

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)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Пожарная безопасность

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Исследование и разработка средств, предотвращающих и ограничивающих разлив технических жидкостей при пожаре на автосборочном предприятии

Обучающийся

А.В. Тимофеева

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, А.В. Краснов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

## Аннотация

В качестве темы выпускной квалификационной работы, была выбрана следующая тема: исследование и разработка средств, предотвращающих и ограничивающих разлив технических жидкостей при пожаре на автосборочном предприятии.

В качестве предпосылок для исследования, в рамках настоящей работы был проведён анализ развития пожара при разливе технических жидкостей на автосборочном предприятии.

В работе представлены средства, применяемые в настоящее время на отечественном автосборочном предприятии, используемые для предотвращения разлива технических жидкостей

С целью ограничения и предотвращения разливов разного рода технических жидкостей на автосборочном предприятии были предложены к внедрению следующие предложения:

- монтаж устройства самотушения горящих жидкостей и последующего предотвращения загорания этих жидкостей;
- обвалование резервуаров;
- возведение защитной стенки с отбойными козырьками;
- пиростикеры.

## Содержание

Введение.....	4
Перечень сокращений и условных обозначений .....	5
1 Исследование влияния разлива технических жидкостей при пожаре на развитие пожароопасных ситуаций на автосборочном предприятии .....	7
2 Исследование и анализ современных средств, предотвращающих и ограничивающих разлив технических жидкостей при пожаре на предприятии .....	16
3 Разработка и совершенствование средств, предотвращающих и ограничивающих разлив технических жидкостей при пожаре на автосборочном предприятии.....	24
4 Охрана труда.....	40
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность .....	52
6 Оценка мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	57
Заключение .....	65
Список используемой литературы и используемых источников.....	67

## Введение

В настоящее время всё больше возникает проблем, связанных с обеспечением пожарной безопасности на предприятиях и опасных производственных объектах, характеризующихся режимами работы и технологиями производства продукции.

Снижение пожарной опасности проливов технических жидкостей может быть достигнуто за счет применения технических решений, целью которых является разработка и установка ограничивающих средств предотвращающих разливы технических жидкостей при пожаре на предприятии.

Целью настоящей выпускной квалификационной работы является проведение исследования и разработка средств, предотвращающих и ограничивающих разливы технических жидкостей при пожаре на автосборочном предприятии.

Для выполнения целей, необходимо выполнить следующие задачи:

- провести анализ влияния разлива технических жидкостей при пожаре на развитие пожароопасных ситуаций на автосборочном предприятии;
- провести анализ современных средств, предотвращающих и ограничивающих разлив технических жидкостей при пожаре на предприятиях;
- по результатам проведенного анализа разработать рекомендации по совершенствованию средств предотвращающих и ограничивающих разлив технических жидкостей при пожаре на автосборочном предприятии АВЗ ПАО «КАМАЗ».

## Перечень сокращений и условных обозначений

- БПК – биохимическое потребление кислорода;
- ГЖ – горючая жидкость;
- ГСМ – горюче-смазочные материалы;
- ЛВЖ – легко воспламеняющаяся жидкость;
- ЛКМ – лакокрасочные материалы;
- АВЗ – автомобильный завод;
- ПАО «КАМАЗ» – публичное акционерное общество «КАМАЗ»;
- ПДК – предельно-допустимая концентрация;
- СОУТ – специальная оценка условий труда;
- СОУЭ – система обеспечения устойчивого экологического функционирования;
- ХПК – химическое потребление кислорода;
- ПСПТ – первичные средства пожаротушения;
- АУПТ – автоматические средства пожаротушения;
- ПБ – пожарная безопасность;
- ТБ – техническая безопасность;
- ТЖ – технические жидкости;
- ОТ – охрана труда;
- ОПО – оборудование и Перспективное Оборудование;
- РВС – резервуар вертикальный стальной;
- ЖРО – жидкость радиоактивного образца;
- СИТ – санитарно-эпидемиологическое заключение;
- ЕПБ – единые правила безопасности;
- СОБН - система оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей;
- СОУЭ – система оповещения и управления эвакуацией;
- СПЗ – система противодымной защиты;
- СПДЗ – система пожарной детекции и звуковой сигнализации;

ОБН – обнаружение факта возникновения пожара;

ПДЗ – пожарное дымоудаление заслонами;

Ф 5.1, Ф 5.2 – обозначает, серьезную угрозу возникновения пожара или взрыва;

СОПБ – Система огнезащиты пожарной безопасности.

## 1 Исследование влияния разлива технических жидкостей при пожаре на развитие пожароопасных ситуаций на автосборочном предприятии

Характеристика деятельности АВЗ ПАО «КАМАЗ».

Одним из предприятий, выпускающих большегрузные автомобили, является АВЗ ПАО "КАМАЗ". В Российской Федерации компания выпускает 47% всех большегрузных автомобилей [1].

Сегодня на АВЗ ПАО "КАМАЗ" занято более 50 тыс. человек, что является значимым показателем объема производства и востребованности продукции компании не только на внутреннем рынке, но и в других странах.

На рисунке 1 представлена динамика выпускаемой ПАО "КАМАЗ" продукции.

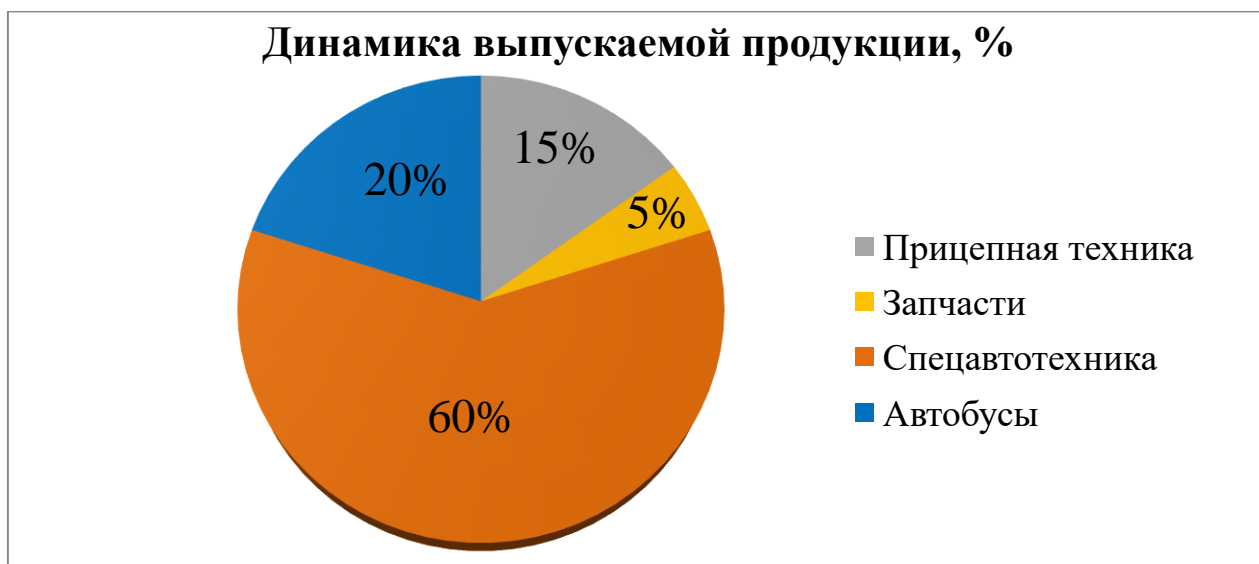


Рисунок 1 – Динамика выпускаемой продукции АВЗ ПАО «КАМАЗ»

Согласно приведенной диаграмме, большую часть выпускаемой компанией продукции составляет производство грузовых автомобилей - 60%. На втором месте с долей 20% находится производство автобусов, на третьем

- прицепной техники (прицепов и полуприцепов) с долей 15%, на четвертом - запасных частей к указанной продукции с долей 5%.

На специализированном автосборочном производстве продукция выпускается в соответствии с собственными разработками уникальных чертежей и спецификаций автомобилей.

Технологический план сборки автомобилей на этом предприятии может в чем-то отличаться от планов других предприятий, но в целом функциональные аспекты технологии сборки автомобилей в Российской Федерации одинаковы [2].

Сущность технологического процесса сборки автомобилей заключается в последовательном выполнении совокупных процедур конвейерного режима.

Процесс сбора автомобиля характеризуется 4 этапами:

- прессовое производство,
- сварочное производство,
- окрасочное производство,
- сборочное производство.

Риск возникновения пожарной опасности на каждом этапе процесса производства автомобилей различен в зависимости от различных случайных причин.

Из-за большого количества движущихся частей в машинах и процессах, используемых для производства автомобильной продукции, а также наличия технологических веществ и материалов, применяемых в автомобилестроении, производство автомобильной продукции является опасным.

Статистика возникновения пожароопасных ситуаций на автосборочном предприятии, влияние разлива технических жидкостей на характеристики развития и последствия пожаров.

Практический выбор был сделан в пользу создания местного филиала автопрома в настоящий момент в связи с нарастающими темпами



запретительных санкций со стороны основных производителей мирового автомобильного сегмента.

Технология сборки автомобилей - сложный аспект производства, который для каждой компании по-своему уникален, как с точки зрения техники, так и с точки зрения эргономики.

Производство автомобильной продукции, как уже было установлено, представляет собой пожарную опасность.

Нам удалось классифицировать технологические этапы и операции, которые с наибольшей вероятностью могут стать причиной пожара, используя анализ выпускаемой продукции, который в настоящее время применяется для технологий производства автомобилей на АВЗ ПАО "КАМАЗ" [3].

К наивысшей степени вероятности возникновения пожаров выпускаемой автомобильной продукции относятся:

- неправильная установка термических печей и котельных топок;
- неисправность электроприборов, предназначенных для отопления;
- неисправность электрооборудования, систем освещения и систем вытяжной вентиляции, а также, ненадлежащая их эксплуатации и недостаточное обеспечение контроля в период приёмо-сдаточных испытаний в лабораториях технического контроля качества выпускаемой конвейерной продукции предприятия;
- самовозгорание смазочных и обтирочных материалов, вызванное неправильным хранением, эксплуатацией, а также их утилизацией;
- неосторожное обращение с огнём.

На рисунке 2 представим динамику возникновения пожароопасных ситуаций.



Рисунок 2 – Динамика возникновения пожароопасных ситуаций на АВЗ ПАО «КАМАЗ»

В результате исследования, проведенного с использованием средств статистического распределения данных, было выявлено, что первое место среди причин пожаров в организации занимает неисправность монтажа термических печей и печей с присущей им пожарной опасностью (38%).

Второе место (25%) занимают неисправности электрооборудования и систем освещения [4].

На третьем месте находится категория пожаров с самовозгоранием смазочных и обтирочных материалов (15%).

На четвертом месте находятся неисправности электроприборов, необходимых для обогрева автомобилей - 12% от общего числа пожаров в производственной структуре.

Последнюю группу пожароопасных ситуаций (10%) составляют ситуации, связанные с неосторожным обращением с огнем. Хотя они оказывают гораздо меньшее влияние на вероятность возникновения пожара, чем вышеперечисленные элементы, тем не менее, они оказывают большее влияние на организацию в целом, если говорить об общем объеме производства.

Значительное количество легковоспламеняющихся жидкостей, сжиженных горючих газов и твердых горючих материалов используется в многочисленных технологических процессах на производстве предприятия автомобильной промышленности.

Все вышеперечисленные факторы пожарной опасности относятся ко всему производственному сектору Российской Федерации, а не только к автомобильной промышленности. На рисунке 3 показаны вероятные причины и их последствия.



Рисунок 3 – Причины возникновения пожаров на предприятии АВЗ ПАО «КАМАЗ»

Таким образом, проведенный анализ происхождения пожаров на АВЗ ПАО "КАМАЗ" позволил установить, что основной причиной пожара в цехах автосборочного завода является нарушение технологического режима - (38%), на втором месте - недостаточная подготовка оборудования к ремонту - (25%), на третьем - неисправность и неправильная эксплуатация электрооборудования - (20%), заключительной причиной пожара является самовозгорание промасленной ветоши и других материалов в следствии их неправильного хранения на рабочих местах.

Например, использование легковоспламеняющихся и горючих жидкостей применяется в процессе очистки двигателя от металлических включений (сажи и металлической стружки) и металлических примесей (веществ, добавляемых в моторные масла), оставшихся после технологического процесса изготовления двигателя.

Повреждение трубопровода системы топливоподачи, служащего источником подачи легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, является одним из факторов возникновения пожара при проведении данной технологической операции.

Прогрев двигателя на открытом пламени - следующий этап, который может привести к возникновению опасной пожароопасной ситуации на предприятии.

Кроме того, утечка масла из двигателя автомобиля может создать пожароопасную ситуацию на предприятии.

Анализ обеспеченности автосборочного предприятия средствами, предотвращающими и ограничивающими разлив технических жидкостей при пожаре.

Метод обвалования резервуаров применяется на предприятии для предотвращения и минимизации разлива технических жидкостей в случае пожара.

