

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

Институт инженерной и экологической безопасности
(наименование института полностью)

Департамент бакалавриата
(наименование)

20.03.01 Техносферная безопасность
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Безопасность технологических процессов и производств
(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Создание методов и средств по снижению уровня шума
газоперекачивающих агрегатов на компрессорных станциях магистрального
газопровода

Студент

М.Д. Пономарев
(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

И.В. Резникова

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

Консультанты

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

А.В. Москалюк

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

Тольятти 2020

Аннотация

Цель работы – исследование условий труда рабочего места машиниста технологических компрессоров на Тольяттинском ЛПУМГ «ООО Газпром Трансгаз Самара»

В первом разделе дана характеристика организации, описание основных подразделений и видов производимой продукции. Перечислено основное технологическое оборудование и приведена в пример одна из профессий на производстве.

Далее в работе представлена схема технологического процесса на газоперекачивающей станции. Была предоставлена информация об опасных и вредных производственных факторах, проведён анализ индивидуальных средств защиты работников на рабочем месте исследуемой профессии.

Также, была предоставлена информация о несчастных случаях, производственных травм, оформленная в виде диаграмм. Из анализа опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте исследуемой профессии следует, что наибольшую опасность для здоровья работника представляет повышенный уровень шума. Третий раздел данной работы посвящён описанию выбранного технического устройства для эффективного решения проблемы акустического загрязнения рабочего места машиниста технологических компрессоров. Также, в работу включены расчёты экономической эффективности предлагаемых мероприятий.

Объём работы: 44 страниц, 10 таблиц, 3 рисунка, 20 источников, включая 5 на иностранном языке, 3 приложения, графическая часть на 9 листах А1.

Abstract

The graduation project is devoted to examining work conditions of compressor operator's workplace at Togliatti gas disposition terminal of OOO Gazprom Transgaz Samara.

When performing official duties, operator is faced with a number of harmful workplace factors. Increased production noise has the strongest effect on employees' health. The compressors used in the gas disposition terminal are extremely noisy. This project suggests a way to solve this problem. The use of noise-absorbing screens is aimed at protecting the operator's workplace from the negative impact of acoustic energy.

In the special part of the project we give details about different types of noise-canceling screens and, by comparing different versions, select the most effective and cheapest design solution.

The chosen technical device is able to effectively suppress acoustic energy at both high and low audio frequencies of the sound spectrum. Special acoustic resonators, that are included in the device design, can be configured for different acoustic frequencies. This characteristic is important for effective solution of the problem.

We also report the results of experiments conducted to explore ways to increase noise-absorbing capabilities of the technical device.

The graduation project consists of an explanatory note on 44 pages, introduction, including 3 figures, 10 tables, the list of 20 references including 5 foreign sources, 3 appendices, and the graphic part on 9 A1 sheets.

Содержание

1 Характеристика производственного объекта	7
2 Анализ безопасности объекта	9
2.1 Анализ характеристик компрессорного оборудования	9
2.2 Анализ опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте машиниста технологических компрессоров	10
2.3 Оценка уровня производственного травматизма в организации	11
2.4 Анализ обеспеченности персонала средствами индивидуальной и коллективной защиты	13
3 Выработка рекомендаций по обеспечению акустического комфорта в помещении станции	15
4 Охрана труда	24
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность	28
6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях	32
7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению акустического комфорта в помещении станции	34
Заключение	42
Список используемых источников	43
Приложение А Схема технологического процесса на газоперекачивающей станции	45
Приложение Б Результаты измерений реверберационного коэффициента звукопоглощения (α_{rev}) исследованных макетных образцов обособленных цельноформованных комбинированных звукопоглощающих панелей	46
Приложение В Иллюстративный пример низкошумного технического помещения с установленным в нем ШГТО	47

Введение

Целью выпускной квалификационной работы является разработка мероприятий по улучшению безопасности технологических процессов и производств на рабочем месте машиниста технологических компрессоров.

Тольяттинское ЛПУМГ ООО «Газпром Трансгаз Самара» использует большое количество различных видов производственного оборудования для эффективного функционирования всех систем. В КЦ-1 данной организации используются восемь агрегатов с авиационным приводом, с помощью которых придаётся давление газу. Оборудование чрезвычайно шумное и из-за того, что работа машиниста технологических компрессоров состоит прежде всего в обслуживании и постоянном контакте с данными агрегатами, на исследуемом рабочем месте существует значительное превышение установленных норм по уровню шума.

Из проведённого анализа обеспеченности рабочих средствами индивидуальной защиты следует, что все работники в полной мере обеспечены всеми необходимыми для выполнения должностных обязанностей средствами индивидуальной защиты. Поэтому, для решения проблемы по превышению уровня шума на рабочем месте машиниста технологических компрессоров следует использовать средства коллективной защиты, которые способны эффективно обезопасить работника от негативного влияния повышенного уровня шума.

Была проведена работа по поиску подходящего технического устройства, способного эффективно заглушать акустическую энергию. В основной части бакалаврской работы представлено описание конструкции, эффективность которой обусловлена применением различных современных способов звукопоглощения, а также, её уникальность в сравнении с другими известными шумопонижающими устройствами.

Перечень сокращений и обозначений

В работе используются следующие сокращения и обозначения:

ЛПУМГ - Линейно-производственное управление магистральных газопроводов

ГКС – Газокомпрессорная станция

КЦ – Компрессорный цех

АВО - Аппарат воздушного охлаждения

ПУ – Пункт управления

ГТК - Газотурбинный компрессор

СИЗ – Средство индивидуальной защиты

СОЖ - Смазочно-охлаждающие жидкости

ОВПФ - Опасные и вредные производственные факторы

ГО и ЧС – Гражданская оборона и Чрезвычайные ситуации

СОУТ – Специальная оценка условий труда

ШГТО – Шумогенерирующий технический объект

1 Характеристика производственного объекта

Полное наименование предприятия – Тольяттинское ЛПУМГ Общество с Ограниченной Ответственностью «Газпром Трансгаз Самара»

Сокращенное наименование предприятия – Тольяттинское ЛПУМГ ООО «Газпром Трансгаз Самара»

Местонахождение – Самарская область, Ставропольский район, с. Пискалы, ул. Лесная, д. 11.

Наименование структурного подразделения: Служба ГКС, КЦ-1, профессия: машинист технологических компрессоров.

Производимая продукция или виды услуг:

- обеспечение транспортировки газа на закрепленном участке;
- обеспечение бесперебойного газоснабжения потребителей газа;

Технологическое оборудование:

- АВО газа
- ПУ-1
- ГТК-10-4
- Система маслоснабжения КС
- Установка очистки турбинного масла
- Система кондиционирования и вентиляции.
- Системы электроснабжения переменного и постоянного тока.
- Система водоснабжения.
- Система теплоснабжения.
- Система автоматического газового пожаротушения.

Система пожаробнаружения и контроля загазованности.

На Тольяттинском ЛПУМГ ООО «Газпром Трансгаз Самара»

выполняются следующие виды работ:

«1. Обслуживание основных элементов технологической обвязки, узлов подключения, агрегатных систем маслоснабжения, охлаждения масла, воды, антифриза, маслоочистительных машин, фильтропрессов, воздушных компрессоров на компрессорных станциях (цехах): магистральных газопроводов, нефтегазодобывающих промыслов, в том числе с использованием газлифта и сайклинг-процесса, станций подземного хранения газа, оборудованных компрессорами с газотурбинным, газомоторным и электрическими приводами, предназначенных для компримирования природных и нефтяных газов.

2. Запуск и остановка газоперекачивающих агрегатов под руководством машиниста более высокой квалификации, выполнение несложных регулировочных работ на газоперекачивающем технологическом оборудовании и всех видов регулировочных работ общестанционного оборудования. Участие в ремонте компрессоров, их приводов, аппаратов, узлов газовых коммуникаций и вспомогательного оборудования цехов.

3. Ведение записей в производственных журналах» [1].

Газ по магистральному газопроводу поступает на очистку его от различных объектов, которые могли бы повредить оборудование, затем он поступает в газотурбинный компрессор, где газу придается давление в магистральном трубопроводе, после чего происходит его охлаждение.

Схема технологического процесса на данной газоперекачивающей станции приведена на рисунке А.1 приложения А.

2 Анализ безопасности объекта

2.1 Анализ характеристик компрессорного оборудования

На Тольяттинском ЛПУМГ ООО «Газпром Трансгаз Самара» применяются самые совершенные виды оборудования. В частности, для придания нужного давления газа используется отечественное компрессорное оборудование.

В КЦ-1 Тольяттинского ЛПУМГ, восемь агрегатов с авиационным приводом АЛ-31СТ, являющиеся приводами центробежных нагнетателей 370-18-1 вместе с СПЧ 370-1,4/76-16/5300АЛ. Схема работы данных агрегатов - параллельная.

Агрегаты АЛ-31СТ обладают отличными характеристиками, данное компрессорное оборудование имеет низкий уровень выброса вредных веществ, отличается экономичностью и чрезвычайной надёжностью.

Но у АЛ-31СТ существует существенный недостаток – высокое шумовое загрязнение рабочей среды. Причиной такого недостатка является то, что основой данного агрегата является авиационный двигатель от всемирно известного самолёта Су-27. В основном, значительно шумят механические детали: компрессор и турбина. Воздух, обтекая лопатки компрессора, завихряется, становясь источником шума.

