

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)

Противопожарные системы

(направленность (профиль) / специализация)

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему: Исследование и анализ причин неисправности пожарных гидрантов и пожарных лафетных стволов, разработка комплекса организационно-технических мероприятий, направленных на минимизацию неисправностей

Обучающийся

Д.А. Потехина

(Инициалы, Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, Е.В. Полякова

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

Консультанты

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

О.А. Головач

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

Тольятти 2024

## Аннотация

Темой бакалаврской работы является «Исследование и анализ причин неисправности пожарных гидрантов и пожарных лафетных стволов, разработка комплекса организационно-технических мероприятий, направленных на минимизацию неисправностей». Данная тема актуальна для ООО «Тольяттикаучук».

В данной работе будут рассмотрены следующие разделы:

- общая характеристика объекта защиты;
- исследование и анализ причин неисправностей пожарных гидрантов и пожарных лафетных стволов;
- разработка комплекса организационно-технических мероприятий, направленных на минимизацию неисправностей пожарных гидрантов и пожарных лафетных стволов;
- охрана труда;
- охрана окружающей среды и экологическая безопасность;
- оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Актуальность данной темы обусловлена тем, что вопросы пожарной безопасности занимают важное место среди глобальных проблем человечества. В нашем городе Тольятти сосредоточено значительное количество предприятий нефтяной, газовой и химической промышленности, требующих высококачественной системы обеспечения пожарной безопасности. В случае пожара потери могут быть колоссальными. Нельзя исключить возможность возникновения пожара, поэтому пожарные гидранты и лафетные стволы играют ключевую роль в обеспечении безопасности. Они являются стандартными источниками для забора и подачи огнетушащих веществ в очаг пожара. Поэтому важно поддерживать эти устройства исправными и в состоянии постоянной готовности.

## Abstract

The topic of the bachelor's thesis is «Research and analysis of the causes of malfunction of fire hydrants and fire carriage shafts, development of a set of organizational and technical measures aimed at minimizing malfunctions». This topic is relevant for Tolyattikauchuk LLC.

In this paper, the following sections will be considered:

- general characteristics of the object of protection;
- investigation and analysis of the causes of malfunctions of fire hydrants and fire carriage barrels;
- development of a set of organizational and technical measures aimed at minimizing malfunctions of fire hydrants and fire carriage trunks;
- labor protection;
- environmental protection and environmental safety;
- assessment of the effectiveness of measures to ensure technosphere safety.

The relevance of this topic is due to the fact that fire safety issues occupy an important place among the global problems of mankind. A significant number of enterprises of the oil, gas and chemical industries are concentrated in our city of Tolyatti, requiring a high-quality fire safety system. In the event of a fire, the losses can be enormous. The possibility of a fire cannot be ruled out, therefore fire hydrants and carriage barrels play a key role in ensuring safety. They are standard sources for the intake and supply of extinguishing agents to the fire. Therefore, it is important to keep these devices in good working order and in a state of constant readiness.

## Содержание

Введение.....	5
Термины и определения .....	7
Перечень сокращений и обозначений.....	8
1 Общая характеристика объекта защиты.....	9
2 Исследование и анализ причин неисправностей пожарных гидрантов и пожарных лафетных стволов .....	17
3 Разработка комплекса организационно-технических мероприятий, направленных на минимизацию неисправностей пожарных гидрантов и пожарных лафетных стволов .....	28
4 Охрана труда .....	37
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	42
6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	53
Заключение .....	62
Список используемых источников.....	63

## Введение

В составе ООО «Тольяттикаучук» эксплуатируются опасные производственные объекты первого класса опасности, соответственно санитарно-защитная зона для данного предприятия составляет 1000 м, но в опасной близости находятся жилые кварталы, что грозит потерями среди гражданского населения, в случае аварии.

На данном предприятии используются следующие вещества:

- абсорбент А-2 тяжелый – 3 класс опасности, температура вспышки минус 60 °С;
- бутадиен – 4 класс опасности, температура вспышки минус 40 °С;
- бутил – 3 класс опасности, температура вспышки 66 °С;
- изопропен – 3 класс опасности, температура вспышки 48 °С;
- метанол – 3 класс опасности, температура вспышки 97 °С;
- метил-трет-бутиловый эфир – 2 класс опасности, температура вспышки минус 33 °С;
- сера – 4 класс опасности, температура вспышки 160 °С;
- хлор – 2 класс опасности, температура вспышки минус 120 °С и другие.

При производстве синтетического каучука присутствует процесс добавления специальных химических добавок, которые выше представлены. Как видно из этого перечня есть вещества с высоким классом опасности. При аварии на производстве велика вероятность утечки данных веществ, которая может принести колоссальные потери как материальные, так и людские.

Изучаемая тема направлена на обеспечение пожарной безопасности данного предприятия, сохранности веществ и оборудования. И относится к приоритетным направлениям стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, а именно «противодействие техногенным, биогенным, социокультурным угрозам, терроризму и идеологическому

экстремизму, а также киберугрозам и иным источникам опасности для общества, экономики и государства».

Статистика инцидентов, связанных с отказами оборудования при проведении пожарных мероприятий на предприятии, показывает рост неисправности пожарных гидрантов и пожарных лафетных стволов.

В рамках данной дипломной работы будет предложен комплекс организационно-технических мероприятий, направленных на минимизацию неисправностей пожарных гидрантов и пожарных лафетных стволов. Который существенно снизит количество инцидентов связанных с отказами оборудования при проведении пожарных мероприятий на предприятии и соответственно увеличит работоспособность пожарного оборудования, поспособствует быстрому тушению пожара и, как следствие, сохранению безопасности организации в целом. А также эти мероприятия помогут предупредить возможность нанесения вреда близлежащим жилым кварталам из-за произошедшего возгорания и возможной утечки высоко опасных веществ.

## Термины и определения

Лафетный пожарный ствол – поворотный в вертикальной и горизонтальной плоскостях пожарный ствол, монтируемый на опоре [3].

Пожарный гидрант – устройство для отбора воды из водопроводной сети для тушения пожара [19].