При строительстве предприятия или цеха, в котором используются жидкости для труда, необходимо предусмотреть обваловку резервуаров.

Случайное пролитие жидкостей может привести к пожару, если его не предотвратить.

Для предотвращения пожаров от пролива жидкостей из топливного бака автомобиля во время мойки двигателя на предприятиях по мойке автомобильных двигателей применяется процедура обвалования.

В качестве деблокирующего устройства может выступать барьерная стена или барьерная стена с волноотражающим козырьком.

При проектировании такого рода устройств предъявляются следующие обязательные нормативные требования, которые характеризуются конкретными показателями эффективности, а именно: гидростатическим давлением жидкости; шириной и свободным объёмом обвалования [6]. Под свободным объёмом обвалования понимается вместимость веществ, которые вытекли из автотранспорта.

На заводе АВЗ ПАО "КАМАЗ" в качестве обвалования используется конструкция из изготовленного специального негорючего материала.

Действующая на предприятии система остановки и ограничения разлива сжиженных жидкостей может быть использована и как пожарный выход. Однако, важно предусмотреть дополнительные меры безопасности при использовании этой методики в качестве пожарного выхода. Пожарные выходы должны соответствовать установленным стандартам по пожарной безопасности и обязаны быть оборудованы средствами и маркировкой, например аварийным освещением, выходными дверями и лестницами для эвакуации) и маркировкой (соответствующей сигнализацией и указателями), необходимыми для обеспечения безопасной эвакуации. Любой метод использования пожарного выхода должен обеспечивать безопасность и быть понятным для эвакуирующихся.

Эксплуатация и все виды профилактических работ должны проводиться своевременно вблизи не только основного производственного оборудования, но и в зоне, прилегающей к резервуарам для хранения жидкостей.

Противопожарные мероприятия, которые подразделяются на два класса, планируются и размещаются в местах, где существует риск разлива и утечки жидких и текучих углеводородов, способных вызвать пожар.

Основной целью этих организаций является радикальное снижение опасности, связанной с пожаром, разливами ЛВЖ и ГЖ.

К первой категории инженерно-технических мероприятий относятся следующие технические и инженерные решения:

- создание дополнительной дренажной системы с последующим отведением разливов легковоспламеняющихся жидкостей в аварийные резервуары;
- возведение бортиков, изготовленных из материалов не подверженных горению, а также расположенных на твёрдой непроницаемой поверхности.

Ко второй группе инженерно-технических мероприятий можно отнести возведение поддонов, а именно:

- снабжённых трубчатыми вертикальными каналами; с наполнением в виде гранулированных материалов;
- модульные конструкции, в которых для ограничения и предотвращения распространения открытого пламени используется наполнитель в виде минимальной ваты [7].

Следует отметить, что наличие пламегасящих компонентов отличает второй комплекс мероприятий.

Поддоны используются для улавливания небольшого количества капель, возникающих под коллекторами и под фланцевыми соединениями автомобилей.

Использование поддонов для ликвидации разливов жидких углеводородов в настоящее время сопровождается различными техническими и инженерными недостатками. К таким недостаткам относятся масса конструкции поддона и высокая стоимость, что может затруднять их применение в некоторых ситуациях. Кроме того, необходимость в хранении

и обслуживании поддонов может повысить общую сложность управления системой ликвидации разливов, а также потребовать дополнительные ресурсы и пространство для их хранения. Однако, разработка и внедрение более легких и экономически эффективных решений в этой области может быть важным направлением для дальнейших исследований и развития пожарной и экологической безопасности.

В результате исследования влияния разлива технических жидкостей при пожаре на автосборочном предприятии, мы пришли к следующим выводам:

Автосборочное предприятие, такое как АВЗ ПАО "КАМАЗ", подвержено определенным рискам, связанным с возможными пожароопасными ситуациями. Работы по сборке автомобилей требуют обработки и хранения различных технических жидкостей, что создает потенциальную угрозу возникновения и распространения пожаров.

Анализ статистики пожароопасных ситуаций на предприятии показал, что разлив технических жидкостей может значительно влиять на характеристики развития пожаров и их последствия. Это включает в себя увеличение распространения огня, повышение температуры и токсичности дыма, что может усугубить ущерб как для имущества, так и для безопасности персонала.

Исследование возникновения пожароопасных ситуаций, позволяет сделать вывод о необходимости принятия мер для снижения риска пожаров, связанных с разливом технических жидкостей на автосборочном предприятии. Эти меры могут включать в себя улучшение системы контроля и предотвращения разлива, а также обучение персонала в области безопасности, чтобы минимизировать потенциальные угрозы и обеспечить более надежную защиту для предприятия и его сотрудников.

## **2 Исследование и анализ современных средств, предотвращающих и ограничивающих разлив технических жидкостей при пожаре на предприятии**

Основными факторам влияющими на класс пожароопасности автосборочного предприятия являются смеси паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей с воздухом.

Существенное влияние оказывает площадь, занимаемая нефтехимическими объектами. Как правило, выбирается зона пригородного типа с учетом рельефных отметок местности под жилыми зонами.

Рассмотрим ключевых различия и сходства между легковоспламеняющимися (ЛВЖ) и горючими жидкостями (ГЖ).

К ЛВЖ относятся: различные эфиры, бензолы, циклогексан и этиловый спирт.

К ГЖ относятся: дизельное топливо, керосин, моторные масла и различные растворители.

Оба вещества, представляют собой сложные химические соединения, для которых характерно быстрое воспламенение с образованием плотного, густого чёрного дыма.

Ключевым различием, прежде всего, является температура горения. Легковоспламеняющиеся жидкости подвержены горению при нормальных температурах, а именно в пределе до 37,8 °С, в то время как горючие жидкости, подвержены горению при повышенных температурах, а именно в диапазоне от 37,8 °С до 93,3 37,8 °С.

Важно подчеркнуть, что для тушения этих соединений ни в коем случае нельзя использовать воду. Использование воды способно значительно усложнить ситуацию с точки зрения безопасности и пожаротушения.

Большинство технологических и технических процессов на предприятиях с использованием ЛВЖ И ГЖ, относятся к крайне опасным и



им присваиваются наивысшие категории взрыво- и пожароопасности, такие как «А», «Б» и «В».

К таким технологическим процессам относятся:

- транспортные операции с сырьём;
- эксплуатация объектов хранения ЛВЖ и ГЖ;
- установки фракционирования газового сырья;
- подготовки и получение бытовых смесей газов [14];
- разделение многокомпонентных смесей посредством маслообмена;
- каталитический крекинг и риформинг углеводородных смесей;

Данные процессы относятся к классам Ф 5.1, Ф 5.2 функциональной пожарной опасности.

Следует подчеркнуть, что из-за различия температур вспышки этих соединений для их тушения нельзя использовать воду.

Технологический регламент на производство продукции химических, нефтехимических и нефтегазоперерабатывающих производств является основным техническим документом, определяющим оптимальный технологический режим процесса, содержащий описание технологического процесса и технологической схемы производства, физико-химические и взрывопожароопасные свойства сырья, полупродуктов и готовой продукции, контроль и управление технологическим процессом, безопасные условия эксплуатации производства, перечень обязательных производственных инструкций и чертеж технологической схемы производства. Технологический регламент на производство продукции разрабатывается на основании проектной документации на ОПО.

Сложность при тушении таких объектов обусловлена:

- наличием излишек производственного сырья и опасных жидкостей;
- объединением на одной производственной площадке зданий и сооружений, которые в силу своих особенностей увеличивают суммарный риск чрезвычайных ситуаций;
- допущение паровоздушных и газовых утечек в рамках

технологического процесса;

- сложность объединения средств противопожарной защиты в единую автоматизированную систему.

Для каждой технологической системы должны быть предусмотрены меры по снижению риска взрыва для входящих в нее технологических установок. Эти меры должны включать в себя следующие аспекты:

- предотвращение взрывов внутри технологического оборудования;
- защиту технологического оборудования от разрушения и максимальное ограничение выбросов из него горючих веществ в атмосферу при аварийной разгерметизации;
- предотвращение потенциальных источников возгорания и взрыва.

При проведении оценки пожарного риска на промышленных площадках, прежде всего особое внимание уделяется анализ источников пожарной опасности, следующим этапом определяется частотность возможного возникновения внештатной ситуации при составлении возможных сценариев пожара. После предварительного определения рисков, происходит построение полей пожарной опасности, расчёт пожарного риска и заключительным этапом является расчёт пожарной категории помещения по взрывопожарной и пожарной опасности.

Анализ пожарной опасности производственных объектов должен предусматривать:

- анализ пожарной опасности технологической среды и параметров технологических процессов на производственном объекте;
- определение перечня пожароопасных аварийных ситуаций и параметров для каждого технологического процесса;
- выявление для каждого технологического процесса причин, наличие которых позволяет классифицировать сценарий как пожароопасный;
- построение сценариев возникновения и развития пожаров, повлекших за собой гибель людей.

Определение пожароопасных ситуаций на производственном объекте, должно основываться на анализе пожарной опасности каждого технологического процесса и включать положения о выделении ситуаций, реализация которых представляет опасность для людей, находящихся в зоне воздействия опасных факторов пожара, и вторичных последствий воздействия опасных факторов пожара. Должны быть описаны причины возникновения и развития каждой пожароопасной ситуации на производственном объекте, места их возникновения, а также пожароопасные факторы, создающие угрозу жизни и здоровью людей в местах их расположения.

Кроме того, в качестве причин возникновения пожара на объекте рассматриваются различные обстоятельства, которые могут привести к пожароопасному сценарию. Определение системы мер, которые должны быть разработаны для приемлемой и безопасной эксплуатации данного технического процесса, осуществляется путем анализа пожарной опасности.

Для определения частоты возникновения пожароопасных ситуаций на производственном объекте используется информация о следующих данных:

- неисправности оборудования, используемого на производственном объекте;
- ненадлежащая эксплуатация используемого на производственном объекте оборудования;
- неправильные действия персонала производственного объекта при эксплуатации оборудования и действий в пожароопасных ситуациях;
- гидрометеорологической обстановке в районе размещения производственного объекта;
- географических особенностях местности в районе размещения производственного объекта [12].

Оценка пожарных рисков на промышленной площадке осуществляется путём первичного анализа, моделирования и расчёта по следующим показателям – ПКД, объёмы и концентрации горючих смесей, темпы и

динамика роста пожара [18]. Сложный многозадачный процесс обеспечения пожарной безопасности на объектах нефтехимии требует постоянных исследований и разработок. Это связано с тем, что нефть по своим свойствам невозможно потушить водой, а также с тем, что объекты данной категории часто содержат несколько зданий и сооружений, в которых происходят взрывоопасные и пожароопасные технические процессы. Это погрузка и разгрузка, добыча, переработка и хранение нефтепродуктов. Исходя из этого, нам необходимо рассмотреть мероприятия противопожарной защиты, с целью профилактики возгораний на объекте нефтехимической отрасли. Данный комплекс мероприятий будет рассматриваться как система предотвращения разлива ЛВЖ и ГЖ. В ходе разработки данного комплекса будут изучены особенности проектирования и определение критериев выбора средств и методов предотвращения разлива. Исследование и анализ современных средств, предотвращающих и ограничивающих разлив технических жидкостей при пожаре на предприятиях. Модульный поддон позволяет снизить интенсивность и масштабы поверхностного горения. На рисунке 4 показано горение керосина как на открытом поддоне, так и в модульном поддоне, справа показано горение керосина в открытом поддоне, а слева - в модульном поддоне.



Рисунок 4 – Испытания модульных поддонов в виде противопожарного настила

Приведенное выше сравнение горения керосина на рисунке 4 с внедрением модульного поддона на автосборочных предприятиях наглядно демонстрирует его эффективность.

Новизна использования этого поддона заключается в том, что его основа (конструкция), выполнена из огнестойких материалов, может быть интегрирована в основу здания, что препятствует распространению огня за пределы поддона. Это обеспечивает дополнительный уровень пожарной безопасности на автосборочных предприятиях.

Модульный поддон имеет съёмный пандус для съезда и заезда тележек.

Поддоны с вертикальными трубчатыми каналами являются следующим инженерно-технологическим решением для предотвращения пролива легковоспламеняющихся жидкостей. За счет установки одной, двух или трех металлических сеток между слоями вертикальных каналов трубчатые каналы обеспечивают самостоятельное тушение горючих жидкостей.

Тип горючей жидкости и ее воспламеняющие свойства определяют количество сетчатых установок, которые необходимо разместить между вертикальными каналами.

За слоями сеток в поддон встраивается металлическая емкость с вертикальными трубчатыми бортами, предназначенная для хранения горючей жидкости.

Эти барьеры позволяют создать барьер, свободный от жидкости, который способен потушить пламя.

Следует отметить, что для тушения пожаров, вызванных разливом горючих жидкостей, лучше всего подходят поддоны, заполненные гранулированными материалами.

К гранулированным наполнителям относятся гравий, щебень, песок, тальк, керамзит. Размер гранул наполнителя должен составлять от 15 до 35 мм, чтобы обеспечить максимальный уровень пожаротушения.