Некоторые характеристики газотурбинного двигателя АЛ-31СТ:

- Номинальная мощность на выходном валу силовой турбины – 16МВт,
- Эффективный КПД двигателя – 36%,
- Частота вращения выходного вала силовой турбины – 5300 об/мин,
- Расход топлива при номинальной мощности двигателя – 4775 м³/ч,
- Топливо – природный газ по ГОСТ 29328,
- Уровень звука на расстоянии 1м. от наружного контура двигателя – 104 Дб.

2.2 Анализ опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте машиниста технологических компрессоров

Вероятность травмирования персонала обусловлена нахождением на рабочих местах вращающихся механизмов, ремонтом и обслуживанием агрегатов и трубопроводов при непосредственном контакте с химически вредными и опасными продуктами, а также обслуживанием оборудования расположенного на высоте и наличием остальных общепромышленных опасных факторов.

Шумовое загрязнение негативно воздействует на человека: может оказывать значительное влияние на здоровье и поведение человека, приводит к снижению внимания и увеличению ошибок при выполнении различных видов работ.

Основной причиной производственного шума и общей вибрации в производственном помещении КЦ-1 являются 8 газотурбинных компрессоров ГТК-10-4.

По результатам специальной оценки условий труда от 25.12.2018, проводимой в Тольяттинском ЛПУМГ ООО «Газпром Трансгаз Самара» выявлен класс вредности 3.2 по вредному производственному фактору - производственному шуму, для профессии машиниста технологических компрессоров.

Перечень ОВПФ на рабочем месте машиниста технологических компрессоров:

- «опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума» [2].
- «опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации» [2].

2.3 Оценка уровня производственного травматизма в организации

На рисунке 1 приведена статистика травматизма по видам полученных травм на Тольяттинском ЛПУМГ ООО «Газпром Трансгаз Самара» за 2019 год.

На рисунке 2 приведена статистика травматизма по видам полученных травм на Тольяттинском ЛПУМГ ООО «Газпром Трансгаз Самара» за 2019 год.

На рисунке 3 приведён график увольнения в связи с профессиональными заболеваниями связанных с воздействием шума в период с 2016 по 2019 г.

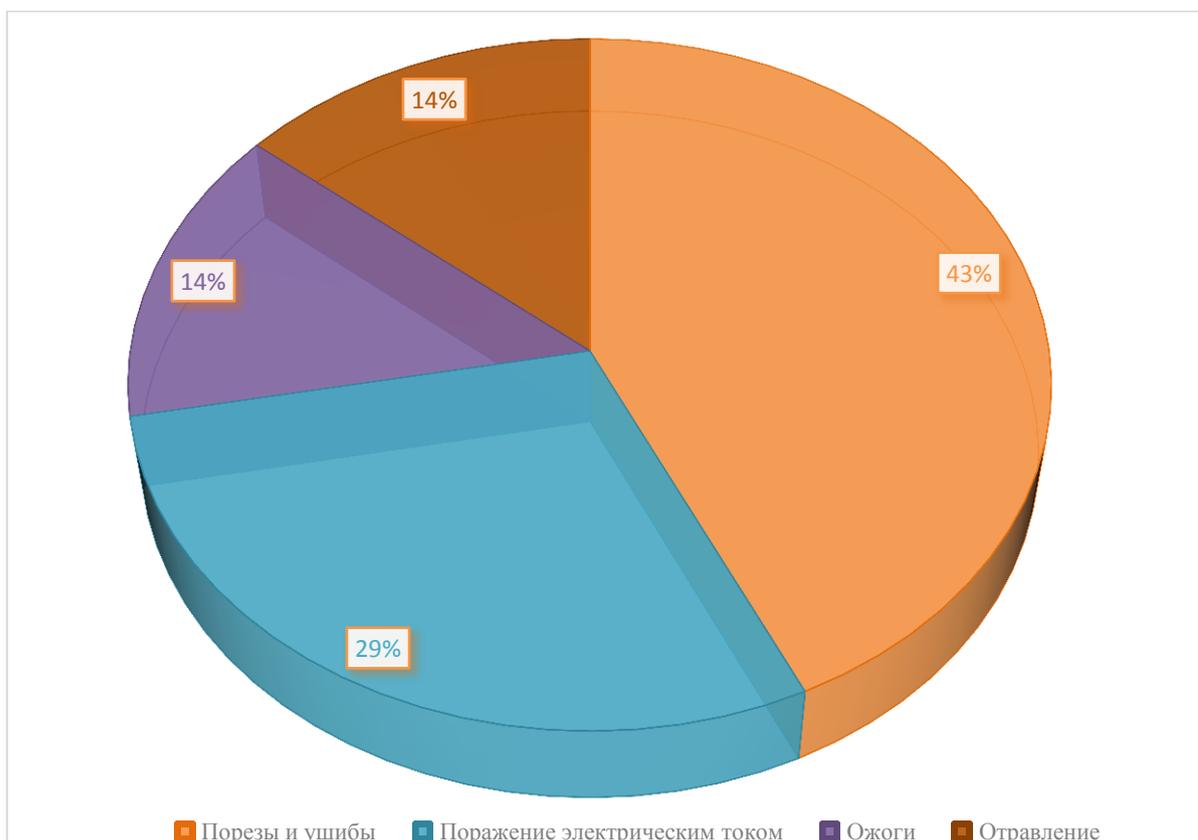


Рисунок 1 - Статистика травматизма по видам полученных травм на Тольяттинском ЛПУМГ ООО «Газпром Трансгаз Самара» за 2019 год

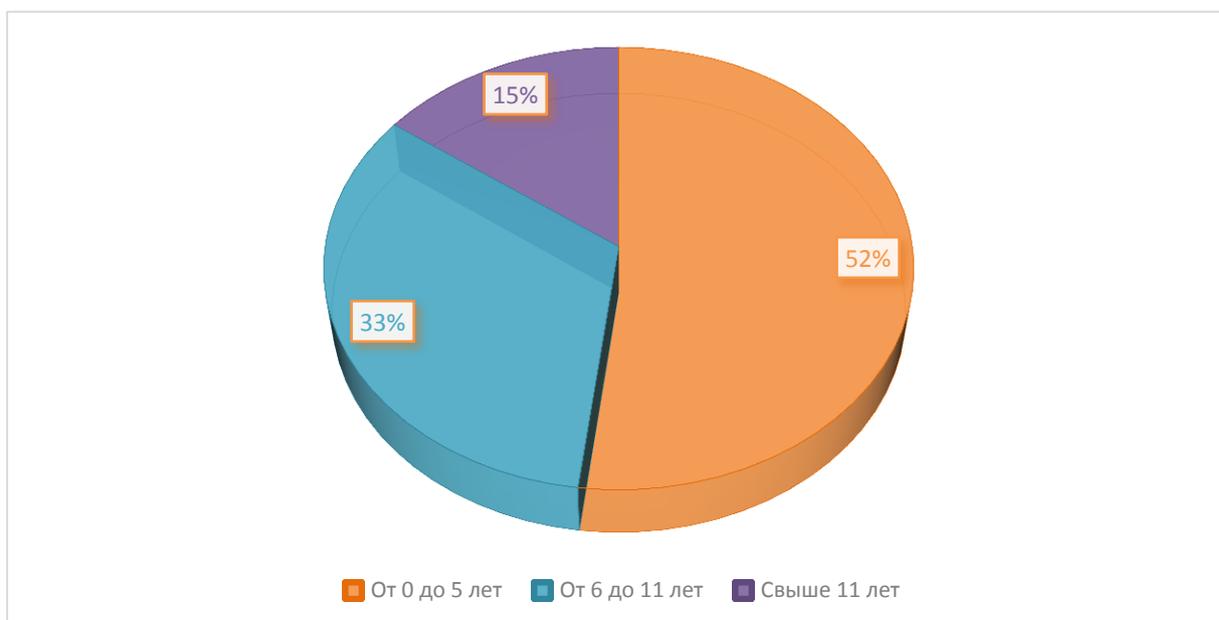


Рисунок 2 – Статистика травматизма в зависимости от стажа работы на Тольяттинском ЛПУМГ ООО "Газпром трансгаз Самара" за 2019 г.