Пожарный резервуар – инженерное сооружение емкостного типа с необходимым запасом воды для тушения пожаров и обустроенное для ее забора пожарными автомобилями (мотопомпами) [19].

Пожаровзрывоопасность веществ и материалов – способность веществ и материалов к образованию горючей (пожароопасной или взрывоопасной) среды, характеризующая их физико-химическими свойствами и (или) поведением в условиях пожара [20].

Противопожарное водоснабжение – комплекс инженерно-технических сооружений, предназначенных для забора и транспортирования воды, хранения ее запасов и использования их для пожаротушения [2].

Противопожарный водопровод – водопровод, обеспечивающий противопожарные нужды [19].

Надежность системы водоснабжения – свойство системы выполнять заданные функции водообеспечения потребителей, сохраняя во времени установленные эксплуатационные показатели в пределах, соответствующих заданным режимам и условиям эксплуатации [18].

## Перечень сокращений и обозначений

БИФ – бутилен-изобутиленовой фракции,  
ВКР – выпускная квалификационная работа,  
ГЖ – горючие жидкости,  
ГПС – государственная противопожарная служба,  
ДВМ – добавка высокооктановая метанольная,  
ИНК – измерительно-наливным комплексом,  
КП – колонка пожарная,  
ЛВЖ – легковоспламеняющаяся жидкость,  
ЛС – лафетный ствол  
МТБЭ – метил-трет-бутиловый эфир,  
ОПО – опасный производственный объект  
ПГ – пожарный гидрант  
ПЛС – пожарный лафетный ствол  
ППФ – пропан-пропиленовой фракции,  
ПЧ – пожарная часть,  
СИЗ – средство индивидуальной защиты,  
СУГ – сжиженные углеводородные газы.

## **1 Общая характеристика объекта защиты**

Предприятие ООО «Тольяттикаучук» обеспечивает вертикальную интеграцию бизнеса ПАО «Татнефть» в соответствии с нефтегазохимической стратегией компании, то есть создает эффективную и согласованную систему работы цепочки снабжения – производство и сбыт. Тольяттинский завод находится в числе топ-10 крупнейших экспортеров Самарской области.

Синтетический каучук, сделанный в Тольятти, применяют при производстве шин и резинотехнических изделий, а также в строительной, медицинской и пищевой отраслях промышленности.

Репутацию торговой марки ООО «Тольяттикаучук» подтверждает сертификация интегрированной системы менеджмента на соответствие требованиям международных стандартов систем:

- менеджмента качества, безопасности труда и охраны здоровья;
- энергетического менеджмента;
- экологического менеджмента;
- менеджмента качества автомобильной промышленности.

«В структуре предприятия – 6 основных производств по выпуску синтетических каучуков, мономеров и промежуточных продуктов и 2 вспомогательных производства по обеспечению энергоресурсами и ремонту оборудования. Также в состав предприятия входят товарно-сырьевой цех и цех электроавтоматики и измерений» [10].

Предприятие ООО «Тольяттикаучук» расположено по адресу: Самарская обл., г. Тольятти, ул. Новозаводская, д. 8. Оно граничит с:

- северной стороны с ТО ТЭЦ;
- восточной стороны с поливными участками;
- западной стороны с административной зоной;
- южной стороны с территорией ОАО «Волгоцеммаш».

Далее представлено ее местоположение на рисунке 1.

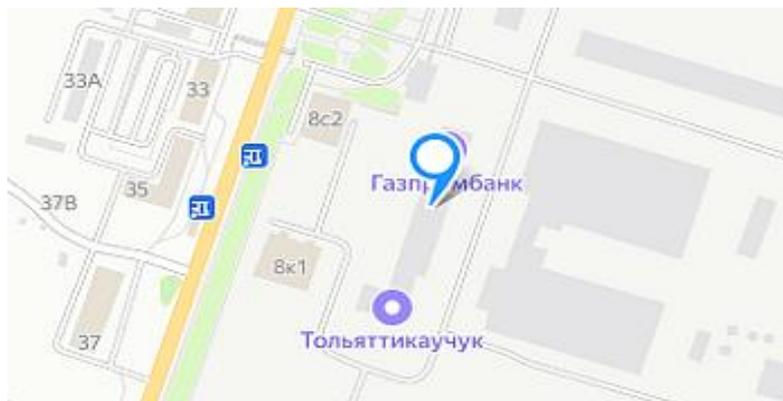


Рисунок 1 – Расположение ООО «Тольяттикаучук»

Предприятие ООО «Тольяттикаучук» занимается в первую очередь производством синтетического каучука в первичных формах:

- сополимерные (бутадиен-метилстирольный каучук),
- изопреновые (каучук синтетический цис-изопреновый),
- бутилкаучук (изобутилен-изопреновый каучук).

Также это предприятие производит:

- углеводородные фракции;
- продукты органического и неорганического синтеза;
- мономеры (бутадиен – 1,3);
- полимеры;
- присадки для автомобильных бензинов (метанольная высокооктановая добавка (ДВМ) и метил-трет-бутиловый эфир (МТБЭ));
- этилалюминийсесквихлорид;
- едкое кали твердое чешуированное.

Для технологического процесса «Переработка каучука» используется следующее оборудование:

- емкости для умягчения;
- емкости для усреднения;
- насосы;

- червячная машина;
- установка для нарезки измельчения каучука;
- установка с пластинчатым пневматическим ножом;
- металлодетектор;
- ленточный транспортер.

Виды работ и деятельности компании ООО «Тольяттикаучук»:

- «производство промышленных газов;
- производство прочих основных органических химических веществ;
- производство прочих химических продуктов, не включенных в другие группировки;
- передача электроэнергии и технологическое присоединение к распределительным электросетям;
- производство, передача и распределение пара и горячей воды; кондиционирование воздуха;
- сбор и обработка сточных вод;
- строительство жилых и нежилых зданий;
- работы строительные специализированные прочие, не включенные в другие группировки;
- торговля оптовая промышленными химикатами;
- аренда и управление собственным или арендованным нежилым недвижимым имуществом;
- обучение профессиональное;
- образование профессиональное дополнительное;
- общая врачебная практика;
- деятельность библиотек и архивов;
- деятельность музеев» [9].