Существенное влияние оказывает и высота гранулированного материала, которая должна быть не менее чем на 30 мм выше уровня

перелива ЛВЖ. Для достижения максимальной фрагментации и локализации горения необходимо соблюдать концепцию работы поддона с гранулированным наполнителем. Высота горения жидкости увеличивается с ростом размера гранул. Эта особенность объясняется наличием большего количества кислорода между гранулами большого диаметра, чем между гранулами меньшего диаметра [9].

Наиболее эффективным из обсуждаемых и внедряемых в настоящее время на автосборочных предприятиях инженерно-технических новшеств являются паллеты с вертикальными каналами. Эти паллеты представляют собой специальные конструкции с вертикальными каналами, которые выполняют ряд функций в предотвращении разлива и ограничении распространения жидкостей в случае аварии. Однако, как и любая система, эти инженерно-технические решения имеют свои преимущества и недостатки, которые необходимо взвешивать с точки зрения эффективности их внедрения для обеспечения безопасности людей и их имущества, а также их жизни и здоровья.

Исходя из отмеченных недостатков данной системы, рекомендуется подумать о способах защиты автосборочных предприятий от разлива горючих жидкостей с помощью недорогих и простых в установке и обслуживании методов защиты.

Проведенный анализ средств обеспечения пожарной безопасности и особенностей на объектах с техническими жидкостями приводит к следующим выводам:

Наличие легковоспламеняющихся и горючих жидкостей (ЛВЖ и ГЖ) на предприятиях создает дополнительные риски в области пожарной безопасности. Эти жидкости могут быстро воспламениться и способствовать интенсивному распространению пожаров.

Соблюдение требований ПБ на объектах с наличием ЛВЖ и ГЖ, требует особого внимания и специфических мероприятий. Системы пожаротушения, контроля, предотвращения и ограничения разлива этих

жидкостей имеют важное значение для предотвращения и ликвидации пожаров.

Современные средства и технологии, предотвращающие и ограничивающие разлив технических жидкостей при пожаре, играют важную роль в обеспечении пожарной безопасности. Эти средства включают в себя системы самотушения, автоматические системы контроля и сигнализации, а также инновационные материалы, способные уменьшить риск разлива и усилить тушение.

Важно проводить регулярное обучение и тренировки персонала, работающего с техническими жидкостями, в области пожарной безопасности. Это позволяет персоналу реагировать на возможные чрезвычайные ситуации более эффективно и минимизировать угрозы.

С учетом особенностей различных объектов и их спецификаций, важно адаптировать средства обеспечения пожарной безопасности к конкретным условиям и рискам.

В целом, анализ подчеркивает важность систематического подхода к обеспечению пожарной безопасности на объектах, где присутствуют технические жидкости. С использованием современных технологий и методов можно существенно уменьшить риски пожаров и их последствий, обеспечивая безопасность для персонала и сохранность имущества.

### **3 Разработка и совершенствование средств, предотвращающих и ограничивающих разлив технических жидкостей при пожаре на автосборочном предприятии**

Методы предотвращения разлива жидкостей на автосборочном цехе.

Предотвращение разлива технических жидкостей на автосборочном предприятии - важная часть обеспечения пожарной безопасности. Рассмотрим более подробное описание методов для предотвращения разлива технических жидкостей:

- контроль уровня и давления: установка системы контроля, которые следят за уровнем и давлением технических жидкостей в резервуарах и трубопроводах. Это позволит выявить потенциальные утечки или разливы на ранних стадиях;
- регулярное обслуживание и проверки: регулярные проверки обслуживания оборудования и систем транспортировки технических жидкостей. Это включает в себя замену старых или изношенных деталей, а также проверку состояния резервуаров и трубопроводов;
- использование качественного оборудования и материалов: при выборе и установке оборудования и материалов, уделяется особое внимание качеству. Необходимо использовать только сертифицированные и проверенные материалы, которые уменьшат риск утечек и разливов;
- устанавливаются технические системы предотвращения утечек, такие как предохранительные клапаны и запорные устройства, которые автоматически закрываются при обнаружении утечки;
- контроль операций с техническими жидкостями: разрабатываются процедуры и контрольные меры для операций с техническими жидкостями, чтобы избежать ошибок, которые могут привести к утечкам. Обучение сотрудников и контролю по соблюдению процедур;



- хранение и обработка технических жидкостей: учитываются особенности хранения и обработки технических жидкостей. Это включает в себя правильное маркирование контейнеров, хранение на специальных стеллажах и предотвращение разливов при переливе;
- меры предосторожности при заправке и обслуживании автомобилей: обучение сотрудников, работающих с техническими жидкостями в рамках обслуживания и заправки автомобилей, соблюдать меры предосторожности, чтобы избежать разливов при этапах заправки и обслуживания;
- проведение регулярных инспекций и аудитов: регулярные инспекции и аудиты на предприятии для выявления потенциальных проблем и нарушений в сфере предотвращения разлива технических жидкостей;
- обеспечение соблюдения нормативов и стандартов: необходимо уделять внимание по соблюдению всех соответствующих нормативов и стандартов в области пожарной безопасности и предотвращения разлива.

Эти методы помогут минимизировать риски разлива технических жидкостей на автосборочном предприятии и содействовать обеспечению пожарной безопасности.

Для ограничения разлива жидкостей на автосборочном предприятии можно использовать следующие методы и средства:

- сорбенты, такие как специальные губки, порошки или материалы, используются на автосборочных предприятиях в различных ситуациях для быстрого и эффективного улавливания разлива жидкости. Это достигается путем нанесения сорбента на разлитую жидкость, где сорбент начинает впитывать жидкость, образуя гелеобразную массу. Это позволяет удерживать жидкость и предотвращать её распространение по поверхности, снижая риск возгорания и минимизируя воздействие на окружающую среду. Сорбенты могут использоваться: для улавливания разливов топлива или масла, которые

могут возникнуть при заправке автомобилей или обслуживании двигателей;

– утечки из транспортных средств: в случае утечек масла, топлива или других технических жидкостей из автомобилей, сорбенты могут применяться для быстрого и безопасного улавливания этих жидкостей;

– в автосборочных цехах и мастерских, где проводятся работы по обслуживанию и ремонту автомобилей;

– в случае аварий или несчастных случаев, которые могут привести к разливу опасных жидкостей, сорбенты могут применяться для минимизации воздействия разлива и быстрого реагирования на ситуацию. Это включает в себя минимизацию загрязнения окружающей среды, предотвращение распространения опасных веществ и обеспечение безопасности персонала при аварийных ситуациях.

Таким образом, сорбенты на автосборочных предприятиях используются для предотвращения распространения разливов жидкостей, обеспечивая безопасность и чистоту в рабочих местах и окружающей среде.

Специализированные системы сбора и отвода:

– устанавливаются системы сбора разлива с дренажами, которые направляют разлитые жидкости в специальные контейнеры или резервуары для дальнейшей обработки;

– автоматические системы контроля и предотвращения: применяются на автосборочных предприятиях автоматические системы, такие как предохранительные клапаны или датчики, которые могут автоматически отключать подачу жидкости в случае обнаружения утечки. Эти системы используются в целях предотвращения разлива жидкостей и обеспечения безопасности на производстве;

– системы вентиляции и аспирации: устанавливаются системы вентиляции, которые могут удалить пары и газы, образующиеся от разлитых жидкостей, чтобы снизить риск возгорания;

- изоляция и упаковка оборудования: изолируется и упаковывается оборудование и трубопроводы, чтобы предотвратить утечку жидкостей в случае повреждения или аварии;
- обучение сотрудников: сотрудники обучаются тому, как действовать в случае разлива, включая использование средств для ограничения разлива и управления ситуацией;
- регулярные проверки и обслуживание: проводятся регулярные проверки оборудования и систем предотвращения разлива, чтобы убедиться в их работоспособности;
- разработка процедур и планов действий: разрабатываются процедуры и планы действий в случае разлива жидкостей, чтобы сотрудники знали, как реагировать;
- соблюдение нормативов и стандартов: производятся проверки в соблюдении всех соответствующих нормативов и стандартов в области пожарной безопасности и предотвращения разлива.

Эти методы и средства помогут ограничить и контролировать разлив жидкостей на автосборочном предприятии, уменьшая риски возгорания и экологического воздействия. Методы реализации средств, предотвращающих и ограничивающих разлив и растекание жидкостей при пожаре.

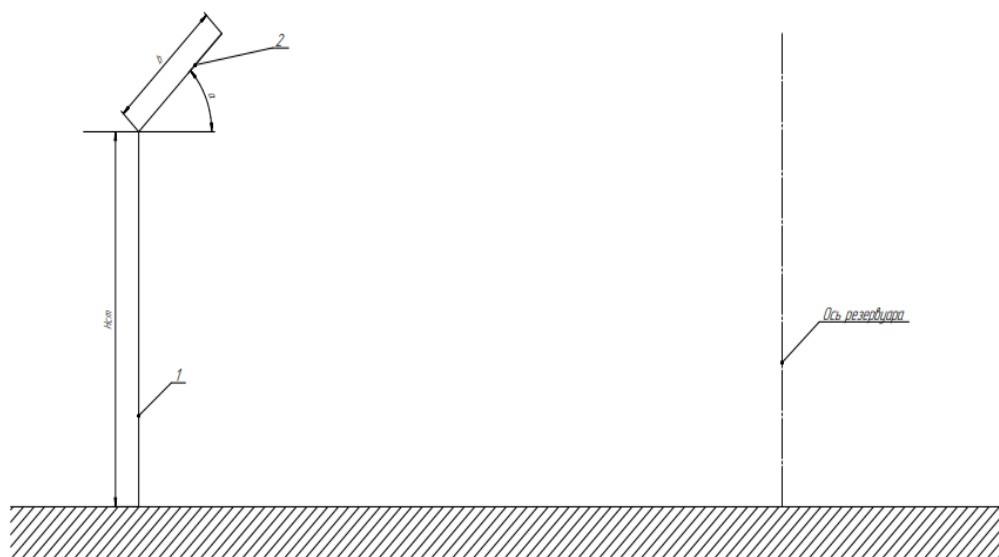
Комплекс противопожарных мероприятий состоит из следующих системообразующих методов и мер:

- основа составляет грамотное проектирование зданий и сооружений в соответствии с нормативной документацией для объектов нефтехимического предназначения;
- наличие смонтированных и исправных систем пожаротушения, оповещение и управления эвакуацией, первичных средств пожаротушения и противопожарного водоснабжения,
- подбор квалифицированного персонала, а также их последующее обучение мерам пожарной безопасности, действиям в условиях экстремальной ситуации на конкретном объекте и последующей тренировкой

и обработкой полученных знаний;

- регулярным техническим обслуживанием и ремонтом, как оборудования, так и зданий и сооружений.

Защитная стена с отбойным козырьком. Одной из крайне эффективных мер, является защитная стена с отбойным козырьком. Данная конструкция позволяет минимизировать последствия разлива, а также риски для жизни и здоровья. Защитная стена с отбойным козырьком может ограничить как объём, так и загасить волну разлива. Основными параметрами для проектирования защитной стены являются: требуемая высота и расчётные показатели динамических нагрузок на сооружение. Согласно нормативной документации по проектированию, данное сооружение должно возводиться из негорючих материалов, по всему периметру резервуарных зон или их обвалования. На рисунке 5 приведена схема, защитной стены с отбойным (волноотражающим) козырьком.



1 - защитная стена, 2 - волноотражающий козырек  
 $H_{ст}$  - высота,  $b$  - ширина,  $\alpha$  - угол наклона волноотражающего козырька к горизонту  $b$

Рисунок 5 – Схема защитной стенки с отбойным козырьком

Вертикальная стенка с дополнительным козырьком или волнорезом представляет собой более цельное инженерное сооружение, выполняющее аналогичную защитной стенке задачу.

Здание резервуаров для хранения жидких опасных веществ, предназначенное для предотвращения пролива жидкости, также включает вертикальную стенку с дополнительным козырьком или волнорезом. Конструкция волноотбойного зуба является одновременно и усовершенствованием, и отличием от предыдущего способа.

Устройство средств аварийного слива.

Требования законов и стандартов по безопасности в области эксплуатации нефтехимических объектов определяют необходимость применения оборудования для аварийного слива. Таким образом, решено, что система устройств аварийного дренажа необходима на многих предприятиях в соответствии с правилами химической и нефтехимической безопасности. Для учета гравитационного дренажа контейнеры с ЛВЖ также должны размещаться на больших высотах, платформах и опорах.

Для предотвращения и ликвидации утечек и разливов легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в виде проектного решения разрабатывается аварийный слив, представляющий собой совокупность трубопроводов и ёмкостей.

Ключевыми критериями, определяющими необходимость проектирования систем аварийного слива являются:

- наличие ёмкостей большого объёма для хранения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей;
- технологические баки располагаются на значительной высоте, что являются дополнительным источником рисков;

При возникновении внештатной, либо аварийной ситуации необходимо незамедлительно принять меры по недопущению возникновения пожара, а именно провести аварийный перелив жидкости.