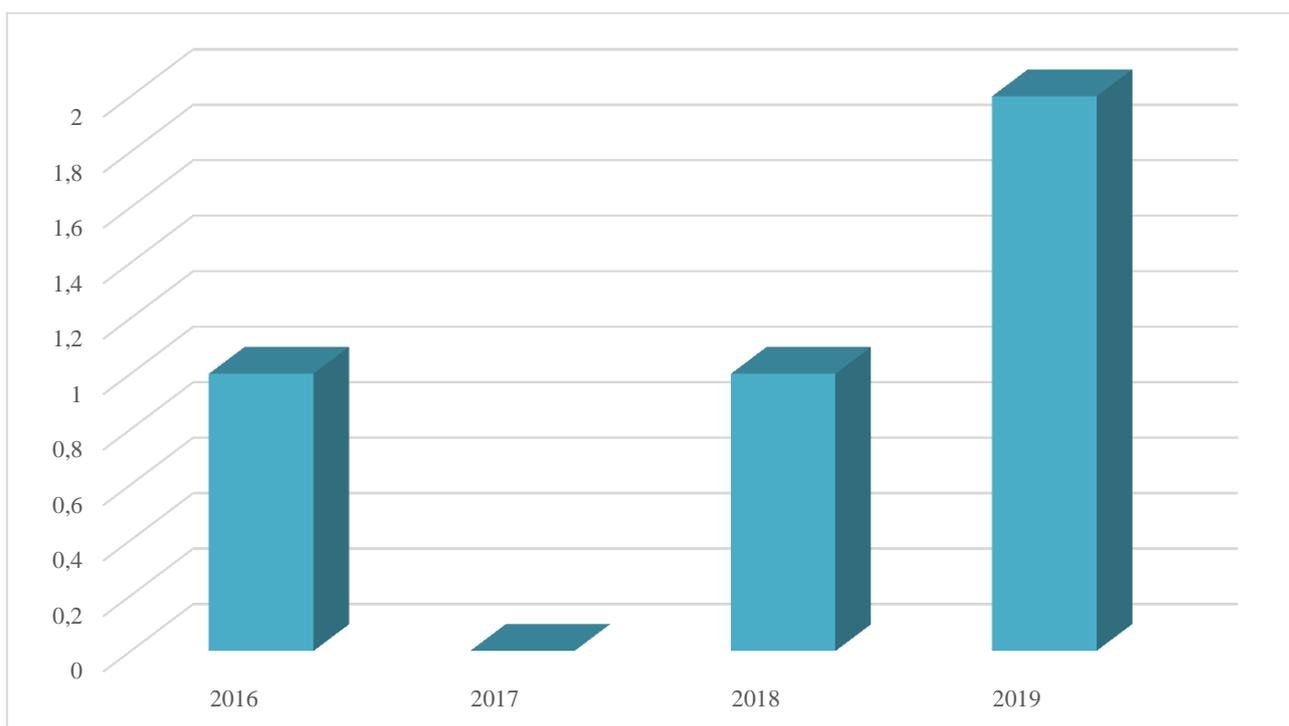


Рисунок 3 - Увольнения в связи с профессиональными заболеваниями связанных с воздействием шума в период с 2016 по 2019 г.

Статистика показывает, что длительное воздействие шума, вызывающее профессиональное заболевание, приводит к многочисленным увольнениям работников.

2.4 Анализ обеспеченности персонала средствами индивидуальной и коллективной защиты

В целях минимизации воздействия вредных и опасных производственных факторов, каждому работнику, согласно норм, работодатель обязан выдавать специальную одежду, специальную обувь и защитные средства (таблица 1,2), пользование которыми, при выполнении работ, обязательно.

Рабочий обязан перед началом работы проверить присутствие и состояние СИЗ. При обнаружении неисправности, нужно заменить СИЗ. Спецодежда, обувь, остальные СИЗ должны иметь соответствие характеру и условиям ведущихся работ, гарантировать безопасность труда.

Таблица 1 - Нормы выдачи на год спецодежды для машиниста технологических компрессоров

Профессия или должность	Наименование средств индивидуальной защиты	Норма выдачи на год	Обеспеченность персонала
Машинист технологических компрессоров	Костюм или комбинезон хлопчатобумажный	1	+
	Бельё нательное хлопчатобумажное	2 комплекта	+
	Летний головной убор	1	+
	Рукавицы или Перчатки с защитным покрытием	36 пар	+
	Перчатки хлопчатобумажные	До износа	+
	Ботинки или сапоги	12 пар	+
	Наушники противошумные	1	+
	Очки защитные	1 пара	+
	Каска защитная	До износа	+
	На наружных работах зимой дополнительно:	До износа	+
	Костюм для защиты от пониженных температур с пропиткой маслоотталкивающей	1 на 2 года	+
	Бельё нательное шерстяное в III, IV и особом поясах.	По поясам	+
	Шапка-ушанка	1 комплект	+
	Утеплённый подшлемник в I, II, III поясах	1 на 2 года	+
	1	+	

Таблица 2 – Нормы выдачи средств индивидуальной защиты для машиниста технологических компрессоров

Виды смывающих и обезжиривающих средств	Наименование работ и производственных факторов	Норма выдачи на 1 месяц
1	Работы, связанные с загрязнением пылью металлической, СОЖ, техническими маслами	300 г
Мыло жидкое		500 мл
Очищающая паста для рук		200 мл
2	Работы в период активности кровососущих и жалящих насекомых	200 мл
3	Работа на открытом воздухе: воздействие пониженных температур	100 мл
4	Работы, выполняемые в закрытой специальной обуви	100 мл

Рабочие обеспечены комплектом СИЗ в частности комплектом наушников противозумных, которые не защищают в полной мере от производственного шума. Но проблему можно решить путём применения акустических средств коллективной защиты по типу шумопоглощающих экранов.

3 Выработка рекомендаций по обеспечению акустического комфорта в помещении станции

В современном мире для защиты окружающего пространства от шумового загрязнения, которое исходит от различных типов производственного оборудования или технических объектов, широко применяются различные виды экранирования шумогенерирующих объектов. Существует множество типов звукоизолирующих ограждений как, например, экраны перегородки или кожухи. На поверхности данных ограждений монтируются вязкоэластичные виброзвукодемпфирующие, пористые звукопоглощающие, плотные звукоизолирующие материалы. Также, для этих целей, используют обособленные единичные или представленные в виде группированных модулей разнообразные типы акустических резонаторов - четвертьволновых, полуволновых и Гельмгольца. Существует метод использования объёмных расширительных камер, которые присоединяются к звукопередающим каналам. Данные камеры ослабляют акустическую энергию за счет, образованных в них воздушных "акустических пробок".

В большинстве случаев применяют комбинации перечисленных выше типов шумопонижающих способов. Конкретный выбор зависит от технических и экономических факторов. Использование таких разнообразных типов шумоподавляющих приёмов, технических устройств и материалов для их осуществления даёт возможность обеспечить безопасную, комфортную и тихую среду для обитания или работы людей.

В частности, широкое распространение имеют различные гибридные шумопонижающие конструкции, использующие комбинированную реализацию физических процессов поглощения акустической энергии, когда суммарный шумопонижающий эффект базируется на полуволновых акустических резонаторах и комбинированном сочетании эффектов звукопоглощения и звукоотражения

Эффект шумоглушения в таких технических устройствах реализуется исключительно с помощью функционирования частотно настроенных акустических резонаторов и путём применения в конструкции пластинчатых структур с перфорацией, монтируемых с определённым воздушным зазором относительно звукоотражающих поверхностей, что в итоге образует полостные резонаторные устройства. Такие устройства могут быть пустотелыми, либо частично заполненными звукопоглощающим веществом.

Среди технических устройств, функционирующих по отмеченным выше физическим принципам глушения акустической энергии, можно привести в пример шумопонижающую конструкцию, которая описана в патенте Франции на изобретение FR 2910685A1 (опубликован 27.06.2008 г.).

К преимуществам технических устройств такого типа можно привести возможность их применения в условиях воздействия повышенных температур и интенсивных динамических нагрузок. Это происходит из-за исключения применения в их составе различных воздухопродуваемых или открытоячеистых структур. Такие структуры характеризуются невысокими термо-влажностойкими характеристиками. Вместо этого, данные технические устройства содержат плотные структуры перфорированных металлических или термостойких полимеров.

К недостаткам этих технических устройств следует отнести узкий рабочий частотный звуковой диапазон их эффективной работы, неудовлетворительные габаритные показатели, высокую стоимость и материалоемкость. Современный уровень развития техники ограничивает их широкое распространение в эффективном решении задач по подавлению акустической энергии, исходящей от различных производственных объектов из-за этих негативных факторов

В патенте США на изобретение US 3991848 (опубликован 16.09.1974) описываются панельно-полостные шумопонижающие конструкции. Полости

в данных конструкциях полностью или частично заполняются пористым звукопоглощающим веществом, которое характеризуется высокими шумопонижающими характеристиками. Следует отметить, что звукопоглощающие характеристики эффективны только начиная со средних (500 Гц) частот звукового диапазона. Лицевая панель имеет высокое значение коэффициента перфорации, которое превышает значение 0,2. Данное решение обеспечивает свойство звукопрозрачности, акустические волны беспрепятственно проходят в, заполненные пористым звукопоглощающим материалом, полости.

Однако высокий коэффициент перфорации сообщает указанной многослойной конструкции определённую потерю звукоизолирующих свойств. Недостаток содержит и внутреннее устройство панели, где существует потеря звукопоглощающего эффекта в связи с различием волновых акустических сопротивлений в составе воздушной среды между перфорированной лицевой панелью и плоской структурой пористого звукопоглощающего материала из-за перепада волнового акустического сопротивления на границе их раздела.

Технический результат устройства, описанного в патенте РФ на изобретение No2715727 опубликованном 03.03.2020, заключается в обеспечении акустической безопасности окружающей среды путем поглощения акустической энергии, исходящей из используемого технического устройства, которая реализуется, преимущественно, в актуальном, для помещения КЦ-1, низкочастотном звуковом диапазоне, при дополнительном снижении широкополосного (средне- и высокочастотного) по частотному содержанию звукового излучения, исходящего от технического объекта (в данном случае - газотурбинного двигателя). Данное устройство представлено низкошумным техническим помещением. В нём оборудованы технические средства эффективного подавления, преимущественно, низкочастотного акустического излучения. Эти составные элементы технического устройства предназначены для подавления звукового

излучения, производимого непосредственно шумогенерирующим объектом, а также исключения реализации развития акустических процессов низкочастотного резонансного взаимодействия и последующего результирующего усиления акустического давления. Такой результат помогает достичь конструктивное решение монтажа с определёнными воздушными зазорами отдельных звукопоглощающих панелей, выполненных из твердых пористых воздухопродуваемых звукопоглощающих веществ с пористой дробленой звукопоглощающей структурой. Также, предусматривается размещение полостных частотонастроенных звукозаглушающих акустических резонаторов Гельмгольца, При этом, горловые части данных акустических резонаторов komponуются исключительно на торцевых гранях звукопоглощающих панелей и выполнены в виде трубчатых, изготовленных из плотных воздухо непродуваемых материалов, элементов.