ООО «Тольяттикаучук» состоит из 51 цеха, 16 отделений, 7 складов, 9 насосных, 2 столовых, 18 корпусов, 1 прачечной, 4 ГПП, 1 здания ВОХР, 1 зарядной станции БК-6, 4 ИТМ, 1 поликлиники, 1 свинокомплекса, 1 ПРБ, 1

базы ТРКС, 1 солебазы, 3 заводоуправлений, 2 проходных и 1 ЦЗЛ. В основном здания предприятия имеют различную этажность, но не превышают 4-х этажей. Территория предприятия занимает примерно 2,4 млн м<sup>2</sup>.

Производство имеет следующие вводы от сетей МУП ПО «ВОДОКАНАЛ»:

- на хозяйственно-противопожарную насосную № 44 – два ввода диаметром 200 мм и один диаметром 300 мм в резервуары насосной.
- в сеть водоснабжения завода № 3, водоводом с диаметром 150 мм от сетей МУП ПО «ВОДОКАНАЛ» по ул. Ларина, только для хозяйственного водоснабжения.
- водоводом с диаметром 700 мм от центральной насосной МУП ПО «ВОДОКАНАЛ» на завод № 3 в цех ИП-3, ИП-5, включается только в летний период при температуре речной воды выше 10 °С и служит для промышленного водоснабжения. Перемычек с противопожарным водоводом не имеет.
- водоводом с диаметром 350 мм от сетей водозабора по ул. Ларина на завод № 3 в цех ИП-20-30 для промышленного водоснабжения и снабжения стационарных лафетных стволов.

Производства ООО «Гольяттикаучук» взрывопожароопасны и поэтому относятся к первой категории надежности водоснабжения, не допускающие прекращения подачи воды.

Насосная №44 имеет:

- огражденную территорию, которая обслуживается одним машинистом;
- прямую телефонную связь с начальником смены (старшим мастером) цеха № 48, номерной телефон и прямую телефонную связь со звонком громкого боя с диспетчером 28 ПЧ;
- три железобетонных резервуара артезианской воды (№ 1 – емкостью 600 м<sup>3</sup> и противопожарным запасом 360 м<sup>3</sup>, № 2 – емкостью 600 м<sup>3</sup> и

противопожарным запасом 360 м<sup>3</sup>, № 3 – емкостью 800 м<sup>3</sup> и противопожарным запасом 460 м<sup>3</sup>);

– всасывающие трубопроводы противопожарных и хозяйственно-питьевых насосов выполнены самостоятельно.

Также насосная № 44 оборудована двумя группами насосов. Первая группа состоит из двух противопожарных насосов: 8 НДВ с производительностью  $Q_1 = 500 \text{ м}^3/\text{час}$  и  $Q_2 = 700 \text{ м}^3/\text{час}$ , напором  $H = 95-88 \text{ м}$  в. ст. Электроснабжение насосов осуществляется: насосом № 1 от п/ст 5 и насосом № 2 от п/ст 6.

Вторая состоит из противопожарных насосов № 3 и № 4 – 6 НДС с производительностью  $Q_3 = 216 \text{ м}^3/\text{час}$ , напором  $H = 60-69 \text{ м}$  в. ст., насосов № 5 и №6 – 6 НДВ с производительностью  $Q_4 = 250 \text{ м}^3/\text{час}$ , напором  $H = 47-54 \text{ м}$  в. ст. Насос № 3 – 6 НДС имеет всасывание с пожарного уровня. Электроснабжение осуществляется с п/ст 6, 51 с перемычкой, обеспечивающей нормальное электроснабжение хозяйственного насоса с любой подстанции при выходе из работы другой.

Сети водоснабжения заводов № 1, 2, 3, 4, цеха Д-1-Й-1-4, цеха 102 – кольцевые из стальных труб.

Внутриплощадочное водоснабжение цехов ИП-3, ИП-4, ИП-5, Е-8, Е-2 для промышленного водоснабжения проложено по подземному трубопроводу диаметром 700 мм и поступающая вода контролируется по давлению и расходу на насосной № 127, а из района насосной 127 сеть проложена до цехов ИП-3, 4, 5 по эстакаде. Затем по подземному трубопроводу диаметром 350 мм, поступающая в цех Е-8, Е-2 вода контролируется по давлению и расходу в насосной цеха Е-8.

Характеристика сетей хозяйственного противопожарного водоснабжения.

На сетях заводов расположены следующее количество пожарных гидрантов:

– завод № 1 – 112 штук;

- завод №2 – 68 штук;
- завод №3 – 68 штук;
- завод №4 – 19 штук;
- цех Д-1 – 15 штук;
- цех Д-1А – 15 штук.

Всего пожарных гидрантов – 297 штук, неисправно – 3 штуки. Неисправные ПГ расположены на трубопроводе с речной водой, руководство предприятия не планирует ремонт указанных ПГ по техническим причинам.

Противопожарный запас насосной № 44 в 3-х резервуарах составляет – 1180 м<sup>3</sup>. Насосы хозяйственно-питьевого водоснабжения не могут забирать воду из противопожарного запаса для других нужд. Давление воды на насосной № 44 при пожаре не должно быть меньше 5 атм. Нормативная продолжительность тушения пожара 3 часа. Нормативный срок восстановления неприкосновенного запаса воды 24 часа. Допустимое количество воды на тушение пожара из резервуаров насосной № 44 составляет 1000 м<sup>3</sup> и 180 м<sup>3</sup>. Оно должно обеспечить нормальную работу насосов при подпитке из МУП ПО «ВОДОКАНАЛ».

Противопожарный запас восстанавливается путем ограничения подачи воды от насосной № 44 на хозяйственные нужды и открытием вводы с ул. Ларина в сеть завода № 3.

На ООО «Тольяттикаучук» действуют 5 блоков оборотного водоснабжения.