Аварийный слив жидкостей из резервуаров, установленных внутри зданий и сооружений должен осуществляться в резервуар, установленный за пределами производственного здания, посредством системы трубопроводов и дренажных резервуаров подземного, либо полуподземного исполнения.

Технологическая особенность аварийного резервуара заключается в наклонном донном основании. Прежде всего данная конструктивная особенность напрямую связана с требованиями безопасности, т.к. при удалении скопившейся конденсатной жидкости может резко увеличиться внутреннее давление, что повлечёт за собой разрыв ёмкости.

В случае аварийного слива нагретых жидкостей перед поступлением в аварийный резервуар жидкость должна быть подвергнута продувке водяным паром, либо инертным газом, для стабилизации температуры и минимизации рисков взрыва горючей смеси, при взаимодействии с воздухом в закрытом аварийном резервуаре.

Аварийные трубопроводы проектируются прямолинейными, с минимальными изгибами и как правило с односторонним уклоном, направленным в сторону аварийной ёмкости. На границе разделения оборудования принято устанавливать гидравлические затворы для недопущения, в случае ЧС, распространения огня в аварийный резервуар.

Важно помнить, что при проектировании категорически запрещено устанавливать задвижки по длине аварийного трубопровода, за исключением задвижек для оборудования. Аварийные задвижки штатно располагают снаружи зданий и сооружений, рядом с основными или эвакуационными выходами.

В случае, если система автоматизирована, то аварийная задвижка располагается вблизи оборудования или силовой установки, а кнопка снаружи, в непосредственной близости к выходу. В непосредственной близости от потенциального источника горения устанавливаются датчики систем автоматического закрытия задвижек.

Слив жидкости возможен только под действием силы тяжести, что означает, что жидкость вытекает самопроизвольно, не требуя дополнительных устройств или сил. Порядок включения системы аварийного слива обязательно должен быть включен в документацию цеха. Для проектирования (или проверки) расчетных установок аварийного слива необходимо определить реальное время, необходимое для удаления жидкости из опасной зоны в место, предназначенное для безопасной утилизации или обработки.

При проведении анализа методов и средств регулирования в части пожарной безопасности при обращении с ЛВЖ и ГЖ на производственных и промышленных объектах, были определены особенности обеспечения ПБ.

К методам предотвращения растекания жидкости можно отнести:

- проектирование обвалования и различных заградительных конструкций;
- проектирование систем аварийного слива;
- проектирование устройства противопожарных отсеков и секций со сливными отверстиями;
- автоматизация технологического оборудования и диспетчеризация технологических процессов;
- планирование производственной площадке с учетом геодезических изысканий.

С учетом требований правил и стандартов безопасности в области эксплуатации нефтехимических объектов должны быть предложены механизмы аварийного дренажа. Таким образом, решено, что система аварийных дренажных устройств необходима на многих предприятиях в соответствии с правилами химической и нефтехимической безопасности. При этом контейнеры с ЖРО должны размещаться на платформах, постаментов или более высоких возвышениях, чтобы обеспечить самотечный дренаж.

Предложения по предотвращению разливов жидкостей.

Проведённый анализ применяемых в настоящее время средств защиты автосборочных предприятий от разливов ЛВЖ и горючих жидкостей показал, что применяемые инженерно-технические решения характеризуются весьма значительными несоответствиями, которые заключаются в конструктивных особенностях сооружения [7].

К недостаткам таких решений, как уже было отмечено выше, относятся вес конструкций, вследствие применения металла в качестве материала сооружений, применение насыпного материала, выполняющего роль гасителя пламени.

В качестве альтернативного средства, предотвращающего разливы легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, целесообразно рекомендовать применение модульного поддона. В данном поддоне роль демпфирующего элемента выполняет минеральная вата. Данный механизм позволяет в короткий срок не допустить распространения пожара за пределы модульного поддона и прекратить горение. Минеральная вата является легким материалом по сравнению с весом щебня, гравия и другими насыпными гранулированными материалами. Минеральная вата наилучшим образом подходит для конструктивных решений, так как позволяет эффективно заполнить пространство модульного поддона и обеспечивает безопасность. Минеральная вата устанавливается на дно модульного поддона. Затем поверх минеральной ваты и зарядов устанавливается тонкий лист перфорированного металла, который служит для существенного снижения доступа кислорода, что может возникать между листом металла и минеральной ватой, и таким образом обеспечивает безопасность системы. Применение минеральной ваты целесообразно, так как она позволяет снизить уровень распространения горения за счет своей структуры и характеристик.

Облицовка из минеральной ваты устанавливается не только на дне модульного поддона, но также по стенкам поддона.

Максимальная степень прекращения горения в короткий промежуток времени достигается путем покрытия пространства модульного поддона не



менее чем 60% от общей площади конструкции. Металлическая минеральная вата содержит двухслойную пластину, которая наложена на основу. Скрепление слоев двухслойной пластины и основы осуществляется путем склеивания. Эффективность применения данного материала состоит в том, что разливы легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, когда попадают на минеральную вату, проходят через основу первого и второго слоя двухслойной пластины. Это позволяет практически исключить наличие жидкости на поверхности модульного поддона, что значительно снижает условия начала горения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей.

В дополнение к применению минеральной ваты для обеспечения пожарной безопасности и предотвращения разливов легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, рекомендуется также рассмотреть следующие дополнительные меры и средства. Положительной практикой для локального устранения возгораний в небольших помещениях служат различного рода огнетушащие аэрозоли, с автоматизированной системой предупреждения и подачи. Для устранения точечных возгораний применяются, так называемые пиростикеры, которые осуществляют свою работу в автономном режиме. Рассмотрим более подробно, что из себя представляют пиростикеры. Пиростикер – это самосрабатывающее средство тушения, для нейтрализации очага возгорания, данная разработка относится к локальным средствам подавления и сдерживания, чаще всего установку пиростикеров осуществляют:

- в электрических распределительных щитах, кабельных сборках; соединительных и разветвляющих коробках, в разъёмах питания, выключателях, переключателях;
- в корпусах щитов управления, коммутационных блоков, шкафов с контрольно-измерительной аппаратурой;
- в корпусах компьютерного, электронного, электротехнического оборудования. На рисунке 6 приведён пример установки пиростикера в щитовую установку.



Рисунок 6 – Пиростикер закрепленный в корпусе с электрооборудованием

С точки зрения конструктивной составляющей, пиростикер крайне прост в устройстве. Это пластика, активной поверхностью которой является огнетушащий композитный материал, заключённый в тонкую оболочную. При нагревании композитного материала начинается процесс испарения, что в свою очередь влечет разрыв капсулы и высвобождение микрокапсул с огнегасящим веществом. Пиростикеры различаются только по одному техническому показателю – по максимальному объёму защиты и варьируются от 0,2 до 180 л.

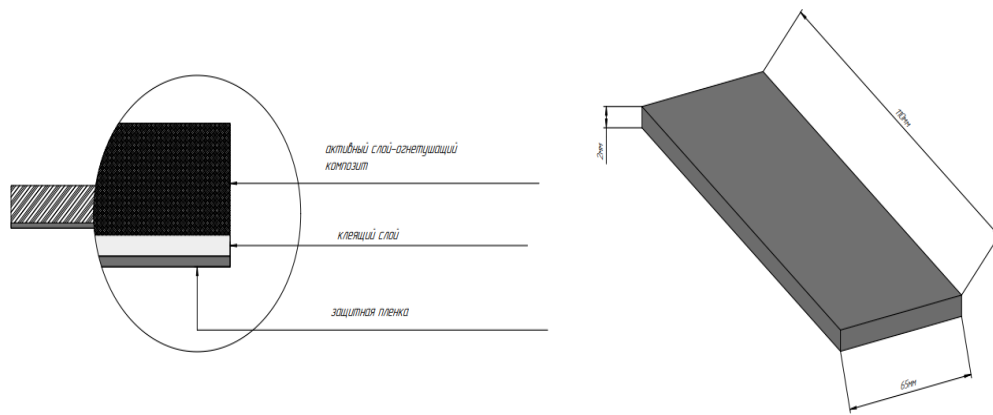


Рисунок 7 – Компоненты, включенные в структуру пиростикера

Исходя из этого градация пиростикеров условна. Диапазон рабочих температур варьируется в пределах от  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$ . А вот не зависимо от размеров самого пиростикера диапазон срабатывание лежит в интервале от  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Перед монтажом пиростикера с него удаляется защитная пленка и пластина пиростикера активным слоем вниз закрепляется внутри корпуса.

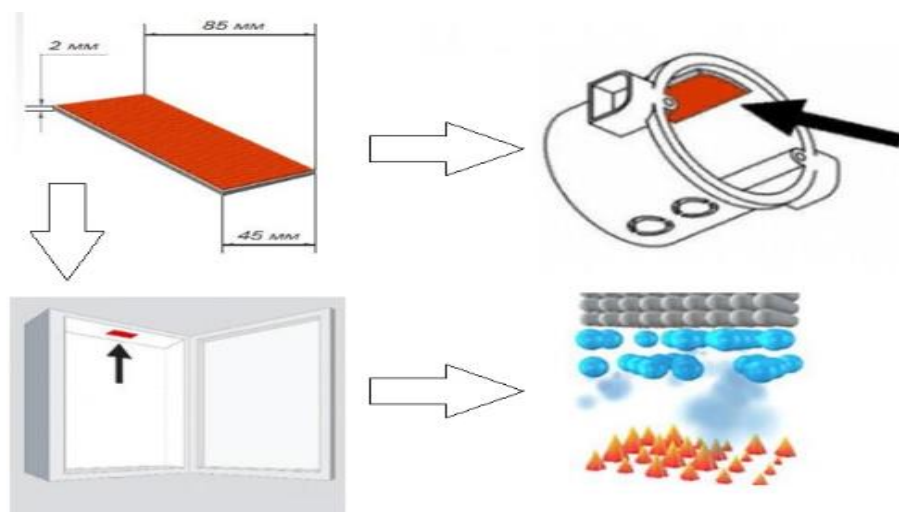


Рисунок 8 – Монтаж и принцип действия пиростикера

Пиростикеры рекомендованы к установке и наиболее часто используются:

- в энергетической, нефтехимической и газоперерабатывающей отраслях;
- на промышленных объектах с пожароопасными производствами непрерывного технологического цикла;
- в общественных зданиях с массовым посещением и скоплением людей;
- на объектах транспорта.

Устройства самотушения пожара.

УСП обеспечивает как эффективное пожаротушение горящих жидкостей, так и предотвращение их загораний за счет подавления процесса газофазного горения.

Конструкция обеспечивает полное самоподавление процесса горения при падении горящего потока жидкости и его прохождении внутри каналов устройства, а также надежную локализацию пролива и предотвращение разбрызгивания падающих горящих потоков жидкости.

УСП является энергонезависимой системой, не требующей постоянного технического обслуживания, находящейся в постоянной готовности, срабатывание которой не зависит от исправности средств, обеспечивающих извещение о возникновении пожара. Процесс тушения с помощью УСП осуществляется без участия человека, не предусматривает применение традиционных средств и способов тушения горящих жидкостей, а также сводит к минимуму задымленность помещений.

В настоящее время на предприятиях применяют ряд конструктивных способов, частично ограничивающих развитие пожаров. Например, маслопроводы АЭС проектируются из бесшовных труб с минимальным количеством фланцевых соединений. Фланцевые соединения закрываются специальными кожухами, препятствующими разбрызгиванию и разливу масла при нарушении герметичности. Маслопроводы отгораживаются от

горячих источников защитными металлическими коробами. Под маслonaполненным оборудованием устанавливают поддоны, из которых масло может стекать в резервную емкость. Также предусматривается и управляемый слив масла в аварийных ситуациях.

На основании исследований, проведенных СКБ «Тензор» совместно с ВНИИПО МЧС РФ, найдены новые технические решения, обеспечивающие надежную локализацию проливов горящих жидкостей и эффективное подавление пламени. Разработано несколько типов устройств самотушения горящих жидкостей, отличающихся друг от друга конструктивными решениями, обусловленными условиями практического их применения [23].

Процесс свободного горения большинства жидкостей, являющихся продуктами нефтепереработки (углеводородные топлива, масла, мазуты и т.п.) протекает в газовой фазе - диффузионном режиме горения. В этом случае зона горения располагается на некотором расстоянии от горячей поверхности жидкости и существование пламени возможно только при вполне определенных внешних условиях, обеспечивающих этот процесс. Прежде всего необходимо наличие естественно конвективных потоков воздушной среды, поставляющих в достаточном количестве окислитель в зону горения, а также наличие процесса испарения с поверхности жидкости, создаваемого излучением пламени и поставляющего горючее в зону горения. Эти физические процессы находятся в неразрывной взаимосвязи и если каким-либо способом нарушить эти условия существования пламени, то можно получить эффект потухания.

Во всех разработанных устройствах для самотушения горящих жидкостей используется принцип подавления естественной конвекции с помощью ряда конструктивных приемов, которые нарушают необходимые условия существования пламени, создавая условия для его отрыва от поверхности жидкости. Наилучшим образом эти условия достигаются в вертикальных каналах, имеющих в поперечном сечении осесимметричную форму, а также в плоских газовых слоях, образованных двумя

параллельными плоскостями, установленными на определенном расстоянии друг от друга.