Данное эффективное снижение уровня звуковой энергии реализуется преимущественно в низкочастотном, но также охватывает средне - и высокочастотное звуковое излучение. Это осуществляется эффективным конструктивным параллельным совмещением частей устройства, которые в совокупности реализуют селективное частотно-настроенное подавление энергии распространяемых звуковых волн.

Физический эффект поглощения акустической энергии реализуется за счёт частотно-настроенных звукоподавляющих процессов акустической колебательной системы, которая представлена в конструкции акустическими резонаторами Гельмгольца. Данное решение позволяет эффективно поглощать и преобразовывать акустическую энергию в тепловую при близких, к собственной резонансной частоте, колебаниях. Одновременно с этим реализуется средне- и высокочастотное поглощение звуковой энергии путём использования в конструкции устройства пористой дроблёной звукопоглощающей структуры. В процесс поглощения акустической энергии включаются звукопоглощающие свободные поверхности граней каждого

дроблёного элемента из состава пористого звукопоглощающего вещества. Размещение звукопоглощающих панелей с определёнными зазорами позволяет добиться физического процесса реализации дифракционных диссипативных потерь акустической энергии за счёт огибания звуковыми волнами их краевых и рёберных участков. В свою очередь, образованные в пористых структурах обособленных звукопоглощающих панелей пустотелые камерные полости акустических резонаторов Гельмгольца, футерованных звукопрозрачными воздухонепродуваемыми оболочками, реализовывают создание анизотропной акустической структуры в составе звукопоглощающей панели, усиливающей физические процессы диссипативного поглощения звуковой энергии. Дополнительное краевое дифракционное диссипативное поглощение акустической энергии возникает и в процессах огибания распространяющимися звуковыми волнами периметрических зон открытых полостных горловых частей акустических резонаторов Гельмгольца и свободных торцевых граней обособленных цельноформованных комбинированных звукопоглощающих панелей при их узкощелевом зазорном размещении друг относительно друга.

Формированию акустической анизотропии, усиливающей диссипативное поглощение акустической энергии способствует использование в конструкции звукопоглощающих материалов, которые состоят из дроблёных пористых и, выполненных из плотных полимерных веществ, элементов. Предусмотрено соблюдение их количественного состава при объёмном распределении пористых и непористых фрагментов. Монтаж звукопоглощающих панелей с узкими воздушными зазорами между противоположащими торцевыми гранями данных панелей способствует реализации диссипативного дифракционного поглощения акустической энергии. Данный процесс происходит при свободном огибании панелей звуковыми волнами.

В зависимости от технического задания на разработку шумопоглощающей конструкции при результате достижения более высоких

звукопоглощающих эффектов, есть возможность уменьшить количество звукопоглощающего вещества для создания требуемой величины эффекта шумозаглушения. Также, для аналогичной ситуации допустимо использование более дешёвого и, одновременно с этим, экологичного сырья для создания звукопоглощающего материала (ЗПМ). При создании ЗПМ возможно использование производственно-технологических отходов, производственного брака или из пористых звукопоглощающих структур материалов, которые содержатся в составе шумоизоляционных пакетов, подвергаемых утилизации. Использование данного сырья улучшает экологические характеристики конструкции. Повторное использование материалов, закончивших свой жизненный цикл в составе других устройств или конструкций, которых не допускают к энергетической утилизации путём сжигания из-за высоких уровней выбросов углекислого газа, делает актуальной экономическую и экологическую эффективность повторного применения их в качестве сырья в составе конструкции предлагаемого технического устройства. Данные материалы помогают в меньших количествах расходовать невозобновляемые углеводородные сырьевые материалы для создания из них синтетических звукопоглощающих блоков.

Для изготовления звукопоглощающих панелей могут использоваться дроблёные звукопоглощающие элементы, полученные путём вторичной утилизационной переработки технологических отходов и брака разнovidных изделий из ЗПМ. Используемые в шумоактивных средствах транспорта, система энергетических установок и на строительных объектах демонтированные пакеты шумоизоляции могут включаться в состав исходного сырья звукопоглощающих панелей. В совокупности, это позволяет уменьшить итоговую стоимость устройства, помогает снизить уровень загрязнения окружающей среды, улучшает экологические характеристики устройств путём реализации уменьшения, подлежащих вынужденному захоронению, звукопоглощающих материалов.

Использование полуфабрикатов плосколистового типа, таких как листы или рулоны ЗПМ, упрощает реализацию управляемого упрощения осуществления процедуры дробления и последующего дозирования по структурным и весо-габаритным параметрам для изготовления звукопоглощающих панелей низкошумного технического помещения. Имеет место использование комбинированных смесей, путём сочетания дроблёных звукопоглощающих элементов, полученных из утилизационного сырья и звукопоглощающего вещества, изготовленного из нового полуфабрикатного сырья, что позволит более точно управлять конечными параметрами системы. Таким образом можно настроить жесткость, вес, плотность и акустическую эффективность конструкции осуществляя дозирование в необходимых пропорциях новых (изготовленных с нуля) дроблёных звукопоглощающих элементов, характеризующихся более точными акустическими параметрами в отличие от материалов, полученных путём вторичной переработки.

Эффективность данного технического решения подтверждается результатами экспериментальных исследований. Были проведены исследования звукопоглощающих характеристик макетных образцов шумоподавляющих панелей низкошумного технического помещения. Данные панели были изготовлены из пористого звукопоглощающего вещества с интегрированными акустическими резонаторами Гельмгольца и были представлены в виде плоских листов вспененного открытоячеистого пенополиуретана, лицевые стороны которых были облицованы воздухонепродуваемой полиэстровой алюминизированной плёнкой толщиной 0,012 мм. Камерная и горловая часть, каждого из резонаторов, частично облицована воздухонепродуваемой и звукопрозрачной оболочкой. Обособленные цельноформованные комбинированные звукопоглощающие панели с габаритными размерами $l, b, h = 1000, 1000, 75$ мм содержали встроенные в их объемных структурах полостные акустические резонаторы Гельмгольца в количестве 8 шт. Объёмы горловых и камерных частей

акустических резонаторов были подобраны для достижения наибольшего эффекта звукопоглощения в частотном диапазоне 1/3 октавных полос частот с центрами 0,4 и 0,5 кГц. В качестве сопоставительного образца был использован макет, изготовленный из звукопоглощающего материала идентичного состава и габаритных характеристик без применения в нём акустических резонаторов Гельмгольца. Эксперименты проводились в малогабаритной реверберационной камере "Кабина Альфа", объёмом воздушной полости в 6,44 м³ и рабочим частотным диапазоном в 1/3 октавных полос с центрами от 0,4 до 10 кГц.

В приложении А приведены результаты измерений реверберационного коэффициента звукопоглощения данных макетных образцов. Из данных результатов можно сделать вывод, что применение в конструкции низкошумного технического помещения акустических резонаторов Гельмгольца позволяют увеличивать на 20-29% значение реверберационного коэффициента звукопоглощения в частотном диапазоне 1/3 октавных полос звукового спектра с центрами 0,4-0,5 кГц.

Доказать эффективность монтажа панелей с эффектом звукопоглощения низкошумного технического помещения с воздушными зазорами относительно звукоотражающих поверхностей ограждающих конструкций и между их противоположащими торцевыми гранями для увеличения звукопоглощающих свойств конструкции помогло сравнение данного метода с классическим беззазорной компоновкой шумопоглощающих панелей. Имитация беззазорного монтажа панелей была выполнена в виде установки их непосредственно на поверхность пола малой реверберационной камеры "Кабина Альфа". Имитация зазорного монтажа звукопоглощающих панелей осуществлялась использованием звукопрозрачной плоской платформы с ячейками, образованными металлической сеткой, поверхность которой находилась с определённым (300мм) воздушным зазором над звукоотражающей поверхностью пола камеры "Кабина Альфа". Задаваемые размеры воздушных зазоров между противоположащими торцевыми гранями

28 звукопоглощающих составляли 10 мм. Эксперименты проводились в малогабаритной реверберационной камере "Кабина Альфа", объёмом воздушной полости в 6,44 м³ и рабочим частотным диапазоном в 1/3 октавных полос с центрами от 0,4 до 10 кГц. Результаты данных измерений, представленные в приложении Б, говорят нам о возрастании эффектов поглощения акустической энергии при зазорном монтаже звукопоглощающих панелей.

Анализируя различные типы технических решений в данной области техники, мы пришли к выводу, что выбранный технический результат устройства, описанного в патенте РФ на изобретение №2715727 опубликованном 03.03.2020, имеет признаки, которых нет в остальных решениях и совокупность его особенностей даёт возможность получить технический результат, который может улучшить условия труда на рабочем месте машиниста технологических компрессоров, путём установки конструкции данного устройства в пространстве вокруг каждого из газотурбинных компрессоров КЦ-1 Тольяттинского ЛПУМГ так как данное решение промышленно применимо, может быть изготовлено промышленным способом, работоспособно, осуществимо и воспроизводимо. Иллюстративный пример низкошумного технического помещения с установленным в нем ШГТО приведён в приложении В.