Характеристика насосной станции отделения Д-1а.

Насосная № 111 отделения Д-1а предназначена для подачи воды на лафетные стволы и кольца орошения при тушении пожара. Кнопка пуска насосов-повысителей расположена на щите управления в операторной.

Насос № 37/1-2 центробежный. Марка насоса – ЗБ-200х2. Производительность насоса 250-450 м<sup>3</sup>/час. Электродвигатель АЗ-315-4. Количество – 2 штуки.

Кольцевой пожарный коллектор смонтирован по периметру территории отделения Д-1а. Диаметр трубопровода 250 мм. К пожарному коллектору подключено 10 лафетных стволов и кольца орошения.

Характеристика насосной станции 102 цеха.

Насосная доочистки № 1-2 102 цеха предназначена для подачи воды по сухотрубам на станцию «Химическая» на три мокрых колодца. Марка насоса 24 НДН. Производительность насоса 4200 м<sup>3</sup>/час. Количество – 1 штука. Диаметр трубопровода 700 мм.

Водоснабжения № 46-46а, 47-47а, 124-125а, 127-127а работают на четыре системы оборотного водоснабжения.

Система оборотного водоснабжения цехов и заводов.

Цеха группы «Е» и «Д» обеспечиваются оборотной водой от 46 насосной станции.

Цеха группы «И» водоснабжения № 47-47а насосами в количестве 7 – Д 5200/52/22 НДС производительностью 5300 м<sup>3</sup>/час.

Цеха группы «ИП» водоснабжения № 124-124а, 127-127а соответственно насосами в количестве 8 и 3 – Д 5200/54/24 НДС производительностью 5300 м<sup>3</sup>/час.

Завод № 2 и № 3 соединен общими сетями водоснабжения.

Цеха группы «БК» водоснабжения № 125-125а насосами в количестве 4 – Д 5200/54/24 НДС производительностью 5300 м<sup>3</sup>/час. Технологическая схема блока оборотного водоснабжения 46-46а состоит из насосной станции № 46 оборудованной 9 циркуляционными насосами марки Д 3200/52/22 НДС мощностью 3500 м<sup>3</sup>/час, 12 градирен типа СК-400, вентиляторами с нижним приводом. Электроснабжение от подстанции № 9.

Для подпитки оборотного водоснабжения имеются вводы от речного водозабора.

Вывод к 1 разделу.

В разделе основное внимание было уделено характеристике наружного противопожарного водоснабжения.

ООО «Тольяттикаучук» имеет:

- насосную станцию № 44 с 3-мя железобетонными резервуарами артезианской воды;
- насосную станцию № 46;
- насосную станцию № 47а;
- насосную станцию № 124;
- насосную станцию № 125;
- насосную станцию № 127;
- 294 исправных ПГ.

Водоснабжение на предприятии кольцевое.

Предприятие отвечает всем требованиям предъявляемым к первой категории надежности водоснабжения, не допускающей прекращения подачи воды.

## **2 Исследование и анализ причин неисправностей пожарных гидрантов и пожарных лафетных стволов**

Подача воды из гидранта – один из наиболее распространенных источников водоснабжения, используемых пожарными на местах возгораний [22]. Пожарные гидранты (ПГ) представляют собой специальные устройства, подключенные к системам водоснабжения, которые обеспечивают доступ к большому объему воды для тушения пожара. Они устанавливаются на улицах, внутри зданий, а также в промышленных комплексах и объектах критической инфраструктуры.

В соответствии с ГОСТ Р 53961-2010 подземные ПГ классифицируются по 2 основным группам:

- «в зависимости от высоты и проходного сечения по типоразмерам (высотой Н – от 500 до 3 500 мм, с шагом 250 мм; с внутренним диаметром корпуса (DN) – от 100 до 150)» [5];
- «в зависимости от конструктивных особенностей открытия (закрытия) гидранта (при вращении ключа колонки, после установки КП с помощью резьбового соединения на гидрант; с помощью специального ключа для открытия (закрытия) задвижки гидранта)» [5].

Условия эксплуатации пожарного гидранта играют важную роль в обеспечении его надежной работы. При правильном соблюдении этих условий можно увеличить срок службы гидранта и обеспечить его эффективное функционирование в случае возникновения пожара.

Правила содержания и эксплуатации ПГ:

- «обязательно требуется наличие техпаспорта и сертификата;
- использовать только для промывки сети, различных ремонтных манипуляций, технического обслуживания и целей пожаротушения;
- при открытии крышки используется специальный крюк;

- производить открытие или закрытие специальным ключом или при помощи пожарной колонки;
- производить отогрев безогневым способом;
- ход узлов подвижных частей должен быть плавный;
- при установке КП резьба стояка должна быть плотно зафиксирована и закрыта;
- нанести на неокрашенные и с открытой резьбой части пресс-солидол;
- запрещено ставить автомобили на люках;
- запрещено спускаться в шахты работникам ГПС;
- запрещено спускаться в шахты работникам ГПС не проверив отсутствие опасных газов» [8].

Также требования к ПГ представлены в статье Пэт Клайн «Есть ли у вас какие-либо рекомендации по тестированию/техническому обслуживанию пожарных гидрантов?» [23].

ПГ обслуживают водопроводные организации, ЖЭКи, управляющие компании. Контролем состояния занимаются государственные противопожарные службы.

Пункт 11.9 ГОСТа Р 53961-2010 требует проверять техническое состояние всех гидрантов два раза в год: весной и осенью [5]. При температуре не ниже минус 5 °С.

Согласно статье 55 Правил противопожарного режима «в период выполнения работ по техническому обслуживанию или ремонту, связанных с отключением систем противопожарной защиты или их элементов, руководитель организации принимает необходимые меры по защите объектов защиты и находящихся в них людей от пожара.

Не допускается выполнение работ по техническому обслуживанию или ремонту, связанных с отключением систем противопожарной защиты или их элементов, в период проведения мероприятий с массовым пребыванием людей» [13].