Этими плоскостями в УСП являются металлические сетки, непроницаемые для естественно-конвективных потоков газовой среды. При определенных геометрических параметрах они обладают уникальными свойствами. На течение жидкостей сетки практически не оказывают сопротивления и, в то же время, являются непроницаемой преградой для потоков естественной конвекции. Также металлические сетки способны устранять процесс разбрызгивания горячей струи жидкости и, одновременно, отсекают от нее пламя. Ранее эти свойства металлических сеток не использовались для подавления процесса диффузионного горения жидкостей.

Вертикальные каналы изготавливаются из листовой стали и в сборке они представляют собой ячеистую структуру, в которой реализуется эффект тушения пламени. Для каждой сборки вертикальных каналов существует вполне определенная, критическая для процесса горения высота, которая не заполняется жидкостью, и если ее уровень располагается ниже этой высоты, то будет полностью исключена возможность горения жидкости во всех вертикальных каналах.

Методы предотвращения разливов технических жидкостей при пожаре на автосборочных предприятиях играют ключевую роль в обеспечении пожарной безопасности. Эти методы включают в себя разработку и использование современных материалов, инженерных решений и технологических процессов, направленных на предотвращение разлива жидкостей.

Методы применения средств, предотвращающих или ограничивающих разлив и растекание жидкостей при пожаре, варьируются от применения специализированных устройств самотушения до автоматизированных систем контроля и мониторинга. Оптимальный выбор методов зависит от конкретных условий и требований автосборочного предприятия.

Предложения по предотвращению разлива технических жидкостей включают в себя регулярную проверку и обслуживание оборудования, обучение персонала в области пожарной безопасности и соблюдение стандартов и нормативов. Также рекомендуется применение инновационных методов и технологий, направленных на снижение рисков разлива и минимизацию его последствий.

Раздел подчеркивает важность разработки и совершенствования средств предотвращения и ограничения разлива технических жидкостей при пожаре на автосборочных предприятиях. Эффективные методы и решения в этой области способствуют обеспечению пожарной безопасности, защите персонала и сохранности имущества, а также снижению потенциальных угроз для окружающей среды.

## 4 Охрана труда

Реестр профессиональных рисков среди сотрудников цеха мойки и промывки двигателей АВЗ ПАО «КАМАЗ».

В АВЗ ПАО «КАМАЗ» оценка и индентификация возникновения опасностей профессиональных рисков на рабочих местах проводится по каждой определённой опасности.

Работники цеха мойки и промывки двигателей перечислены по уровням профессионального риска и идентифицируемым опасностям в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень идентификационных опасностей и уровни профессиональных рисков сотрудников цеха мойки и промывки двигателей

Наименование потенциальных опасностей для работника	Вероятность наступления, Р	Тяжесть последствий, L	Показатель риска, R <sub>0</sub>	Необходимые требования, исключаящие опасность
Удары, затягивания, наматывания, абразивные воздействия подвижными частями оборудования	1	15	15	Применение средств индивидуальной защиты специальных рабочих костюмов, халатов или роб
Снижение остроты слуха, тугоухость, глухота, повреждение мембранной перепонки уха	1	15	15	Применение технологических процессов, машин и оборудования, характеризующихся более низкими уровнями шума
Воздействие на организм опасных и вредных веществ	3	15	45	Применение СИЗ, соблюдение требований охраны труда, модернизация приточно-вытяжной системы вентиляции цеха



В соответствии с Приказом Минтруда России от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» основную опасность для персонала цеха мойки и промывки двигателей представляют [9]:

- вредные вещества, применяемые для промывки двигателей от абразивных загрязнений;
- повышенный уровень шума и другие неблагоприятные характеристики шума;
- наличие движущихся частей машин и механизмов.

Количественная оценка риска производится исходя из вероятности наступления опасного события и тяжести его последствий, результаты приведены в таблице 1.

Теперь на основе данных СОУТ будет определен уровень профессионального риска для персонала цеха мойки и промывки двигателей.

Была проведена СОУТ персонала цеха.

По результатам СИТ работников цеха мойки и промывки двигателей в таблице 2 приведена оценка уровня профессионального риска.

Таблица 2 – Оценка уровня профессионального риска по результатам СОУТ сотрудников цеха мойки и промывки двигателей

Наименование фактора СОУТ	Фактор риска (опасное событие)	Класс условий труда	R <sub>СОУТ</sub> , баллы
Химический фактор	Поражение органов ЖКТ	3.1	6

Таким образом итоговый класс оценки труда - 3.1.

Далее проведём оценку дополнительных факторов риска, представленные в таблице 3.

R<sub>доп</sub> - дополнительные баллы.

Таблица 3 – Дополнительные факторы риска

Наименование фактора риска	$R_{\text{доп}}$
Опасности, указанные при вводном инструктаже и в инструкциях по охране труда на рабочем месте	2

Проведем последнюю оценку профессиональной опасности. Путем выбора наибольшего значения из риска травматизма и риска по результатам СОУТ получено итоговое значение. В таблице 4.4 представлены результаты итоговой оценки уровня профессиональной опасности.

Таблица 4 – Результаты итоговой оценки уровня профессионального риска

Значение риска травматизма, $R_0$	Значение дополнительных баллов риска, $R_{\text{доп}}$	Итоговое значение риска, полученное путем $R_0 + R_{\text{доп}}$	Значение риска по результатам СОУТ (Система оценки условий труда), $R_{\text{СОУТ}}$	Максимально допустимое значение риска, $R_{\text{МАКС}}$
45	2	47	6	47

На основе значения  $R_{\text{МАКС}}$  определили, что уровень профессионального риска относится к категории очень высокий.

В таблице 5 приведены стратегии снижения уровней воздействия профессиональных рисков [10].

Таблица 5 – Мероприятия для снижения уровней профессиональных рисков сотрудников цеха мойки и промывки двигателей

Фактор риска (опасное событие)	Мероприятие	Срочность проведения	Ответственный
Заболевания Поражение органов ЖКТ	Модернизация приточно-вытяжной системы вентиляции	III квартал 2023 г.	Инженер по охране труда

Предложенные мероприятия, помогут снизить класс условий труда.

Анализ условий труда на рабочем месте сотрудников цеха мойки и промывки двигателей АВЗ ПАО «КАМАЗ».

Мойка двигателя после сборки автомобиля обязательна для удаления металлической стружки, абразивных частиц и других загрязнений.

В таблице 6 представлена характеристика опасных и вредных производственных факторов деятельности участка мойки двигателя АВЗ ПАО «КАМАЗ» [17].

Таблица 6 – Характеристика опасных и вредных производственных факторов деятельности на участке погрузки готовой продукции

Наименование ОВПФ	Оборудование	Наличие ОВПФ
Химический фактор (солярка)	Ванная для очистки двигателя	450 мг/м <sup>3</sup>
	Машинка для создания компрессионного давления	

Из данных таблицы 6 видно, что дизельное топливо является основным средством, используемым для очистки и промывки двигателя от абразивных частиц, образующихся в процессе сборки автомобиля, а также его доводки, испытаний отдельных участков конструкции и всей машины в целом.

Важно также иметь в виду, что промывка двигателя осуществляется в два этапа: сначала для промывки двигателя используется дизельное топливо, а затем наносится специальный моющий раствор.

За основное промывочное действие отвечает соляровое масло. Основными преимуществами использования этой жидкости являются ее недорогая стоимость и мощные моющие способности.

Основным недостатком данной жидкости в процессе промывки двигателя, является превышение ПДК в воздухе рабочей зона мойщика.

Согласно проведённой оценки условий труда на рабочем месте мойщика двигателя фактическая концентрация солярки в воздухе рабочей

зоны составляет 450 мг/м<sup>3</sup>, в то время как ПДК данной жидкости составляет 300 мг/м<sup>3</sup>.

Таким образом концентрация солянки превышает предел допустимого значения в 1,5 раза, что является недопустимым значением в соответствии с требованиями безопасности при проведении профессиональных работ и выполнении обязательств, установленных трудовым договором мойщика двигателей цеха АВЗ ПАО «КАМАЗ».

В таблицах 7 и 8 представлены результаты анализа проведения СОУТ на рабочем месте мойщика двигателей ПАО «КАМАЗ».

Таблица 7 – Результаты анализа проведения СОУТ на рабочем месте мойщика двигателей АВЗ ПАО «КАМАЗ»

Профессия / должность / специальность работника	Классы (подклассы) условий труда					
	Не ионизирующие излучения	ионизирующие излучения	параметры микроклимата	параметры световой среды	тяжесть трудового процесса	напряженность трудового процесса
Мойщик двигателей	-	-	-	-	-	-

Таблица 8 – Результаты анализа проведения СОУТ на рабочем месте мойщика двигателей АВЗ ПАО «КАМАЗ»

Профессия / должность / специальность работника	Классы (подклассы) условий труда								Итоговый класс (подкласс) условий труда
	химический	биологический	аэрозоли преимущественно фиброгенного действия	шум	инфразвук	ультразвук воздушный	вибрация общая	вибрация локальная	
Мойщик двигателей	3.1	-	-	2	-	-	-	2	3.2

Таким образом, данные проведённой СОУТ гласят, что итоговый класс условий труда на рабочем месте сотрудника составляет 3.2, что является недопустимым для выполнения безопасных работ.

Длительное воздействие солянки в мелко распылённом виде в воздухе рабочей зоны на сотрудников АВЗ ПАО «КАМАЗ» приводит к возникновению головных болей, тошноте, отёку лёгких и поражению желудочно-кишечного тракта.

Представленные выше возможные последствия воздействия солянки на организм человека являются достаточно серьёзными и способны вызывать различные отклонения состояния здоровья, сопровождающиеся развитием хронических болезней.

В дополнение к солянке и моющим средствам, следующее оборудование и компоненты могут также способствовать воздействию химического фактора на организм сотрудников АВЗ ПАО «КАМАЗ» при выполнении процессов промывки двигателей.

Мойки высокого давления: Давление воды в мойках высокого давления может использоваться для эффективного промывания двигателей. Однако вода, прокачиваемая через это оборудование, может распылять моющие средства и растворители, создавая аэрозольные частицы, которые работники могут вдыхать. Эти частицы могут содержать химические компоненты и воздействовать на дыхательные пути и слизистые оболочки.

Вентиляция: Недостаточная вентиляция в рабочем помещении или мойках может привести к скоплению паров и аэрозолей, что увеличивает риск воздействия химических факторов на работников. Хорошая вентиляция необходима для удаления вредных веществ и обеспечения чистого воздуха в месте работы.

Оборудование для сбора и утилизации отходов:

При промывке двигателей могут образовываться загрязнённые стоки, содержащие химические вещества. Отсутствие или неправильное использование систем для сбора и утилизации этих стоков может привести к

загрязнению окружающей среды и представлять риск для здоровья работников.

Запасные детали и расходные материалы: химические вещества и моющие средства, используемые при промывке двигателей, часто хранятся в контейнерах и баках. В случае утечек или неправильного хранения, эти вещества могут создавать опасность для сотрудников.

Для снижения фактической концентрации солянки в воздухе рабочей зоны до предельно-допустимого значения необходимо провести модернизацию приточно-вытяжной вентиляции цеха путём замены вентилятора вентиляции.

В настоящее время основным рабочим элементом вентиляции цеха является канальный вентилятор Shuft TUBE 160 XL с заявленной характеристикой производительности 270 м<sup>3</sup>. Данной производительности недостаточно для обеспечения необходимой кратности воздухообмена между цехом и улицей.

Проведём расчёты параметров проветривания цеха мойки двигателей на предприятии АВЗ ПАО «КАМАЗ».

Проведение расчёта количества воздуха целесообразно проводить по следующим параметрам:

- исходя из численности людей,
- вредных и опасных веществ,
- по выхлопным газам от техники,
- по взрывоопасным веществам.

Расчет расхода воздуха по численности людей проводится в соответствии с формулой (1):

$$Q_{п.з.}^л = 6N_ч, \quad (1)$$

где  $Q_{п.з.}^л$  - расход воздуха по людям;

$N_ч$  - максимальное количество людей, которые одновременно работают в цехе.

$$Q_{п.з.}^л = 6 \cdot 12 = 72 \text{ м}^3/\text{мин} = 1,2 \text{ м}^3/\text{с}$$

Расчет расхода воздуха по вредным веществам находится по формуле (2):

$$Q_{\Gamma}^{\text{п.з.}} = \frac{I_{\Gamma}}{C_{\text{доп}} - C_0} \cdot 100, \quad (2)$$

где  $I_{\Gamma}$  - абсолютная загрязнённость, м<sup>3</sup>/мин;

$C_{\text{доп}}$  и  $C_0$  - концентрация солянки, соответственно допустимая в исходящей струе и начальная в поступающей, %;

Для расчётов обозначим  $C_0 = 0$ .

$$Q_{\Gamma}^{\text{п.з.}} = \frac{5}{300 - 0} \cdot 100 = 1,67 \text{ м}^3/\text{мин} = 0,027 \text{ м}^3/\text{с}$$

Выхлопные газы и газы от взрывных работ отсутствуют, поэтому расчёты по этим параметрам не проводятся.