4 Охрана труда

Для безопасного проведения работ и минимизации воздействий опасных и вредных производственных факторов выполняются следующие пункты для улучшения условий труда: использование СИЗ; курсы по повышению квалификации; использование СИЗ органов дыхания; установление вентиляции в зоне загрязнения; пребывание в зоне нахождения химических веществ не более отведённого времени.

Также проводятся различные организационные мероприятия, которые призваны снизить уровень, вызывающих риск ухудшения здоровья, факторов.

Генеральный директор Тольяттинского ЛПУМГ ООО "Газпром трансгаз Самара" обеспечивает работу СУОТ через ведущего специалиста по охране труда и руководителей структурных подразделений.

Разрабатывается и реализуется ведущим специалистом по охране труда данный план мероприятий по охране труда, который включает в себя:

- Доработка технологических процессов ради уменьшения производственного шума и опасных выбросов,
- Улучшения качества оборудования, которое не соответствует современным стандартам безопасности труда,
- Нахождение в помещениях необходимых средств коллективной защиты.

Проведение специальной оценки условий труда является очень важным элементом функционирования системы охраны труда, помогает улучшить условия труда рабочих, снизить травматизм. Для каждого, отдельно взятого, рабочего места работодатель обязан проводить её раз в 5 лет. СОУТ призвана оценить все ОВПФ и узнать определённый класс условий труда для каждого рабочего места.

Данная процедура состоит из нескольких основных этапов:

В начале работодателю необходимо создать комиссию по проведению СОУТ, затем необходимо найти компанию, занимающейся проведением СОУТ и заключить с ней договор. У данной компании должно быть право проводить СОУТ, также, она должна быть аккредитована. После этого, специалистам выбранной компании передаётся список рабочих мест, на которых необходимо проведение СОУТ. Работу по оценке рабочих мест выполняет эксперт по регламентированной методике. Эксперт собирает все необходимые данные об условиях труда рабочих, проводит замеры ОВПФ, затем выставляет итоговый класс условий труда для каждого оценённого рабочего места. После этого, он составляет отчёт о проведённой СОУТ, который должен быть утверждён комиссией по СОУТ. Подробная процедура проведения специальной оценки условий труда приведена в таблице 3.

Таблица 3 - Процедура проведения специальной оценки условий труда

Действие (процесс)	Ответственный за процесс	Исполнитель процесса	Документы на входе	Документы на выходе	Примечание
Принятие решения о проведении специальной оценки условий труда	Работодатель	Работодатель	Федеральный закон Российской Федерации № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда»	Приказ о создании комиссии по проведению специальной оценки условий труда	Состав и порядок деятельности комиссии утверждаются приказом (распоряжением) работодателя в соответствии с требованиями Федерального закона № 426-ФЗ
Заключение договора с организацией, имеющей право проводить специальную оценку условий труда	Работодатель (Специалист по ОТ)	Работодатель (Специалист по ОТ)	Приказ о создании комиссии по проведению специальной оценки условий труда	Гражданско-правовой договор с организацией, имеющей право проводить специальную оценку условий труда	Вся информация о деятельности организаций, проводящих СОУТ, хранится в открытом доступе на официальном сайте Минтруда в специальном реестре
Издание приказа о проведении специальной оценки условий труда в организации	Работодатель	Работодатель	Гражданско-правовой договор с организацией, имеющей право проводить специальную оценку условий труда; Приказ о создании комиссии по проведению специальной оценки условий труда	Изданный приказ об образовании комиссии по проведению специальной оценки условий труда	
Утверждение перечня рабочих мест, на которых будет проводиться специальная оценка условий труда	Комиссия по проведению СОУТ	Комиссия по проведению СОУТ	Изданный приказ об образовании комиссии по проведению специальной оценки условий труда	Утвержденный перечень рабочих мест, на которых будет проводиться СОУТ, с указанием аналогичных рабочих мест	
Идентификация опасных и вредных производственных факторов	Комиссия по проведению СОУТ	Эксперт организации, проводящей СОУТ	Утвержденный перечень рабочих мест, на которых будет проводиться СОУТ, с указанием аналогичных рабочих мест.	Экспертная оценка, утверждаемая комиссией	Результаты идентификации потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов утверждаются комиссией по СОУТ

Продолжение таблицы 3

Исследования (испытания) и измерения вредных и (или) опасных производственных факторов	Испытательной лабораторией (центром), экспертами и (или) иными работниками организации, проводящей СОУТ	Испытательной лабораторией (центром), экспертами и (или) иными работниками организации, проводящей СОУТ	Экспертная оценка, утверждаемая комиссией; Декларация соответствия условий труда государственным нормативным требованиям охраны труда	Протоколы в отношении каждого из этих вредных и (или) опасных производственных факторов, подвергнутых исследованиям (испытаниям) и измерениям	
Отнесение условий труда на рабочих местах по степени вредности и (или) опасности к классам (подклассам) условий труда	Эксперт организации, проводящей СОУТ	Эксперт организации, проводящей СОУТ	Протоколы в отношении каждого из этих вредных и (или) опасных производственных факторов, подвергнутых исследованиям и измерениям	Отнесение условий труда на рабочих местах по степени вредности и (или) опасности к классам (подклассам) условий труда	Условия труда по степени вредности и (или) опасности подразделяются на четыре класса – оптимальные (1.0), допустимые (2.0), вредные (3.1-3.4) и опасные (4.0) условия труда
Составление отчета о проведении специальной оценки условий труда	Организация, проводящая СОУТ	Организация, проводящая СОУТ	Отнесение условий труда на рабочих местах по степени вредности и (или) опасности к классам (подклассам) условий труда	Отчет о проведении специальной оценки условий труда	
Утверждение отчета о проведении специальной оценки условий труда	Комиссия по проведению СОУТ	Комиссия по проведению СОУТ	Отчет о проведении специальной оценки условий труда	Утвержденный отчет о проведении специальной оценки условий труда	Отчет о проведении специальной оценки условий труда подписывается всеми членами комиссии и утверждается председателем комиссии.
Ознакомление работников организации с результатами специальной оценки условий труда	Работодатель (Специалист по ОТ)	Работодатель (Специалист по ОТ)	Утвержденный отчет о проведении специальной оценки условий труда	Журнал с подписями сотрудников	Работодатель организует ознакомление работников с результатами проведения специальной оценки условий труда на их рабочих местах под роспись в срок не позднее чем тридцать календарных дней со дня утверждения отчета о проведении специальной оценки условий труда

Специальная оценка условий труда регулярно проводится в Тольяттинском ЛПУМГ «Газпром трансгаз Самара».

5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

ООО «Газпром трансгаз Самара», это компания, которая серьёзно следит за экологической обстановкой на своих предприятиях. Компания каждый год планирует и реализует различные мероприятия. Их основное направление - усовершенствование экологической обстановки в ответственных компании областях.

Также, специалисты ООО «Газпром трансгаз Самара» разработали специальную программу мероприятий по охране окружающей среды. Она создана для достижения, установленных компанией, экологических целей.

Безостановочное улучшение корпоративного управления в области охраны окружающей среды, повышение энергоэффективности производственных процессов, использование лучших современных технологий, именно это непрерывно уменьшает влияние предприятия на окружающую среду.

Деятельность с опасными отходами включает образование, сбор, обезвреживание, транспортировку, размещение на объектах временного хранения на территории филиала собственных опасных отходов I – V класса опасности для окружающей природной среды (ОПС).

В Тольяттинском ЛПУМГ в 2019 году была проведена инвентаризация перечня и количества, разрешенных к размещению отходов с составлением баланса образовавшихся, используемых и размещаемых отходов.

У ЛПУМГ в результате производственной деятельности образуется 46 видов отходов, из них: первого класса опасности для ОПС – 1 вид, второго класса опасности для ОПС – 1 вид, третьего класса опасности для ОПС – 8 видов, четвертого класса опасности для ОПС – 12 видов, пятого класса опасности для ОПС – 24 видов.

По мере образования отходов основная часть передается специализированным организациям с передачей прав собственности для

переработки и использования или вывозятся на санкционированную свалку по договорам в соответствии с инвентаризационной ведомостью промышленных отходов.

Паспорта газоочистных установок необходимо разрабатывать природопользователям, эксплуатирующим газоочистные установки. Необходимость данного процесса определяется в Федеральном законе No 96 «Об охране атмосферного воздуха».

Паспорт газоочистой установки содержит необходимую информацию о газоочистой установке, схемы устройства данной установки и наиболее важных узлов, входящих в её состав, а также технические характеристики данной газоочистой установки и показатели работы газоочистой установки, которые подлежат контролю при проверках работы данного вида и типа газоочистой установки.

Подробная процедура проведения паспортизации газоочистных установок приведена в таблице 4.