Согласно пункту 2.4.3 ГОСТа 12.4.009 «пожарные гидранты должны перед приемкой в эксплуатацию и не реже чем каждые 6 месяцев подвергаться техническому осмотру и проверяться на работоспособность посредством пуска воды с регистрацией результатов в журнале по форме 21 ГОСТ 2.601. При обслуживании пожарного оборудования водопроводных сетей должны соблюдаться требования ГОСТ 12.3.006» [2].

В статье Смита Э.Д., Гинзберга М.Д., Ван Бларикума В.Л., Хока В.Ф. «Демонстрация коррозионностойкой системы модернизации пожарных гидрантов» [24] представлены антикоррозийные мероприятия для поддержания исправного состояния ПГ.

Шриниваса Лингиредди, Линделл Э. Ормсби, Шри Камоджала, Эшли М. Холл в своей статье «Управление работой пожарных гидрантов для защиты инфраструктуры водоснабжения» [25] описали методы контроля за давлением в водопроводной сети, предупреждающее ее разрыв.

Пожарные лафетные стволы (ПЛС) предназначены для локального тушения пожаров, требуемых применения больших расходов воды и ее точечной подачи, а также подачи струй воздушно-механической пены низкой кратности. Они применяются для тушения: пожароопасных производственных объектов, природных объектов, городских многоэтажных зданий, резервуаров с различными горючими жидкостями, веществами и материалами.

В городах лафетные пожарные стволы используются для тушения пожаров на высоте, особенно при возникновении пожаров в многоэтажных зданиях.

На производственных объектах, таких как нефтеперерабатывающие заводы или химические предприятия, лафетные пожарные стволы применяются для борьбы с крупными пожарами.

Согласно пункту 8.9 ВУПП-88 «пожарные лафетные стволы устанавливаются:

- на наружных взрыво- и пожароопасных установках для защиты аппаратуры и оборудования, содержащих горючие газы, легковоспламеняющиеся и горючие жидкости;
- на сырьевых, товарных и промежуточных складах (парках) для защиты шаровых и горизонтальных (цилиндрических) резервуаров со сжиженными горючими газами, легковоспламеняющимися и горючими жидкостями;
- на железнодорожных сливноналивных эстакадах и речных причалах СУГ, ЛВЖ и ГЖ» [4].

В статье Будыкиной Т.А. анализируются проблемы, связанные с процессом тушения пожаров на объектах хранения топлива [21].

В соответствии с ГОСТ Р 51115-97 ПЛС классифицируются по 3 основным группам:

- в зависимости от типа транспортировки (переносные; возимые – монтируемые на прицепе; стационарные) [6];
- в зависимости от функциональных возможностей (универсальные (У) и роботизированные (Р)) [6];
- в зависимости от вида управления (ручного и дистанционного управления (Д)) [6].

Правила эксплуатации ПЛС:

- необходимо устанавливать на ровную поверхность;
- тщательно проверять резьбовые и шарнирные соединения;
- не менее 1 раза в год подвергать ЛС гидравлическому испытанию;
- соблюдать правила хранения устройства;
- после работы ствол должен быть промыт и высушен, резьбовые соединения покрыть смазкой, предохраняющей от коррозии;
- запрещается применение ствола у воздушных линий электропередач, расположенных в радиусе действия струи, возлечение поражения током;

- запрещается применять сплошную водяную струю для орошения людей, находящихся в зоне пожара в радиусе действия компактной части струи (50м от насадка), во избежание травмирования струей.

Теперь рассмотрим устройство ПГ и ПЛС.

Основные показатели и характеристики пожарного гидранта представлены в ГОСТе Р 53961 – 2010. Показатели назначения пожарных гидрантов должны иметь следующие значения, в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 – Показатели ПГ

Показатель	Значение
Рабочее давление $P_p$ , МПа ( $\text{кгс}\times\text{см}^2$ ), не более [5].	1 (10)
Высота гидранта $H$ , мм [5].	От 500 до 3500 включительно
Внутренний диаметр корпуса $DN$ [5].	100; 125; 150
Ход клапана, мм [5].	От 24 до 30 включительно
Люфт шпинделя в опоре по оси, мм, не более [5].	0,4
Число оборотов штанги (штока) до полного открытия гидранта [5].	От 12 до 15 включительно
Гидравлическое сопротивление в гидранте $S$ , $\text{с}^2\times\text{м}^{-5}$ , не более*, при $H=1000$ мм [5].	$1,3 \times 10^3$ ; $1,2 \times 10^3$ ; $1,1 \times 10^3$
Масса гидранта при $H=1000$ мм, кг, не более** [5].	85; 95; 105
* Изменение гидравлического сопротивления на каждые 250 мм высоты - не более $0,05 \times 10^3 \text{ с}^2\times\text{м}^{-5}$ [5].	
** Изменение массы на каждые 250 мм высоты - не более 10 кг [5].	

«Гидранты должны соответствовать следующим показателям надежности:

- полный срок службы – не менее 10 лет;
- срок сохраняемости – не менее 1 года;
- установленная безотказная наработка – не менее 200 циклов» [5].

Подземный ПГ состоит из шести основных частей: штанги, установочной головки и крышки, корпуса, клапанной коробки и клапана. Подземный ПГ представлен на рисунке 2.