Из расчётных значений, полученных по формулам 1 и 2 необходимо выбрать наибольшее значение  $Q_{\text{п.з.}}^{\text{max}} - 1,2 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Далее необходимо проверить расчётное значение по допустимой скорости движения воздуха по формуле (3):

$$Q_{v\text{min}} \leq Q_{\text{рп.з}} \leq Q_{v\text{max}}, \quad (3)$$

$$Q_{v\text{min}} = 60S_B V_{\text{min}}; Q_{v\text{max}} = 60S_B V_{\text{max}}, \quad (4)$$

где  $S_B$  - площадь поперечного сечения, м<sup>2</sup> ·  $S_B = 3,3 \text{ м}^2$ ;

$V_{\text{min}}$ ,  $V_{\text{max}}$  - скорость движения воздуха, соответственно минимально-допустимая и максимально-допустимая по ПБ или ЕПБ, м/с.

$$Q_{v\text{min}} = 0,5 \cdot 33 = 16,5 \text{ м}^3/\text{с}.$$

$$Q_{v\text{max}} = 4 \cdot 33 = 132 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Проверим, соблюдается ли соотношение, представленное в формуле (3).

$$16,5 \geq 1,2 \leq 132$$

Как видно исходя из данных представленных выше, расчётное значение расхода воздуха, является допустимым и соответствует требованиям безопасности по минимально-допустимой скорости движения воздуха в цеху; следовательно, принимаем  $Q_{\text{п.з.}}^{\text{р}} = 1,2 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Далее необходимо определить параметры вентилятора местного проветривания для вентиляции, для этого необходимо определить:

- расход воздуха, который проходит через вентилятор;
- депрессия вентилятора.

Расход воздуха, который проходит через вентилятор найдём по формуле (5):

$$Q_{\text{ВМП}} = K_{\text{ут.тр.}} \cdot Q_{\text{п.з.}}^p \quad (5)$$

где  $K_{\text{ут.тр.}}$  - коэффициент утечки в трубе;

$Q_{\text{п.з.}}^p$  - расход воздуха.

$$Q_{\text{ВМП}} = 1,08 \cdot 1,2 = 1,296 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Депрессию вентилятора целесообразно вычислить по формуле (6):

$$h_{\text{ВМП}} = h_{\text{тр}} + h_{\text{м}} + h_{\text{дин}}, \quad (6)$$

где  $h_{\text{ВМП}}$ ,  $h_{\text{тр}}$ ,  $h_{\text{м}}$  и  $h_{\text{дин}}$  - депрессия соответственно трения (статическая), местных сопротивлений и динамическая, Па.

Депрессия трения трубопровода рассчитывается по формуле (7):

$$h_{\text{тр}} = R Q_{\text{ВМП}}^2, \quad (7)$$

где  $R$  - аэродинамическое сопротивление трения выработки,  $\text{Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^8$ ;

$Q_{\text{ВМП}}$  - количество воздуха, которое проходит через вентилятор,  $\text{м}^3/\text{с}$ .

$$h_{\text{тр}} = 12,64 \cdot 1,296^2 = 21,23 \text{ Па}$$

Аэродинамическое сопротивление трения найдём по формуле (8):

$$R = \alpha \cdot \frac{6,5 \cdot L}{d^2}, \quad (8)$$

где  $R$  - аэродинамическое сопротивление трения;

$\alpha$  - коэффициент аэродинамического сопротивления трубопровода,  $\text{Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$ ;  $\alpha = 0,0035 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$ ;

$L$  - длина трубопровода, м;  $L = 50 \text{ м}$ ;

$d$  - диаметр трубопровода, м;  $d = 0,3 \text{ м}$ .

$$R = 0,0035 \cdot \frac{6,5 \cdot 50}{0,3^2} = 12,64 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^8$$

Момент, требуемый для преодоления местных сопротивлений, можно определить с помощью формулы (4.9):



$$h_M = 0,1 \cdot h_{тр} \quad (9)$$

$$h_M = 0,1 \cdot 21,23 = 2,123 \text{ Па}$$

Динамическая депрессия рассчитывается по формуле (10):

$$h_{дин} = \rho \frac{v_{тр}^2}{2}, \quad (10)$$

$$V_{тр} = \frac{Q_{рп.з}}{S_{тр}} \quad (11)$$

где  $\rho$  - плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;  $\rho = 1,2$  кг/м<sup>3</sup>;

$v_{тр}$  - скорость движения воздуха на выходе из трубопровода, м/с;

$S_{тр}$  - площадь поперечного сечения трубопровода, м<sup>2</sup>.

$$v_{тр} = 1,2/3,3 = 3,96 \text{ м/с}$$

$$h_{дин} = 1,2 \frac{3,96^2}{2} = 9,4 \text{ Па.}$$

$$h_{вмп} = 21,23 + 2,123 + 9,4 = 32,753 \text{ Па.}$$

Выбор вентилятора местной вентиляции ВКМ 100, технические характеристики которого приведены в таблице 9, целесообразно осуществлять исходя из определенных выше параметров: требуемого расхода воздуха и депрессии. IP X4 - оборудование обладает средней степенью защиты от влаги и пыли.

Таблица 9 – Технические характеристики вентилятора ВКМ-100

Наименование параметра	Характеристика	Значения
Защита	IP X4 класс	-
Макс. Темп. перемещаемого воздуха	-25 +50	С
Максимальный расход воздуха	950	м <sup>3</sup> /ч
Малошумное исполнение	Нет	-
Масса	4,5	Кг
Напряжение	230	В
Потребляемая мощность	154	Вт
Размер патрубка	200	мм
Ток	0.67	А
Уровень звукового давления на расстоянии 3 м	48	дБ(А)
Частота вращения	2375 мин-1	Мин-1
Частота тока	50	Гц

Исходя из того, что данный цех является опасным с точки зрения влияния вредных веществ на организм человека, следует применять нагнетательный способ проветривания.

Модернизация приточно-вытяжной вентиляции в цеху мойки двигателей на предприятии АВЗ ПАО «КАМАЗ», позволит снизить влияние вредных и опасных веществ на сотрудников, выполняющих свои профессиональные каждодневные обязанности.

Оценка условий труда на рабочем месте сотрудников цеха мойки и промывки двигателей АВЗ ПАО «КАМАЗ» после проведения мероприятий.

В цеху мойки и промывки двигателей предприятия АВЗ ПАО «КАМАЗ» была проведена повторная СОУТ рабочего места мойщика двигателей. Результаты СОУТ на рабочем месте представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Результаты СОУТ на рабочем месте мойщика двигателей

Наименование фактора производственной среды и трудового процесса	Класс (подкласс) условия труда до внедрения	Класс (подкласс) условия труда после внедрения
Химический фактор	3.2	2
Итоговый класс (подкласс) условий труда	3.2	2

Проведенные мероприятия по улучшению ситуации в цехе включают в себя внедрение средств обеспечения безопасности, модернизацию системы вентиляции, и другие шаги для снижения воздействия опасных факторов. Важно отметить, что оценка условий труда после проведенных мероприятий показывает положительные изменения в рабочей среде и снижение рисков для здоровья сотрудников.

Однако необходимо постоянно поддерживать и совершенствовать систему охраны труда, чтобы обеспечивать безопасность и комфорт рабочей среды для всех сотрудников.

Анализ раздела "Охрана труда" позволяет сделать следующие выводы:

Реестр профессиональных рисков среди сотрудников цеха мойки и промывки двигателей АВЗ ПАО «КАМАЗ» является важным инструментом для выявления потенциальных опасностей и рисков, с которыми сталкиваются работники в связи с особенностями их деятельности. Он позволяет определить основные факторы, влияющие на здоровье и безопасность персонала.

Анализ условий труда на рабочем месте сотрудников цеха мойки и промывки двигателей АВЗ ПАО «КАМАЗ» выявил несколько аспектов, которые могут оказывать негативное воздействие на здоровье работников, включая вредные вещества, физические нагрузки и неблагоприятные климатические условия.

Оценка условий труда на рабочем месте сотрудников цеха мойки и промывки двигателей АВЗ ПАО «КАМАЗ» после проведения мероприятий показала положительные изменения в снижении рисков и повышении безопасности труда.

Систематический мониторинг условий труда, выявления рисков и применения мер по их устранению в целях обеспечения безопасности и здоровья персонала - является неотъемлемой частью управления охраной труда и обязательным условием для соблюдения нормативов и стандартов в области ОТ.

## 5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Оценка антропогенного воздействия объекта на окружающую среду.

Производство автомобильной техники сопровождается накоплением большого количества отходов, которые различаются по своему агрегатному состоянию и степени проявления в зависимости от вида технологического процесса предприятия АВЗ ПАО «КАМАЗ».

Накопление отходов процесса производства грузовых машин АВЗ ПАО «КАМАЗ» осуществляется не только на разных этапах технологического процесса, но и в различных цехах предприятия, характеризующиеся особенностью применяемых технологий и оборудования.

В таблице 11 представлен перечень отходов, образующихся в результате деятельности предприятия.

Таблица 11 – Перечень отходов, образующихся в результате деятельности предприятия

Цех	Вид отхода	Код отхода по Фед. Класс. Кап.влож.	Класс опасности	Нормы образования	Место хранения
1	2	3	4	5	6
Цех сборки автомоб. КамАЗ	бумага обёрточная промасленная;	4 71 101 01 52 1	1	80 кг	Цех сборки автомоб. КамАЗ
Цех комплектации и сдачи автомобилей	полиэтиленовая плёнка	4 82 212 11 53 2	2	60 кг	Склад
Цех кабин	отходы изолированных проводов	4 06 140 01 31 3	3	80 кг	Транспорт.цех
Цех мягкой обивки и пучков проводов	отходы ЛКМ; древесина; промасленная ветошь	4 06 166 01 31 3	3	90 кг	Компресс. цех
Цех колёс	отходы ЛКМ;	4 14 420 11 39 3	3	90 кг	Цеха

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6
	отходы древесины; промасленная ветошь				
Цех сборки мостов	ветошь, промасленная; стружка стальная и чугунная; огарки электродов; сварочный шлам; масла отработанные; отходы ЛКМ	4 71 101 01 52 1	-	120 кг	Производст. цеха
Цех средств механизации	шлак механического производства; отходы полимерных материалов	4 71 101 01 52 1	-	70 кг	Производст. цеха
Цех тормозов	стружка стальная и чугунная; огарки электродов; сварочный шлам; пыль абразивно-металлическая	4 71 101 01 52 1	-	65 кг	Производст. цеха
Окрасочный цех	шлак гидрофильтров; отходы кокса с краской и растворителями; тара из-под ЛКМ	4 06 140 01 31 3		90 кг	Производст. цеха
Арматурный цех	лом черных металлов; лом цветных металлов; всплывающие нефтепродукты	4 06 140 01 31 3		-	Производст. цеха
Цех картеров	металлическая стружка; огарки электродов; сварочный шлам	4 61 204 11 20 3	3	-	Производст. цеха

Предприятие оказывает негативное влияние на водные объекты путём попадания в сточные воды загрязнённых и опасных веществ.

На предприятии применяется поэтапная схема очистки сточных вод.

Схема поэтапной очистки сточных вод представлена на рисунке 9.

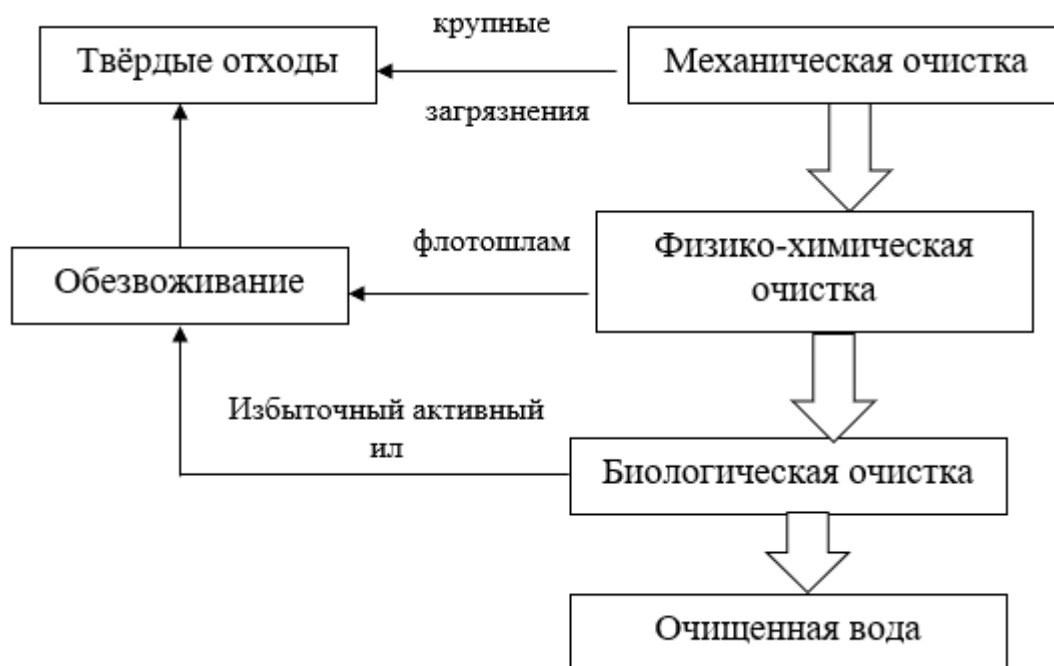


Рисунок 9 – Схема поэтапной очистки сточных вод

На флотационной установке завершается этап физико-химической очистки. Для повышения эффективности очистки сточных вод предлагается использовать такие реагенты, как коагулянты и полимерные флокулянты, которые применяются в определенном диапазоне рН и способствуют образованию загрязняющих веществ с легко удаляемой хлопьевидной структурой. Для поддержания идеального уровня рН сточных вод предусмотрено использование устройства регулировки рН.