Таблица 4 - Паспортизация газоочистных установок

Действие (процесс)	Ответственный за процесс	Исполнитель процесса	Документы на входе	Документы на выходе	Примечание
Сбор данных и документации о каждой конкретной установке, обследование состояния газоочистного оборудования, проведение необходимых замеров	Работодатель	Работодатель	Федеральный закон РФ «Об охране атмосферного воздуха» №96-ФЗ от 04.05.99г. ГОСТ 17.2.1.04.77., «Правила эксплуатации установок очистки газа»	Данные о газоочистной установке	Перечень данных и документации необходимых для получения паспорта ГОУ: – Карточка предприятия, содержащая полную информацию об организации — владельце ГОУ; – Акт приема ГОУ в эксплуатацию; – Оценка технического состояния и работы ГОУ; – Протокол проведения замеров параметров работы ГОУ; – Информационные данные о параметрах работы ГОУ из аккредитованной лаборатории; – Копия всей документации завода-производителя, которая прилагалась к ГОУ.
Составление паспорта ГОУ	Работодатель	Работодатель	Данные о газоочистной установке	Паспорт ГОУ	Заполнение паспорта ГОУ производится по установленному шаблону из Правил эксплуатации установок очистки газа. (Утверждены приказом Минприроды России от 15.09.2017 №498).

Продолжение таблицы №4

Регистрация паспорта ГОУ в Росприроднадзоре	Сотрудник Росприроднадзора	Сотрудник Росприроднадзора	Паспорт ГОУ	Утверждённый паспорт ГОУ	Регистрация осуществляется в территориальном органе Росприроднадзора. Срок регистрации 30 рабочих дней.
Выдача утверждённого паспорта ГОУ заказчику	Сотрудник Росприроднадзора	Сотрудник Росприроднадзора	Утверждённый паспорт ГОУ		Паспорт бессрочен. Необходимо ежегодно проводить проверку эффективности работы и оценку технического состояния ГОУ, информацию обязательно отражать в паспорте.

Из-за того, что при добыче и транспортировке газа, земля является основным объектом воздействия производственных факторов, охрана земли становится одним из преимущественным в реализации направлений экологической деятельности ООО "Газпром трансгаз Самара". Организация постоянно стремится к реализации наилучших способов минимизации отходов, ведётся непрекращающаяся работа по уменьшению накопленных отходов.

6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях

Основной опасностью на Тольяттинском ЛПУМГ является авария на трубопроводе. Данная чрезвычайная ситуация характеризуется как авария на трассе трубопровода, связанная с выбросом под давлением опасных химических или пожаровзрывоопасных веществ. Оперативная часть плана по локализации и ликвидации аварии на трубопроводе представлена в таблице 5.

Таблица 5 - Оперативная часть плана по локализации и ликвидации аварийной ситуации

Наименование и место аварийной ситуации	Опознавательные признаки аварийной ситуации	Оптимальные способы противоаварийной защиты	Технические средства (системы) противоаварийной защиты	Исполнители	Порядок действия
Разгерметизация аппарата и выброс газа из трубопровода. Отделение КЦ-1	Уменьшение давления, визуальное обнаружение	Отключение подачи газа в цех (дистанционно) . Отключить поврежденный участок	Регулирующий клапан поз. 819в	Первый заметивший аварию Мастер смены и сменный персонал Скорая помощь	Сообщить об аварии мастеру смены. 1. Вызвать аварийные службы. 2. Прекратить ремонтные работы. 3. Удалить посторонних лиц из зоны аварии, пострадавшим оказать помощь. 4. Оповестить должностных лиц, взаимосвязанные цеха, диспетчера объединения 5. Установить прибывшие пожарные машины у «мокрого колодца» пожарных гидрантов и привести их в боевую готовность.

Для предотвращения чрезвычайных и аварийных ситуаций Тольяттинским ЛПУМГ ООО «Газпром Трансгаз Самара» были разработаны мероприятия для защиты рабочих в чрезвычайных и аварийных ситуациях.

1. Обучение рабочих Тольяттинского ЛПУМГ в области ГО ЧС.

Осуществление и планирование обучения работников способам защиты от ситуаций, возникающих при ЧС, на основе программ, утвержденных Минэнерго России и МЧС России;

2. Оповещение рабочих Тольяттинского ЛПУМГ при возникновении чрезвычайной и аварийной ситуации

Поддержание в состоянии постоянной готовности к использованию на опасных производственных объектах систем оповещения, общее использование современных средств единой сети электросвязи и других технических средств передачи информации.

3. Эвакуация рабочих Тольяттинского ЛПУМГ и членов их семей в безопасные районы.

Планирование подготовки и проведения эвакуации работников и членов их семей в безопасные районы, а также подготовка районов размещения работников и членов их семей, материальных ценностей, подлежащих эвакуации. Планирование работы эвакуационного транспорта, разработка мероприятий по обеспечению эвакуируемых работников и членов их семей продуктами питания, водой и медицинским обслуживанием

4. Борьба с пожарами при возникновении ЧС природного и техногенного характера.

Создание необходимых противопожарных формирований, их оснащение материально-техническими средствами, планирование действий, организация взаимодействия с другими видами пожарной охраны.

7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению акустического комфорта в помещении станции.

В таблице 6 показан план мероприятий по улучшению условий труда на рабочем месте машиниста технологических компрессоров

Таблица 6 – План мероприятий по улучшению условий труда

Наименование структурного подразделения, рабочего места	Наименование мероприятия	Цель мероприятия	Структурные подразделения, привлекаемые для выполнения мероприятия
Тольяттинское ЛПУМГ ООО «Газпром Трансгаз Самара» КЦ-1 Машинист технологических компрессоров	Установка шумопоглощающих конструкций	Обеспечение безопасных условий труда	Производственный отдел, отдел материально-технического снабжения

В таблице 7 продемонстрирован план финансового обеспечения предупредительных мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний работников, занятых на рабочих местах с ОВПФ

Таблица 7 – План финансового обеспечения предупредительных мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний работников, занятых на работах ОВПФ

Наименование предупредительных мер	Обоснование для проведения предупредительных мер	Единицы измерения	Количество	Планируемые расходы
Установка шумопоглощающих конструкций	План мероприятий по улучшению условий и охраны труда	шт.	8	985.000 руб.

В таблице 8 указаны показатели для расчёта санитарно-гигиенической эффективности мероприятий по охране труда

Таблица 8 – Показатели для расчета санитарно-гигиенической эффективности мероприятий по охране труда

Наименование показателя	Условные обозначения	Единицы измерения	i=1	i=2
Число единиц производственного оборудования, не соответствующего требованиям безопасности	М _і	шт.	8	0
Общее количество единиц производственного оборудования	М	шт.	8	8
Количество производственных помещений, которые не отвечают требованиям безопасной их эксплуатации	Б _і	шт.	1	0
Общее число производственных помещений	Б	шт	1	1
Количество рабочих мест, условия труда на которых не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям	К _і	РМ	12	0
Общее количество рабочих мест	КЗ	РМ	12	12
Численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям	Ч _і	чел.	12	0
Годовая среднесписочная численность работников	ССЧ	чел.	80	80

Увеличение количества производственного оборудования (ΔM), соответствующего требованиям безопасности:

$$\Delta M = \frac{M_1 - M_2}{M} \cdot 100 \% = \frac{8 - 0}{8} \cdot 100 \% = 100\%$$

(1)

Увеличение числа производственных помещений ($\Delta Б$), отвечающих требованиям безопасной их эксплуатации:

$$\Delta Б = \frac{Б_1 - Б_2}{Б} \cdot 100 \% = \frac{1 - 0}{1} \cdot 100 \% = 100\%$$

(2)

Сокращение количества рабочих мест ($\Delta К$), условия труда на которых не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям:

$$\Delta К = \frac{К_1 - К_2}{К_3} \cdot 100 \% = \frac{12 - 0}{12} \cdot 100 \% = 100\%$$

(3)

Уменьшение численности занятых ($\Delta Ч$), работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям:

$$\Delta Ч = \frac{Ч_1 - Ч_2}{ССЧ} \cdot 100 \% = \frac{12 - 0}{80} \cdot 100 \% = 15\%$$

(4)

В таблице 9 указаны показатели для расчёта социальной эффективности мероприятий по охране труда

Таблица 9 – Показатели для расчета социальной эффективности мероприятий по охране труда

Наименование показателя	Условные обозначения	Единицы измерения	i=1	i=2
Численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям	Ч _і	чел.	12	0
Годовая среднесписочная численность работников	ССЧ	чел.	80	80
Число пострадавших от несчастных случаев на производстве	Ч _{нс}	чел.	5	4
Количество дней нетрудоспособности в связи с несчастными случаями	Д _{нс}	дн	75	60

Продолжение таблицы 9

Количество работников, уволившихся по собственному желанию из-за неудовлетворительных условий труда	Чп	чел.	2,00	0,00
Плановый фонд рабочего времени в днях	Фплан	дни	249,00	249,00

Коэффициент частоты травматизма:

$$K_{\text{ч}} = \frac{\text{Ч}_{\text{нс}} \cdot 1000}{\text{ССЧ}},$$

$$K_{\text{ч1}} = \frac{5 \cdot 1000}{80} = 62,5,$$

$$K_{\text{ч2}} = \frac{4 \cdot 1000}{80} = 50$$

(1)

Коэффициент тяжести травматизма:

$$K_{\text{т}} = \frac{D_{\text{нс}}}{\text{Ч}_{\text{нс}}},$$

$$K_{\text{т1}} = \frac{75}{5} = 15,$$

$$K_{\text{т2}} = \frac{60}{4} = 15$$

(2)

Изменение коэффициента частоты травматизма ($\Delta K_{\text{ч}}$):

$$\Delta K_{\text{ч}} = 100 - \frac{K_{\text{ч2}}}{K_{\text{ч1}}} \cdot 100 = 100 - \frac{50}{62,5} \cdot 100 = 20$$