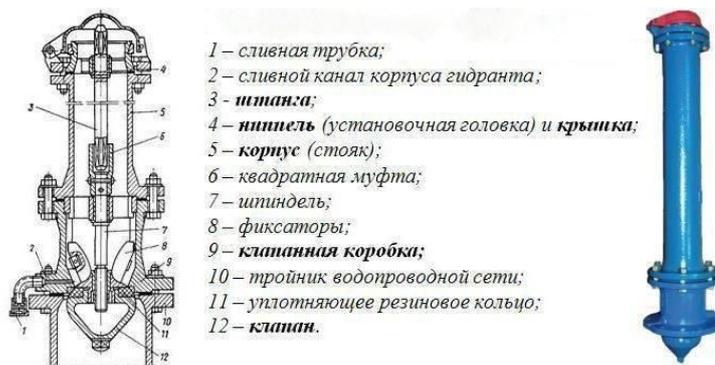


Рисунок 2 – Схема подземного ПГ

Далее исследуем основные характеристики ПЛС по ГОСТ Р 51115-97, которые представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные параметры ЛС

Наименование параметра	Нормативное значение для стволов с номинальным расходом			
	от 20 л/с (вкл.) до 40 л/с	от 40 л/с (вкл.) до 60 л/с	от 60 л/с (вкл.) до 100 л/с	от 100 л/с (вкл.)
Диапазон рабочих давлений, МПа [6].	0,4 - 1,0			
Расход воды, л/с, не менее [6].	20	40	60	100
Расход водного раствора пенообразователя, л/с, не менее [6].	20	30	50	70
Дальность струи (по крайним каплям), м, не менее:				
- водяной сплошной;	50	60	70	80
- пенной сплошной;	35	40	45	50
- пенной плоской (при закрытом положении дефлектора и угле факела струи не менее 30°);	30	35	40	45
- водяной распыленной (при угле факела 30°) [6].	30	35	40	45
Кратность пены, не менее [6].	5			
Диапазон изменения угла факела распыленной струи [6].	0° - 90°			
Перемещение ствола в горизонтальной плоскости, не менее [6].	±180°			
Перемещение ствола в вертикальной плоскости не менее: вверх/вниз [6].	75°/ 8°			

- «Стволы должны соответствовать следующим показателям надежности:
- гамма-процентный ( $\gamma$  - 90%) полный срок службы – не менее 10 лет;
  - гамма-процентный ( $\gamma$  - 90%) срок сохраняемости – не менее 1 года;
  - вероятность безотказной работы за цикл – не менее 0,993» [6].
- «Конструкция ствола должна обеспечивать:
- получение ровной, без явно обозначенных борозд, поверхности сплошной водяной струи (для стволов, формирующих только сплошную струю);
  - бесступенчатое изменение вида струи от сплошной до распыленной с равномерным распределением жидкости по контуру факела распыла, дискретное изменение расхода жидкости (для стволов универсального типа) при непрерывной подаче воды;
  - прочность и плотность (без пенного насадка) при гидравлическом давлении в 1,5 раза превышающем рабочее, герметичность соединений – при рабочем давлении; при этом не допускается появление следов влаги в виде капель на наружных поверхностях деталей и течь в местах соединений;
  - фиксацию положения ствола при заданном угле в вертикальной плоскости;
  - свободное (без заеданий) переключение режимов работы ствола, а также управление стволом;
  - герметичность перекрывающего (переключающего) устройства (при его наличии) при рабочем давлении в соответствии с ГОСТ 9544, класс 2;
  - возможность дистанционного управления механизмами поворота ствола в горизонтальной и вертикальной плоскостях от гидропривода (давление масла в гидросистеме 6-10 МПа) или электропривода (питание от бортовой сети автомобиля 12 или 24 В);

- дублирование ручным управлением дистанционного управления стволом (при его отключении);
- при переключении с ручного на дистанционное управление стволом исключение возможности ручного управления при работающем гидро- или электроприводе» [6].

Существует множество видов лафетных стволов, поэтому рассмотрим самый часто используемый при пожаре на ООО «Тольяттикаучук». На этом предприятии применяют ПЛС-П20. Он состоит из шести элементов: корпуса ствола (1), воздушно-пенного насадка (2), напорного патрубка (3), приемного корпуса (4), фиксирующего устройства (5) и рукоятки управления (6).

На рисунке 3 представлен общий вид ПЛС-П20.

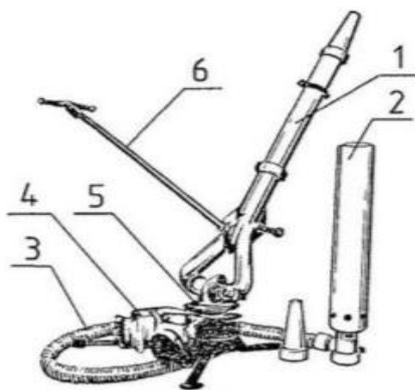


Рисунок 3 – Схема ПЛС-П20

«В конструкции приемного корпуса находится клапан на шарнирах, при помощи которого можно интегрировать и заменять линии рукавов к напорным модулям не прерывая функционирование самого ствола. Кроме того, внутри самого корпуса трубы агрегата имеется успокоитель с четырьмя лопастями. Чтобы в аппарат подавалась воздушно-механическая пена, из которой формируется напор водной струи, специальные насадки на самом корпусе меняют на устройства формирования пенного материала с низким показателем кратности» [7].

Определим основные неисправности пожарных гидрантов и пожарных лафетных стволов.

В первом разделе ВКР было определено, что на ООО «Тольяттикаучук» всего 297 пожарных гидрантов и по результатам весенней проверки были выделены следующие основные неисправности ПГ (таблица 3).

Таблица 3 – Основные причины неисправности ПГ

Место неисправности	Причины неисправности
Фланец	Не накручивается колонка
Стойак	Смещен стойак, отсутствует, занижен
Колодец	Отсутствует крышка, частично затоплен, забито дренажное отверстие, обвалены стенки колодца, нет подъезда
Магистраль	Отсутствует подача воды
Шток	Не достает шток
Штанга	Не проворачивается, прокручивается, штанга ПК не зацепляется со штангой ПГ, короткая, завышена
Отмостка	Высокая, разбита

Статистика наиболее частых причин неисправности ПГ по результатам проверки представлена на рисунке 4.