\*рН - мера кислотности или щелочности водных растворов и веществ.

Для снижения стоимости реагентов во флотационной очистке сточных вод применяется уникальная усовершенствованная конструкция перемешивающей вставки (диафрагмы).

Производственный экологический контроль на предприятии АВЗ ПАО «КАМАЗ».

Производственный экологический контроль регулируется в соответствии с Федеральным законом №7-ФЗ.

Производственный экологический контроль осуществляется специальной службой, организованной в структуре предприятия. Служба возглавляется главным инженером.

Источниками загрязнения атмосферного воздуха на предприятии являются следующие производственные цеха и участки:

- автосборочное производство,
- производство сдачи автомобилей,
- производство мостовых устройств для автомобилей,
- механосборочное производство,
- ремонтное производство,
- производство новой техники (автомобили, грузовые или специализированные).

В таблице 12 представлены результаты контроля стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на предприятии.

Таблица 12 – Результаты контроля стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Источник	Наименование загрязняющего вещества	Предельно допустимый выброс, г/с	Фактический выброс, грам/сек	Превышение допустимого выброса (грам.8/грам.7)	Дата отбора проб	Общее количество случаев превышения выброса
1	2	3	4	5	6	7
Окрасочная камера	2-этаксизтанол	0,0000189	0,000015	0,793651	16.03.2022	0
Тоннель испарения	ацетон	0,000413	0,0003522	0,852785	16.03.2022	0
Установка для полуавтоматической сварки	Диоксид алюминия	0,0004523	0,000311	0,687597	16.03.2022	0

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4	5	6	7
Машина для контактной сварки	Хром	5,419530	0,4231	-	16.03.2022	0
Карусельно фрезерные станки	Оксид азота	0,880673	0,0688	-	16.03.2022	0
Итого:		6,3010872	0,4925782			0

В завершении можно сделать следующие выводы:

Оценка антропогенного воздействия объекта на окружающую среду позволяет определить влияние деятельности предприятия на природные и экологические ресурсы. Эта оценка представляет собой важный этап в управлении экологической безопасностью и может помочь в выявлении ключевых аспектов, требующих внимания и корректировки.

Производственный экологический контроль на предприятии АВЗ ПАО «КАМАЗ» играет важную роль в мониторинге соблюдения норм и стандартов, касающихся охраны окружающей среды. Он включает в себя меры по контролю за выбросами вредных веществ, управлению отходами и другими аспектами, влияющими на экологическую безопасность.

Эффективное управление охраной окружающей среды и обеспечение экологической безопасности предприятия требует систематического мониторинга. Это позволяет не только соблюдать законодательные требования, но и способствует устойчивому развитию и поддержанию природных ресурсов.



## 6 Оценка мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

### План мероприятий.

Таблица 13 – План мероприятий по обеспечению безопасных условий труда в организации АВЗ ПАО «КАМАЗ»

Наименование рабочего места	Наименование мероприятия	Назначения мероприятия	Источник финансирования	Ответственный за выполнение мероприятия	Срок выполнения	Службы привлекаемые для выполнения мероприятия
Мойщик двигателей	Ремонт оборудования	Снижение допустимых уровней содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны	Бюджет организации	Главный инженер	Первый квартал	Служба главного механика. Технический центр. Служба охраны труда. Лаборатория.

Таблица 14 – План мероприятий по обеспечению противопожарной безопасности в организации АВЗ ПАО «КАМАЗ»

Наименование мероприятия	Срок выполнения	Ответственный
1	2	3
Разработка и утверждение локальных документов о мерах ПБ: -приказ о назначении ответственных за ПБ; -приказ об установлении противопожарного режима; -приказ о проведении мероприятий по обучению сотрудников мерам ПБ.	Январь	Начальник по ПБ
Проведение повторных инструктажей с работниками	Январь, июнь.	Ответственный за ПБ
Контроль за соблюдением требований ПБ: - устранение замечаний по предписаниям пожарного надзора; -соблюдение противопожарного режима; -соблюдение правил ПБ при проведении массовых мероприятий; -содержание территорий, зданий, помещений и путей эвакуации; -содержание электроустановок; -содержание сетей противопожарного водоснабжения; - учет и использование ПСПТ; - содержание АПС и АУПТ.	Постоянно	Ответственный за ПБ в подразделении организации. Начальник БОТ и ПБ.

Продолжение таблицы 14

1	2	3
Перекатка пожарных рукавов	Ноябрь (1 раз в год)	Начальник БОТ и ПБ
Проверка исправности наружных пожарных лестниц и проведение испытания их на прочность	1 раз в 5 лет	Привлеченная организация
Проверка исправности электрооборудования	Постоянно	Заместитель главного инженера. Главный энергетик.
Проведение, отработки практических занятий по эвакуации	Май, октябрь..	Ответственный за ПБ в подразделении организации. Начальник БОТ и ПБ.

Критерием экономической эффективности, может служить интегральный экономический эффект, учитывающий материальные потери от пожаров, капитальные вложения и текущие затраты на те или иные мероприятия СОПБ [22]. Если экономический эффект ( $\mathcal{E}$ ) от использования СОПБ является положительным, то принятое решение является эффективным (при данной норме дисконта) и может рассматриваться вопрос о его принятии. Если же будет получено отрицательное значение ( $\mathcal{E}$ ), то инвестор понесет убытки, то есть проект не эффективен. Наиболее эффективный вариант соответствует условию, когда  $\mathcal{E} \rightarrow \max$ .

Интегральный экономический эффект для постоянной нормы дисконта (0,1) определяют по выражению:

$$\mathcal{E} = \sum_{t=0}^T (\Delta Y - \Delta C) \cdot \frac{1}{1+ND} - (K_2 - K_1), \quad (12)$$

где  $t$  – год осуществления затрат на СОПБ;  $\Delta Y$  – сокращение годовых потерь (ущерба) при планируемом варианте относительно базового, руб/год;  $\Delta C$  – увеличение (сокращение) эксплуатационных расходов (планируемого варианта относительно базового) в  $t$ -м году, руб/год;  $ND$  – норма дисконта (принимается 0,1);  $K_1, K_2$  – капитальные вложения на осуществление мероприятий СОПБ в базовом и планируемом вариантах, руб.;  $T$  – горизонт расчета (продолжительность расчетного периода; он равен номеру шага расчета, на котором производится окончание расчета).

В качестве расчетного периода ( $T$ ) принимается либо срок службы, либо иной, более короткий обоснованный период.

Эксплуатационные расходы на содержание СОПБ включают в себя амортизационные отчисления, расходы на зарплату обслуживающего персонала, на электрическую и тепловую энергию, огнетушащие вещества и т.п.

При определении ущерба от пожаров необходимо учитывать показатель надежности СОПБ или их элементов.

В качестве основного показателя надежности целесообразно принимать вероятность выполнения поставленной задачи (тушение пожара). Поэтому ожидаемый ущерб ( $Y$ ) от пожара при его тушении установками пожаротушения (АУПТ) можно определить по следующему выражению:

$$Y_A = \bar{Y}'_A \cdot P_{B3}^A + \bar{Y}''_A \cdot (1 - P_{B3}^A), \quad (13)$$

где  $\bar{O}'_A$  – ущерб от пожара при выполнении поставленной задачи АУПТ (при тушении), руб.;  $\bar{O}''_A$  – ущерб от пожара при невыполнении поставленной задачи АУПТ, руб.;  $D_{A\zeta}^A$  – вероятность выполнения поставленной задачи АУПТ.

Как правило, при невыполнении поставленной задачи АУПТ, что имеет место в нашем случае, при условии монтажа традиционных (отечественных) стационарных установок пожаротушения, следует ожидать, что успех тушения будет определяться передвижными силами и средствами, так как за последнее десятилетие не зафиксирован не один случай успешного тушения пожара этими установками. Но и в этом случае пожар может быть потушен только с определенной вероятностью. Тогда для оценки ожидаемого ущерба при тушении пожара передвижными силами и средствами (ПСС) будет использоваться следующее выражение:

$$Y_{\Pi} = \bar{Y}''_A = \bar{Y}'_{\Pi} \cdot P_{B3}^{\Pi} + \bar{Y}''_{\Pi} \cdot (1 - P_{B3}^{\Pi}) \quad (14)$$

где  $\bar{O}'_i$  – ущерб от пожара при тушении его ПСС (при выполнении поставленной задачи), руб.;  $\bar{O}''_i$  – ущерб от пожара при неуспешном тушении пожара ПСС (при невыполнении поставленной задачи), руб.

При рассмотрении общей системы тушения (АУПТ – ПСС) выражение для расчета ожидаемого ущерба (УО) будет иметь вид:

$$Y_O = \bar{Y}'_A \cdot P_{B3}^A + [\bar{Y}'_{\Pi} \cdot P_{B3}^{\Pi} + \bar{Y}''_{\Pi}(1 - P_{B3}^A)] \cdot (1 - P_{B3}^A) \quad (15)$$

Заметим, что предложенные модели оценки ущерба не рассматривают вариант тушения первичными средствами пожаротушения, так как не всегда является разумным или эффективным в случае крупных пожаров.

Исходя из экономического содержания ущерба от пожаров, его можно рассматривать как следующие составляющие:

- потери стоимостной части национального богатства (прямой ущерб);
- потери в результате отвлечения ресурсов на компенсацию последствий пожара (потеря эффективности отвлеченных ресурсов на восстановление объекта);
- потери от простоя объекта;
- потери от травматизма;
- экологические потери (потери от загрязнения окружающей среды).

Под потерями стоимости части национального богатства понимается их уничтожение или повреждение в результате воздействия опасных факторов пожара, а также в результате действий, направленных на спасение людей и материальных ценностей. Здесь необходимо отдельно рассматривать потери от уничтожения и повреждения основных фондов (оборудования) и потери от уничтожения оборотных средств (бензин).

Определим ущерб по основным фондам (резервуаров в цехе).

При уничтожении основных фондов (резервуара) ущерб (УОФ) определяем из выражения:

$$Y_{OФ} = C_{\Pi} \cdot \left(1 - \frac{H_A \cdot T}{100}\right) - C \quad (16)$$

где  $S_p$  – первоначальная стоимость резервуара, руб.;  $HA$  – норма амортизационных отчислений на полное восстановление (реновацию), %/год;  $T$  – период времени от начала эксплуатации до возникновения пожара, год;  $S_{ост}$  – остаточная стоимость резервуара после его уничтожения, определяемая как стоимость остатков (металлолома), руб.

В примере по состоянию на 2006 год стоимость резервуара для автосборочного цеха, со стационарной крышей и дополнительно учитывая монтажные работы, стоимость оборудования (арматуры), накладные расходы, плановые накопления (сметной прибыли строительно-монтажных организаций) и проектные работы, составляет порядка 30 млн. руб. Норма амортизационных отчислений для металлических резервуаров составляет 2,8-5 %/год.

Стоимость остатков, годных для дальнейшего использования (металлолома), составит примерно 125 тыс. руб. А это означает, что срок службы резервуара в автосборочном цеху должен быть от 20 до 35 лет. Согласно статистическим данным частота возникновения пожара в автосборочном цеху  $\lambda = 1,09 \cdot 10^{-4}$  1/год. Следовательно, если пожар возникнет в начальный период эксплуатации резервуара, то ущерб при его уничтожении будет определяться величиной:  $30 \cdot 10^6 - 0,125 \cdot 10^6 = 29,875 \cdot 10^6$  руб. А если пожар возникнет в конце срока его службы, то потери будут минимальными. При этом предполагается, что поток пожаров является стационарным.

При такой неопределенности, возникающей из-за очень больших интервалов между пожарами (обратная величина частоты пожаров), принято принимать величину износа основных фондов до периода математического ожидания пожара, соответствующего половине срока службы, то есть величина ущерба по резервуару принимается равной:

$$Y_{оф} = 30 \cdot \left(1 - \frac{2,8 \cdot 17,5}{100}\right) - 0,125 = 15 \text{ млн. руб.}$$

Используя методологию оценки экономической эффективности применения железобетонной стены с отбойным козырьком (СОПБ) в автосборочном цехе (АСЦ), полученные в настоящей работе, а также стоимостные показатели тех или иных мероприятий по возможному обеспечению пожарной безопасности в АСЦ, определим интегральный экономический эффект от реализации возможных вариантов противопожарной защиты [22].