(3)

Изменение коэффициента тяжести травматизма ($\Delta K_{\text{т}}$):

$$\Delta K_{\text{т}} = 100 - \frac{K_{\text{т2}}}{K_{\text{т1}}} \cdot 100 = 100 - \frac{15}{15} \cdot 100 = 0$$

(4)

Сокращение текучести кадров из-за неудовлетворительных условий труда:

$$\Delta \text{Ч}_{\text{п}} = \frac{\text{Ч}_{\text{п1}} - \text{Ч}_{\text{п2}}}{\text{ССЧ}} = \frac{2 - 0}{80} = 0,025$$

(8)

Потери рабочего времени в связи с временной утратой трудоспособности на 100 рабочих за год:

$$\text{ВУТ} = \frac{100 \cdot D_{\text{НС}}}{\text{ССЧ}},$$

$$\text{ВУТ}_1 = \frac{100 \cdot 75}{80} = 93,75,$$

$$\text{ВУТ}_2 = \frac{100 \cdot 60}{80} = 75$$

(9)

Фактический годовой фонд рабочего времени 1 основного рабочего:

$$\Phi_{\text{факт}} = \Phi_{\text{план}} - \text{ВУТ},$$

$$\Phi_{\text{факт1}} = 249 - 93,75 = 155,25,$$

$$\Phi_{\text{факт2}} = 249 - 75 = 174$$

(10)

Прирост фактического фонда рабочего времени 1 основного рабочего после проведения мероприятия по охране труда:

$$\Delta\Phi_{\text{факт}} = \Phi_{\text{факт2}} - \Phi_{\text{факт1}} = 174 - 155,25 = 18,75$$

(11)

Относительное высвобождение численности рабочих за счет снижения количества дней невыхода на работу:

$$\mathcal{E}_{\text{ч}} = \frac{\text{ВУТ}_1 - \text{ВУТ}_2}{\Phi_{\text{факт1}}} \cdot \text{Ч}_{\text{НС1}} = \frac{93,75 - 75}{155,25} \cdot 5 = 0,6$$

(12)

В таблице 10 указаны показатели для расчёта экономической эффективности мероприятий по охране труда

Таблица 10 – Показатели для расчета экономической эффективности мероприятий по охране труда

Наименование показателя	Условные обозначения	Единицы измерения	i=1	i=2
Численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям	$Ч_i$	чел.	12	0
Годовая среднесписочная численность работников	ССЧ	чел.	80	80
Время оперативное	t_o	мин	15,00	8,00
Время обслуживания рабочего места	$t_{ом}$	мин	1,40	0,70
Время на отдых	$t_{отл}$	мин	1,50	1,50
Ставка рабочего	$T_{час}$	руб/час	200,00	200,00
Коэффициент доплат	$k_{допл.}$	%	4,00	0,00
Продолжительность рабочей смены	T	час	12	12
Количество рабочих смен	S	шт	1	1
Коэффициент материальных затрат в связи с несчастным случаем	μ		1,50	1,50
Страховой тариф по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний	$t_{страх}$	%	0,30	0,30
Нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности	$Е_n$	-	0,08	0,08
Единовременные затраты	$З_{ед}$	руб.	0,00	985 000

Общий годовой экономический эффект (\mathcal{E}_r) от мероприятий по улучшению условий труда представляет собой экономию приведенных затрат от внедрения данных мероприятий:

$$\mathcal{E}_z = \mathcal{E}_{мз} + \mathcal{E}_{усл\ тр} + \mathcal{E}_{страх} = (-297\ 000) + 7\ 458\ 046 + 2\ 237\ 414,4 = 9\ 655\ 760,4 \quad (4)$$

Среднедневная заработная плата:

$$\begin{aligned} ЗПЛ_{дн} &= T_{час} \cdot T \cdot S \cdot (100\% + k_{допл}), \\ ЗПЛ_{дн1} &= 200 \cdot 12 \cdot 1 \cdot (100\% + 4\%) = 2496 \\ ЗПЛ_{дн2} &= 200 \cdot 12 \cdot 1 \cdot (100\% + 0\%) = 2400 \end{aligned} \quad (5)$$

Материальные затраты в связи с несчастными случаями на производстве:

$$\begin{aligned} P_{мз} &= ВУТ \cdot ЗПЛ_{дн} \cdot x \cdot \mu, \\ P_{мз1} &= 93,75 \cdot 2496 \cdot 2 \cdot 1,5 = 837\ 000, \\ P_{мз2} &= 75 \cdot 2400 \cdot 2 \cdot 1,5 = 540\ 000 \end{aligned} \quad (6)$$

Годовая экономия материальных затрат:

$$\mathcal{E}_{мз} = P_{мз2} - P_{мз1} = 540\ 000 - 837\ 000 = -297\ 000 \quad (7)$$

Среднегодовая заработная плата:

$$\begin{aligned} ЗПЛ_{год} &= ЗПЛ_{дн} \cdot \Phi_{план}, \\ ЗПЛ_{год1} &= 2496 \cdot 249 = 621\ 504, \\ ЗПЛ_{год2} &= 2400 \cdot 249 = 597\ 600 \end{aligned} \quad (8)$$

Годовая экономия за счет уменьшения затрат на выплату льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда:

$$\mathcal{E}_{усл\ тр} = Ч_1 \cdot ЗПЛ_{год1} - Ч_2 \cdot ЗПЛ_{год2} = 12 \cdot 621\ 504 - 0 \cdot 597\ 600 = 7\ 458\ 048 \quad (9)$$

«Годовая экономия по отчислениям на социальное страхование ($\mathcal{E}_{\text{страх}}$) образуется за счет уменьшения затрат на выплату льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда. Определяется она произведением годовой экономии затрат на выплату льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда и тарифом взносов на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве.» [3].

$$\mathcal{E}_{\text{страх}} = \mathcal{E}_{\text{усл.тр}} \cdot t_{\text{страх}} = 7\,458\,048 \cdot 0,3 = 2\,237\,414,4$$

(10)

«Срок окупаемости затрат на проводимые мероприятия определяется соотношением суммы произведенных затрат к общему годовому экономическому эффекту. Коэффициент экономической эффективности – это величина, обратная сроку окупаемости.» [4].

Срок окупаемости затрат на проведение мероприятий:

$$T_{e\partial} = \frac{z_{e\partial}}{\mathcal{E}_z} = \frac{985\,000}{9\,665\,760,4} = 0,1$$

(11)

Коэффициент экономической эффективности затрат:

$$E_{e\partial} = \frac{1}{0,1} = 10$$

(12)

Заключение

Проведенное исследование на опасном производственном объекте позволяет говорить о том, что Тольяттинское ЛПУМГ ООО «Газпром Трансгаз Самара» соответствует всем законодательным и нормативно-правовым актам, предусмотренных для подобных объектов.

По итогу проведенной бакалаврской работы было выявлено преимущество использования технического устройства, указанного в патенте РФ на изобретение №2715727 опубликованном 03.03.2020. Его соответствующее размещение в рабочих помещениях позволит улучшить условия труда для дальнейшей работы, что лишь повысит безопасность работников.

В разделе «Охрана труда» были рассмотрена система управления охраной труда на предприятии, описана процедура проведения специальной оценки условий труда на предприятии.

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» проведена оценка антропогенного воздействия объекта на окружающую среду Тольяттинского ЛПУМГ ООО «Газпром Трансгаз Самара».

В разделе «Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях» разработаны действия персонала Тольяттинского ЛПУМГ ООО «Газпром Трансгаз Самара» при аварийных ситуациях.

Также, были проведены все необходимые экономические расчёты, результаты которых позволяют с уверенностью говорить об исключительной эффективности предлагаемого мероприятия.

Все задачи работы были выполнены, рекомендовано использовать её результаты как программу улучшения производственного процесса на производстве.