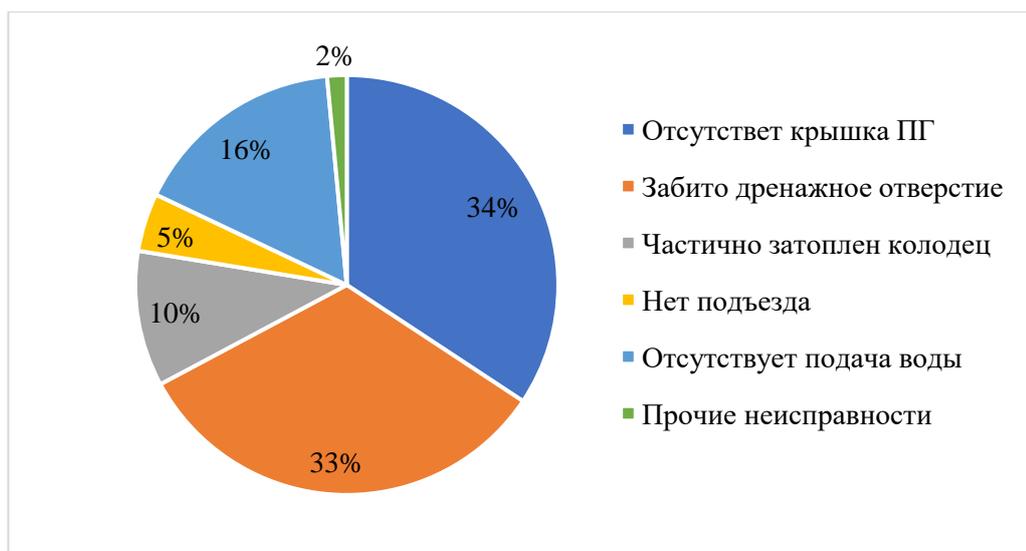


Рисунок 4 – Частота причин неисправности ПГ

По статистике неисправности ПГ видно, что чаще всего встречаются неисправности в виде отсутствия крышки ПГ или забитое дренажное отверстие. Проблема отсутствия крышки обусловлена неправильной эксплуатацией устройства. Дренажное отверстие ПГ забивается из-за загрязненной воды.

Рассмотрим причины неисправности лафетного ствола ПЛС-П20 (таблица 4).

Таблица 4 – Основные причины неисправности ПЛС-П20

Вид неисправности	Причина
Подача струи воды/пены и ее дальность снизилась	Засорение каналов ствола
Из закрытого ствола все равно течет вода	Износ уплотнительного резинового кольца запорного устройства
Из зазоров по торцам рукоятки ствола течет вода	Износ уплотнительных резиновых колец
Затруднено вращение рукоятки	Попадание грязи в зазор между рукояткой и корпусом ствола

Статистика наиболее частых причин неисправности ПЛС-П20 по результатам проверки представлена на рисунке 5.



Рисунок 5 – Частота причин неисправности ПЛС-П20

По диаграмме частоты неисправностей ПЛС-П20 видно, что самой распространенной является причина – снижение подачи струи и ее дальности. Она происходит из-за того, что в стволе накапливается такое количество посторонних частиц, поступающих в ЛС вместе с водой, из-за чего он забивается.

Вывод ко 2 разделу.

На основе проведенного анализа причин неисправности пожарных гидрантов и ПЛС-П20 было выявлено следующее:

а) у ПГ чаще всего встречались:

- 1) отсутствует крышка ПГ;
- 2) забито дренажное отверстие;
- 3) частично затоплен колодец;
- 4) нет подъезда;
- 5) отсутствует подача воды;
- 6) прочие неисправности;

б) у ПЛС-П20:

- 1) снижение подачи струи и дальности;
- 2) подтекание воды при закрытом устройстве;
- 3) протекание воды через зазоры рукоятки;
- 4) затруднительно вращение рукоятки.

### **3 Разработка комплекса организационно-технических мероприятий, направленных на минимизацию неисправностей пожарных гидрантов и пожарных лафетных стволов**

Для того чтобы предложить какие-либо организационно-технические мероприятия для минимизации неисправностей, обратимся к требованиям, устанавливаемыми ГОСТами для ПГ и ПЛС.

Начнем с ГОСТа Р 53961-2010, устанавливающего требования к ПГ.

«Требования к конструкции. Конструкция корпуса гидранта должна обеспечивать прочность при гидравлическом давлении, в 1,5 раза превышающем рабочее давление. При этом не допускаются признаки разрыва и видимые остаточные деформации.

Конструкция гидранта в сборе должна сохранять герметичность соединений и уплотнений при рабочем давлении. При этом не допускаются течи и каплеобразование жидкости через стенки корпусных деталей гидранта и задвижки, а также в местах неподвижных соединений и через уплотнение шпинделя. Конструкцией гидранта должно быть обеспечено его открытие и закрытие во всем рабочем диапазоне давления.

Гидрант должен быть оснащен устройством для слива оставшейся после работы воды. При этом количество оставшейся воды в гидранте после работы не должно превышать  $100 \text{ см}^3$ .

Клапан гидранта и его привод должны выдерживать осевую нагрузку не менее  $3 \times 10^4 \text{ Н}$  ( $3 \times 10^3 \text{ кгс}$ ).

Конструкция и крепление ниппеля гидранта должны исключать возможность проворачивания ниппеля при наворачивании КП по ГОСТ Р 53250. Наружная резьба ниппеля – специальная по приложению к ГОСТ Р 53250. Резьбовая часть ниппеля гидранта должна быть оборудована откидной крышкой. Конструкция крышки не должна препятствовать свободному наворачиванию КП.

Квадрат штанги для соединения гидранта с ключом КП (штока для открытия и закрытия задвижки гидранта специальным ключом) – 22 × 22 мм, размеры квадрата – с точностью по 12-му качеству ГОСТ 25347. Поверхность квадрата должна иметь твердость от 26 до 38 HRCэ» [5].

«Технология изготовления гидрантов одного типоразмера должна обеспечивать полную взаимозаменяемость его сборочных единиц и деталей.

На деталях гидрантов следы коррозии, забоины, вмятины, трещины и другие механические повреждения и дефекты не допускаются. Острые углы и кромки на деталях должны быть притуплены.

Крепление отдельных деталей, сборочных единиц должно исключать их самопроизвольное ослабление и отвинчивание при эксплуатации гидранта» [5].

«Требования безопасности к конструкции гидрантов – по ГОСТ 12.2.037.