В качестве базового варианта принимается вариант защиты автосборочного цеха с земляным обвалованием без внедрения пенной автоматической установки (АУПТ).

В качестве проектируемого варианта принимается вариант защиты автосборочного цеха с железобетонным обвалованием с отбойным козырьком и внедрением пенной автоматической установки (АУПТ).

Произведем расчет капитальных затрат по вариантам защиты:

1) Земляное обвалование:

– периметр – 468 м<sup>2</sup>,

– высота – 1,5 м,

– количество грунта на 1 м/п – 3 м<sup>3</sup>,

– цена за 1 м<sup>3</sup> – 200 руб.,

– общая стоимость обвалования –  $468 \cdot 600 = 280800$  руб.

Общая стоимость с учетом строительно-монтажных работ:  $K1 = 280000 \cdot 1,8 = 505440$  руб. (здесь, 1,8 – коэффициент, учитывающий стоимость строительно-монтажных работ, накладных расходов, плановых накоплений и транспортно-заготовительных расходов).

2) Железобетонная стена с отбойным козырьком:

– периметр – 468 м<sup>2</sup>,

– высота – 3,34 м,

– количество бетона на 1 м/п – 4 м<sup>3</sup>,

– цена за 1 м<sup>3</sup> (М:400) – 1000 руб.,

– цена за арматуру на 1 м/п – 1000 руб.,

– общая стоимость обвалования –  $468 \cdot 5000 = 2340000$  руб.

Общая стоимость с учетом строительно-монтажных работ:  $K2 = 2340000 \cdot 1,8 = 4212000$  руб. (здесь, 1,8 – коэффициент, учитывающий стоимость строительно-монтажных работ, накладных расходов, плановых накоплений и транспортно-заготовительных расходов).

Определим эксплуатационные расходы.

$$C_i = C_{ам} + C_{тр}, \quad (17)$$

где  $C_{ам}$  – амортизационные отчисления:  $C_{ам} = K_i \cdot Нам_i / 100$  (здесь:  $Нам_i$  – норма амортизационных отчислений для соответствующего варианта защитной преграды:  $Нам_1 = 10\%$ ;  $Нам_2 = 1\%$ );

$Стр$  – затраты на текущий ремонт и обслуживание:  $Стр = K_i \cdot Нтр_i / 100$  (здесь:  $Нтр_i$  – норма отчислений на текущий ремонт и техобслуживание для соответствующего варианта защитной преграды:  $Нтр_1 = 3\%$ ;  $Нтр_2 = 1,1\%$ );

Тогда:

$$C_{ам1} = 505440 \cdot 10 / 100 = 50544 \text{ руб/год};$$

$$C_{ам2} = 4212000 \cdot 1 / 100 = 42120 \text{ руб/год}.$$

$$Стр_1 = 505440 \cdot 3 / 100 = 15163 \text{ руб/год};$$

$$Стр_2 = 4212000 \cdot 1,1 / 100 = 46332 \text{ руб/год}.$$

Эксплуатационные расходы на содержание и ремонт защитных ограждений составят:

$$C_1 = 50544 + 15163 = 65707 \text{ руб/год};$$

$$C_2 = 42120 + 46332 = 88452 \text{ руб/год}.$$

Таким образом, основные величины, входящие в формулу определения интегрального экономического эффекта составят:

С учетом того, что пожары в автосборочных цехах происходят в среднем 1 раз в 20 лет.

$$У_1 = У_1 / 20 = 300 / 20 = 15 \text{ млн. руб./год}$$

$$У_2 = У_2 / 20 = 22,2 / 2 = 1,11 \text{ млн. руб./год}$$

$$\Delta У = У_1 - У_2 = 15 - 1,11 = 13,89 \text{ млн. руб./год};$$

Находим приведенные затраты базового (П1) и нового предлагаемого варианта (П2), по их наименьшей величине определяем лучший вариант обвалования (ограждения) автосборочного цеха, а по их разности годовой экономический эффект.

$$П1 = Б \cdot К1 + С1 + У1 = 0,12 \cdot 0,5 + 0,65 + 15 = 15,015 \text{ млн. руб./год}$$

$$П2 = Б \cdot К2 + С2 + У2 = 0,12 \cdot 4,2 + 0,88 + 1,11 = 2,494 \text{ млн. руб./год}$$

Так как  $П1 > П2$

Приведенные затраты по разработанному варианту меньше, чем по базовому, значит его применение является целесообразным.

Годовой экономический эффект от внедрения защитной стенки с отбойным козырьком составит:

$$Э = П1 - П2 = 15,015 - 2,494 = 12,521 \text{ млн. руб./год}$$

Таблица 15 – Смета затрат на установку и содержание оборудования

Наименования оборудования	Капитальные затраты (руб.)	Эксплуатационные расходы (руб./год)	Годовой экономический эффект (руб./год)
Обвалование резервуаров	505 440	65 707	12 521 000
Защитная стенка с отбойным козырьком	4 212 000	88 452	1 110 000

В связи с частыми возникновениями пожаров на предприятии АВЗ ПАО «КАМАЗ», был разработан: план мероприятий, предоставленный в таблицах 13 и 14 и разработано оборудование для внедрения введения в эксплуатацию в таблице 15. Ожидаемый эффект данных разработок, направлен на снижение возникновения пожароопасных ситуаций, сокращения несчастных случаев работников на производстве, а также для экономии бюджета организации.



## Заключение

Согласно проведённой работе, в рамках выпускной квалификационной работы: производство АВЗ ПАО «КАМАЗ» можно отнести к категории опасных объектов. Среди риск-факторов можно выделить опасные условия труда сотрудников организации, повышенный уровень пожароопасности.

В первом разделе представлена характеристика деятельности данного предприятия, статистика возникновения пожароопасных ситуаций на автосборочных предприятиях. Также, в рамках данного раздела проведён анализ влияния разлива технических жидкостей на развитие пожара.

Проведён анализ обеспеченности автосборочных предприятий средствами, которые позволят предотвратить развитие разливов технических жидкостей.

Второй раздел был посвящён проведению анализа современных средств, которые предотвращают и ограничивают разлив технических жидкостей при возникновении пожара на предприятии. В рамках данного раздела были установлены основные средства, предотвращающие разлив ЛВЖ, которые применяются на отечественных предприятиях автосборочного производства.

В третьем разделе представлены разработка и совершенствование средств, предотвращающих и ограничивающих разлив технических жидкостей при пожаре на предприятии ПАО «КАМАЗ». В рамках данного раздела было выявлено, что наиболее эффективными средствами, позволяющими ограничить растекание ЛВЖ, являются модульные поддоны, выполненные из полимерных материалов в следствие их облегчённости, а также применение модульных поддонов, имеющие в качестве пламя гасящего материала минеральную металлическую вату, позволяющую путём своих особенностей конструкции собирать растёкшуюся техническую жидкость.

В четвёртом разделе рассмотрен анализ вредных и опасных производственных факторов при осуществлении трудовой деятельности на предприятии. По результатам выявленных факторов была составлена карта рисков на рабочем месте специалиста, осуществляющего мойку двигателей. Для улучшения условий труда на рабочем месте мойщика двигателей были разработаны мероприятия, направленные на модернизацию приточно-вытяжной вентиляции, путём замены применяемого в настоящее время вентилятора на более современный и производительный ВКМ-100.

В 5 разделе проанализирована характеристика охраны окружающей среды на предприятии. Проведена оценка антропогенного воздействия предприятия на окружающую среду. Рассмотрены основные виды отходов предприятия. Проведён производственный экологический контроль, по результатам которого были установлены основные опасные и вредные вещества, выделяемые в воздух в результате производственной деятельности предприятия.

В 6 разделе проведен комплексный анализ предложений для обеспечения техносферной безопасности на предприятии, так же был рассмотрен способ совершенствования методики оценки пожарных рисков.

## Список используемой литературы и используемых источников

1. Воронкова Л. Б. Охрана труда в нефтехимической промышленности. М. : Academia. 2018. 48 с.
2. Демехин Ф. В., Цой А. А. Проблемы обеспечения пожарной безопасности резервуаров с защитной стенкой // Пожаровзрывобезопасность, 2015. №1. С. 34-40. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-obespecheniya-pozharnoy-bezopasnostirezervuarov-s-zaschitnoy-stenкой> (дата обращения: 06.10.2023).
3. Думилин А. И. Современные автономные установки пожаротушения // Пожаровзрывобезопасность, 2015. №6. С. 64-66. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-avtonomnye-ustanovkipozharotusheniya/viewer> (дата обращения: 06.10.2023).
4. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М. : Академия. 2019. 862 с.
5. Кланица В. С. Охрана труда на автомобильном транспорте: учебное пособие. М. Academia, 2018. 704 с.
6. Медведев В. Т. Охрана труда и промышленная экология. М. : Academia. 2018. 106 с.
7. Михайлов Ю. Промышленная безопасность и охрана труда. Справочник руководителя опасного производственного объекта. М.: АльфаПресс, 2019. - 232 с.
8. Попов В. И. Пожарная профилактика: учебное пособие. Иваново : ФГБОУ ВО Ивановская пожарноспасательная академия ГПС МЧС России. 2020. 334 с.
9. Федоров В. С. Основы обеспечения пожарной безопасности зданий. М. : АСВ. 2018. - 176 с.
10. Фрезе Т.Ю. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности: учебно-методическое пособие по выполнению

раздела выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы). - Тольятти: ТГУ, 2022. - 60 с.

11. Paudel D., Rinta-Paavola A., Hostikka S., Mattila H.-P. A survey of machine learning algorithms-based forest fires prediction and detection systems multiphysics modelling of stone wool fire resistance: Fire Technology. London ECIR 0ET, UK, 2021. - 5 P.

12. Способ противопожарной защиты резервуаров для хранения жидких горючих веществ и система для его осуществления: пат. 2 616 848 С1 Рос. Федерация : МПК А62С3/06 / Копылов Н.П. ; заявитель и патентообладатель ПАО «Транснефть», АО «Транснефть - Урал», ООО «НИИ Транснефть». - № 2018112289; заявл. 08.09.2015; опубл. 18.04.2017, Бюл. № 16. - 13 с. [Электронный ресурс] — URL: <https://patenton.ru/patent/RU2616848C1> (дата обращения: 10.10.2023).

13. Меркулов А. В., Меркулов В. А. Выбор и расчет системы пожаротушения // Пожаровзрывобезопасность.2018. №5. С. 91-96. URL: 79 <https://cyberleninka.ru/article/n/vybor-i-raschet-sistemy-gazovogopozharotusheniya/viewer> (дата обращения: 10.10.2023).

14. Киздермишов А.А., Киздермишова С.Х. Проблемы применения автоматических систем (установок) газового пожаротушения // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы.2019. № 9(1) С. 111. URL: <https://goo.su/txcTJ> (дата обращения: 10.10.2023).

15. Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности, правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств [Электронный ресурс] : Приказ Ростехнадзора от 15.12.2020 №533. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573200380> (дата обращения: 10.10.2023).

16. СП 155.13130.2014. Склады нефти и нефтепродуктов. Свод правил. - Введ. 2014-01-01. -М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2014. - 32 с.

[Электронный ресурс] - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200108948> (дата обращения: 10.10.2023).

17. СП 4.13130.2013. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования пожарной безопасности. - Введ. 2020-02-14. [Электронный ресурс] - URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=360803> (дата обращения: 10.10.2023).

18. Миклина Е.А., Волкова С.Н. О проблемах моделирования динамики пожара // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2018. № 1(9) С. 599-602. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-problemah-modelirovaniya-dinamiki-pozhara/viewer> (дата обращения: 10.10.2023).

19. Титова, Г.Н. Охрана труда. Практические интерактивные занятия: Учебное пособие / Г.Н. Титова, Н.С. Громов и др. - СПб.: Лань, 2019. - 280 с.

20. О единой государственной системе предупреждения и ликвидации [Электронный ресурс] : Постановление Правительства от 30.12.2003 № 794 (ред. от 02.04.2020) URL: <https://rulaws.ru/goverment/Postanovlenie-PravitelstvaRF-ot-30.12.2003-N-794/> (дата обращения: 18.10.2023).

21. Xiong c., Liu Y., Xu C., Huang X. Acoustical extinction of flame on moving firebrand for the fire protection in wildland-urban interface: Fire Technology. London ECIR 0ET, UK, 2021. - 3P.

22. ГОСТ 12.1. 004-91 \*. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования (с изм. от 21 октября 1993 г.). - Введ. 1992-07-01. - М. : ИПК Издательство стандартов, 2002.

23. Устройство для самотушения и предотвращения загораний горючих жидкостей УСП-01Ф [Электронный ресурс] - URL: <http://www.skbtensor.ru/usp.html>