahmood Farzaneh-Gord\*, Mahdi Deymi-Dashtebayaz, Hamid Reza Rahbari/ Studying effects of storage types on performance of CNG filling stations // 3 (2011) 334-340

44. Farzaneh-Gord, M., July/August 2008. Compressed natural gas single reservoir filling process. Gas Int. Eng. Manage. 48 (6), 16e18.

45. Farzaneh-Gord, M., Eftekhari, H., Hashemi, S., Magrebi, M., Dorafshan, M. The effect of initial conditions on filling process of CNG cylinders. In: The Second International Conference on Modeling, Simulation, And Applied optimization, 24-27 March 2007, Abu Dhabi, UAE.

46. Liss, W.E. and M. Richards, 2002. Development of a Natural Gas to Hydrogen Fueling Station. Topical Report for U.S. DOE, GTI-02/0193.

47. Mahmood Farzaneh-Gord, 1 Shahram Hashemi and 2 Ahmad Farzaneh-Kord/ Thermodynamics Analysis of Cascade Reservoirs Filling Process of Natural Gas Vehicle Cylinders// World Applied Sciences Journal 5 (2): 143-149, 2008 ISSN 1818-4952

48. Rigas, F., and Sklavounos, S., 2004, Major hazards analysis for populations adjacent to chemical storage facilities, Process Safety and Environmental Protection, 82 (4).

49. Naser Badri, Farshad Nourai, Davod Rashtchian/ Quantitative Risk Assessment to Site CNG Refuelling Stations// Department of Chemical and Petroleum Engineering, Sharif University of Technology Azadi Street, 44-49, 2015.



50. Farzaneh-Gord, M., Deymi-Dashtebayaz, M. and Rahbari, H.R. (2011) 'Studying effects of storage types on performance of CNG filling stations', Journal of Natural Gas Science and Engineering, Vol. 3, pp.334–340.

51. Болодурин Б.А. Новые возможности систем контроля уровня заказанности и оповещения об аварийных утечках аммиака СКВА-01 / А.А. Михайлов. // Холодильная техника. - Москва. - Т.10. - 2006. - С.28-30

52. Сергушев А.Г. Построение схемы размещения датчиков системы контроля загазованности помещений промышленных объектов на основе технологий сенсорных сетей // Сборник научных трудов SWORD. - Иваново. - Т.5. - №4. - 2014. - С.88-91

53. Глушко В.С. Методика интеграции пожарных извещателей в систему мониторинга окружающей среды объектов нефтегазового комплекса / Ю.И. Синешук // Вестник. - СПбУ ГПС МЧС России. - №1. - 2014. - С.28-32

54. Политика ПАО «Газпром» в области охраны труда и промышленной безопасности. Утверждена приказом ПАО «Газпром» от 28 ноября 2017 г. №797 [Электронный ресурс]. – URL: [http://ulrg.ru/files/ot/Politika\\_OT\\_Gazprom.PDF](http://ulrg.ru/files/ot/Politika_OT_Gazprom.PDF) (дата обращения 10.05.18)

55. Автомобильные газонаполнительные компрессорные станции Интернет-агентство "ВебЭврика" [Электронный ресурс]. – URL: <http://agnks.ru/history/> (дата обращения 10.05.18)

56. Кузьменко, И.Ф. Эффективная установка сжижения природного газа на базе АГНКС с использованием «открытого цикла Клименко» / И.Ф. Кузьменко, А.Л. Довбиш, Р.В. Дарбинян, В.А. Передельский, А.И. Ляпин // Технические газы. Т.4. – 2006. – С.25-29;

57. Мкртычан, Я.С. Основные принципы построения городской сети газоснабжения автотранспорта / Я.С. Мкртычан // Транспорт на альтернативном топливе. Т.3. №33. – 2013. – С.10-14;

58. Чикишев, Е.М. Перспективы использования природного газа и приборов его учёта на автомобильном транспорте / Е.М. Чикишев, А.С. Иванов,

И.А. Анисимов // Автогазозаправочный комплекс и альтернативное топливо. №4. – 2015. – С.3-9;

59. Сапрыкин, С.А. Вибродиагностирование оборудования автомобильных газонаполнительных компрессорных станций / С.А. Сапрыкин // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. – 2006;

60. Погосян, В.М. Перспективы применения газообразного топлива на автомобильном транспорте / В.М. Погосян, Р.М. Ушхо, С.М. Ушхо // Новая наука: теоретический и практический взгляд. Т.2. №117. – 2016. – С.161-163;

61. Люгай, С.В. Анализ систем автоматизации нефтегазового комплекса, применимых для автомобильных газонаполнительных станций / С.В. Люгай, А.А. Евстифеев // Транспорт на альтернативном топливе. Т.6. №30. – 2012. – С.22-24;

62. Коклин, И.М. Развитие региональных систем газоснабжения для обеспечения потребителей газомоторным топливом / И.М. Коклин, М.С. Потапенко, И.Ф. Маленкина // Автогазозаправочный комплекс и альтернативное топливо. Т.5. №74. – 2013. – С.7-18;

63. Ханбеков, Р.Ф. Автомобильная газонаполнительная компрессорная станция. Установка осушки газа, и её регенерация / Р.Ф Ханбеков, Кулешов И.В., Москалева О.Г. // Вестник научных конференций. Т.1. №1. – 2015. – С.147-147;