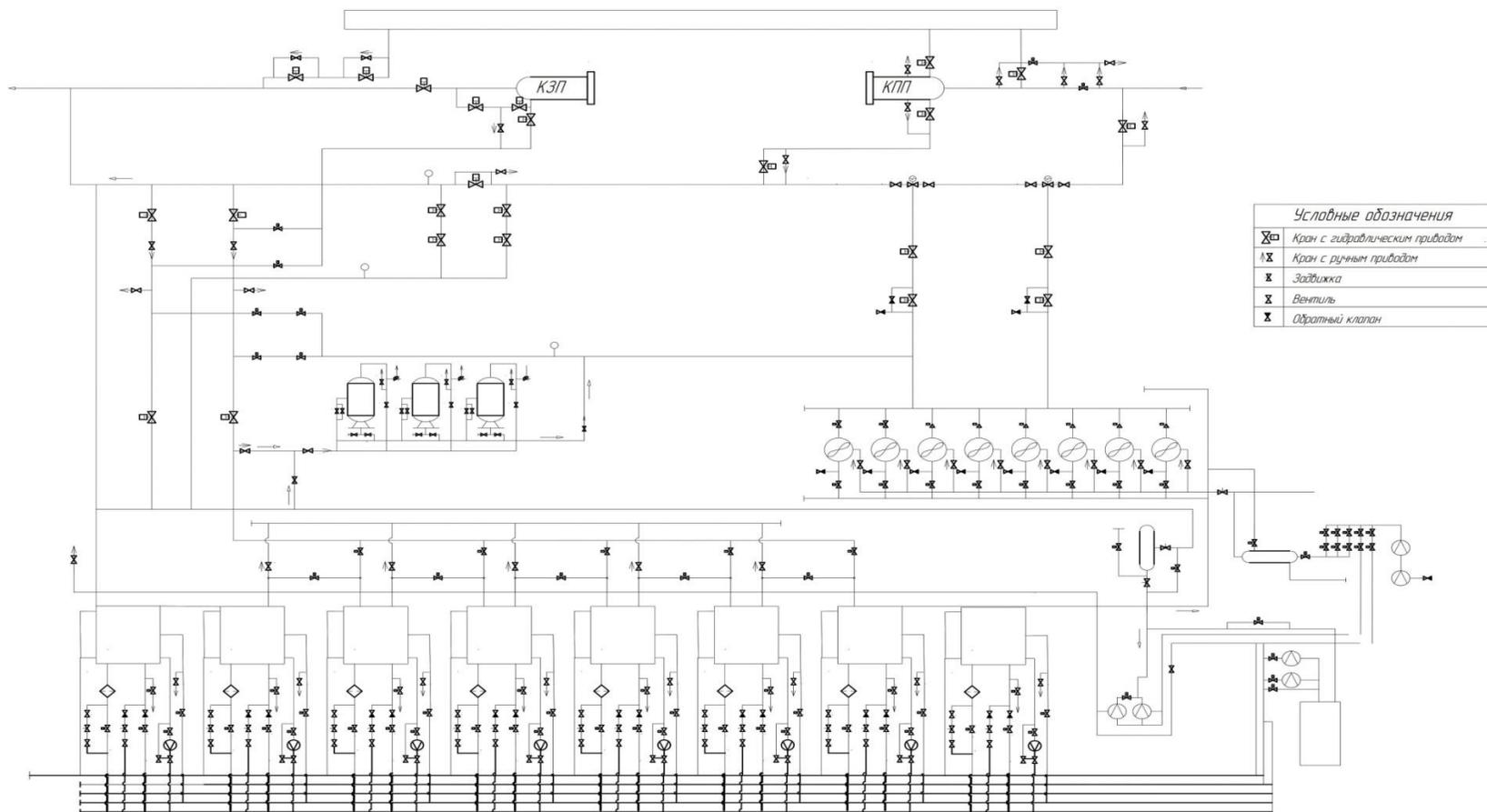
Список используемых источников

1. Машинист технологических компрессоров – ЕТКС [Электронный ресурс]. URL: http://www.aup.ru/docs/etks/etks-36_1/13.html (Дата обращения: 14.05.2020)
2. ГОСТ 12.0.003–2015 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136071> (Дата обращения: 14.05.2020)
3. Виды оценки эффективности мероприятий по охране труда. [Электронный ресурс]. URL: https://studopedia.net/2_53511_vidi-otsenki-effektivnosti-meropriyatii-po-ohrane-truda.html (Дата обращения: 20.05.2020)
4. Формулы социальной эффективности мероприятий по охране труда. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.komimu.ru/repair-in-an-apartment-house/formuly-socialnoi-effektivnosti-meropriyatii-po-ohrane-truda-metodika.html> (Дата обращения: 20.05.2020)
5. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68–ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (ред. от 23.06.2016). [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/9009935> (Дата обращения: 01.06.2020).
6. ГОСТ 12.2.003 – 91 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности» [Текст] – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 11 с.
7. ГОСТ 12.2.033 – 78 «Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования» [Текст] – М.: Изд-во стандартов, 1978. – 13 с.
8. ГОСТ 12.1.012 – 90 «Вибрационная безопасность» [Текст] - М.: Изд-во стандартов, 1990. – 12 с.

9. ГОСТ 12.1.003 – 83 «Шум. Общие требования безопасности» [Текст] Переизд. Апр. 1982 с изм. 1. – Взамен ГОСТ 12.1.003–68; Введ. 01.01.77 до 01.07.84.- М.: Изд-во стандартов, 1982. – 9 с.
10. ГОСТ 12.4.016 – 83 «Одежда специальная. Защитная» [Текст] – М.: Изд-во стандартов, 1983. –12 с.
11. Денисенко, Г.Ф. Охрана труда [Текст] / Г.Ф. Денисенко; Учеб.пособие. – М.: Высш. шк., 1985. – 319с.
12. Иванов, М.И. Анализ производственного травматизма [Текст] / М.И. Иванов; Охрана труда и социальное страхование. – 2005. – №4, с.43–47.
13. Чистякова, С.Б. Охрана окружающей среды [Текст]: Учебник для вузов. – М.: Строй – издат, 1988. – 272 с.
14. Давыдова, Р.П. Понятия, признаки, критерии, виды и особенности экологических рисков [Текст]// Управление рисками. 2002. № 3. С. 36–45.
15. Дмитриев, В.Г. Оценка экологического риска. Аналитический обзор публикаций [Текст]// Арктика и север. 2014. № 14. С. 126–147.
16. Lyon-Caen G., Peissier J., Suoiot A. Droit du travail [Текст]. Paris, 1998.
17. Internatiaonal Encyclopedia for Labour Law and Industrial Relations [Текст]. Deventer vol. 1 – 23. Deventer, 1995.
18. Morshed A. Rana, M. Sam Mannan, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2010. 23, С. 768-772
19. Arrangement of a device for absorption of sound waves French patent FR2910685A1 [Электронный ресурс] [URL:https://patents.google.com/patent/FR2910685A1/en](https://patents.google.com/patent/FR2910685A1/en) (Дата обращения:14.05.2020)
20. Acoustical board USA Patent US3991848A [Электронный ресурс] [URL:https://patents.google.com/patent/US3991848A/en](https://patents.google.com/patent/US3991848A/en) (Дата обращения:14.05.2020)

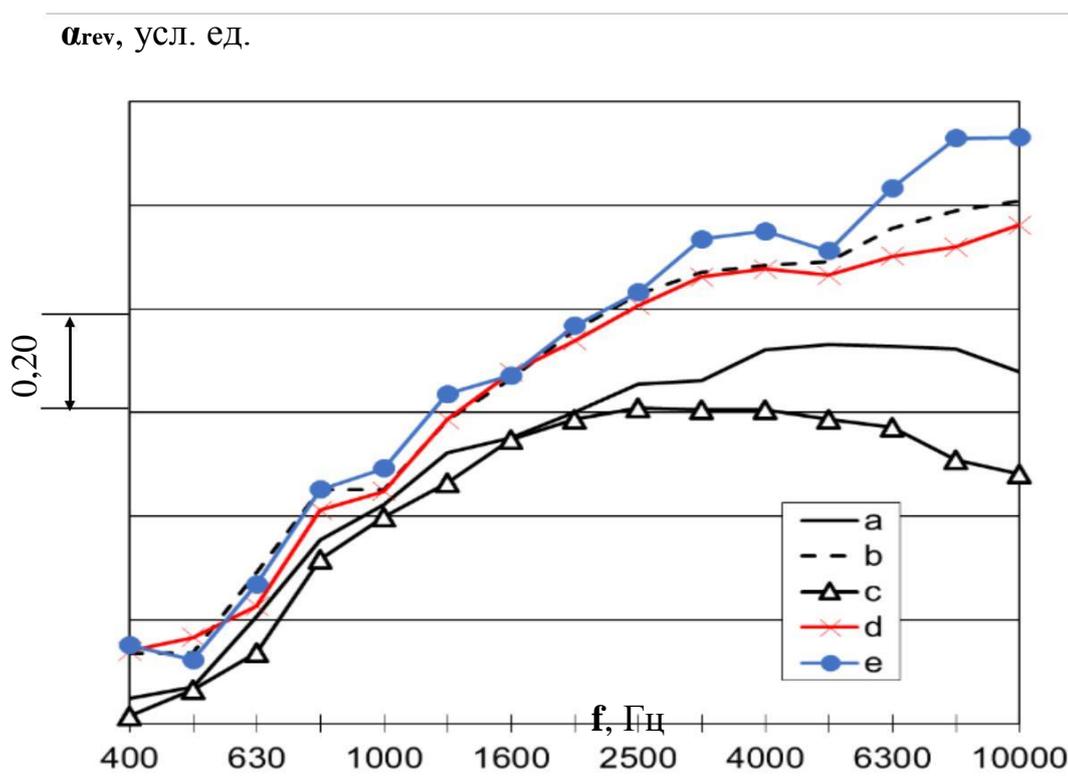
Приложение А

Схема технологического процесса на газоперекачивающей станции



Приложение Б

Результаты измерений реверберационного коэффициента звукопоглощения (α_{rev}) исследованных макетных образцов обособленных цельноформованных комбинированных звукопоглощающих панелей



a – беззазорный способ установки макетного образца при звукоизолированных торцевых гранях; **b** – установка макетного образца с воздушным зазором с звукоизолированными торцевыми гранями; **c** – беззазорный способ установки макетного образца при звукоизолированных торцевых гранях; **d** – установка макетного образца с воздушным зазором с звукоизолированными торцевыми гранями; **e** – макетный образец расчленен на 8 идентичных квадратных фрагментов, смонтированных с торцевыми межграневыми зазорами друг относительно друга (торцевые грани 8 фрагментов макетных образцов – звукоизолированы)

Приложение В

Иллюстративный пример низкошумного технического помещения с установленным в нем ШГТО