К эксплуатации и обслуживанию гидрантов допускаются лица, изучившие устройство изделия и руководство по эксплуатации гидранта. Перед началом работы необходимо проверить плотность соединения резьбы ниппеля с КП. До начала ремонтно-профилактических работ водопроводная сеть должна быть перекрыта; вода из колодца – откачана» [5].

«Изготавливаемые предприятиями Российской Федерации гидранты должны пройти все стадии и этапы разработки, предусмотренные ГОСТ Р 15.201, и все виды испытаний, иметь полный комплект конструкторской документации на серийное производство, эксплуатационную документацию.

Для контроля качества и проверки соответствия гидрантов требованиям настоящего стандарта гидрант необходимо подвергать испытаниям, установленным ГОСТ 16504.

Приемо-сдаточным испытаниям подвергают каждый гидрант.

Гидранты, не выдержавшие приемо-сдаточных испытаний, возвращают для устранения причин возникновения дефектов, повторной проверки и последующего предъявления на испытания.

Наименование проверки (испытания):

- внешний осмотр;
- проверка на соответствие КД;
- проверка резьбы ниппеля;
- проверка рабочего давления;
- проверка прочности корпуса гидранта, герметичности соединений и уплотнений;
- проверка сливного устройства.

Принятыми считаются гидранты, которые выдержали испытания, укомплектованы и упакованы в соответствии с требованиями настоящего стандарта. Результаты приемо-сдаточных испытаний заносит в паспорт на гидрант и заверяет ОТК предприятия-изготовителя» [5].

«Все испытания проводят в нормальных климатических условиях (ГОСТ 15150). При проведении испытаний используют оборудование и средства контроля, обеспечивающие требуемую точность измерений, поверенные и аттестованные в установленном порядке.

Для измерения давления необходимо применять манометры класса точности не ниже 0,6. Манометры должны быть выбраны так, чтобы при испытаниях значения давления находились в средней трети шкалы, а максимально возможное давление не превышало предела измерений.

Непосредственно перед манометром (на соединительной линии между местом отбора давления и манометром) должен быть установлен трехходовой кран для проливки линии измерения давления.

Для снижения колебаний стрелки прибора перед ним должен быть установлен демпфер» [5].

«Потребители должны подробно изучить техническое описание и руководство по эксплуатации гидранта. Рабочее положение гидрантов – вертикальное.

Гидранты устанавливают в колодцах с помощью пожарной подставки по ГОСТ 5525 на промытых водопроводных сетях перед их гидравлическими

испытаниями. Установка и обслуживание гидрантов на водопроводной сети – в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.006, ГОСТ 12.4.009.

Размещение гидрантов в колодцах должно обеспечивать свободную установку крышки колодца и открытие крышки гидранта. Размещение гидрантов в колодцах должно обеспечивать полное наворачивание пожарной колонки, а также удобство проведения ремонтных работ. Открытие и закрытие гидранта проводят вручную с помощью ключа КП или специальным ключом.

Воду из гидрантов отбирают только на пожарные нужды, а также при проведении технического обслуживания.

Техническое состояние всех гидрантов проверяют два раза в год: весной и осенью.

Техническое обслуживание гидрантов. При техническом обслуживании гидрантов проверяют исправность люка и крышки водопроводного колодца, крышек и резьбы ниппеля, верхнего квадрата штанги и корпуса гидранта. Контролируют наличие воды в корпусе гидранта и в колодце. Проводят проверку герметичности клапана (задвижки), а также соединений и уплотнений при рабочем давлении. Проверяют работоспособность с установкой КП, а также легкость открытия и закрытия гидранта. Определяют расход воды в диапазоне давления от 0,4 до 0,6 МПа (от 4 до 6 кгс × см<sup>2</sup>)» [5].

Далее рассмотрим требования к ПЛС по ГОСТ Р 51115-97.

«Приемные патрубки переносных стволов должны быть оснащены обратными клапанами. Технология изготовления ствола одного типа должна обеспечивать полную взаимозаменяемость его сборочных единиц и деталей.

Литые детали стволов следует изготавливать из алюминиевых сплавов по ГОСТ 1583. Допускается применение других материалов с механическими и антикоррозионными свойствами, удовлетворяющими условиям эксплуатации, не ухудшающими качества и надежности стволов и отвечающими предъявляемым к ним требованиям. Предельные отклонения размеров отливок не должны превышать норм, предусмотренных для 7-го класса точности по ГОСТ 26645.

На поверхностях деталей не допускаются механические повреждения, трещины, посторонние включения и другие дефекты, снижающие прочность и герметичность или ухудшающие внешний вид, а также раковины, длина которых превышает 3 мм и глубина 25 % толщины стенки детали.

На проточных поверхностях выходных отверстий раковины не допускаются. Допускается заварка раковин в литых деталях, при этом места заварки должны быть зачищены вровень с основной поверхностью. Шероховатость внутренней поверхности выходного отверстия насадка должна быть не более 2,5 мкм по ГОСТ 2789. Затяжка и стопорение всех крепежных изделий должны исключать их самоотвинчивание при эксплуатации.

Вид и качество защитных металлических и лакокрасочных покрытий должны соответствовать требованиям ГОСТ 9.306, ГОСТ 9.032 и другим нормативным документам. Материалы деталей ствола должны обеспечивать его работоспособность при работе на воде и водных растворах пенообразователей. Лакокрасочные материалы и защитные покрытия должны быть устойчивы к моющим средствам и применяемым смазочным материалам.

Климатическое исполнение стволов (по ГОСТ 15150) должно соответствовать среде их применения.

Масса ствола не должна превышать значений, установленных изготовителем» [6].

«Детали, сборочные единицы и ствол в целом должны быть приняты службой технического контроля предприятия-изготовителя в соответствии с требованиями настоящего стандарта, чертежей, технологического процесса и карт контроля.

Для проверки соответствия изделия требованиям настоящего стандарта предприятие-изготовитель должно проводить приемо-сдаточные, периодические, типовые, испытания по подтверждению соответствия, а также испытания на надежность.

При приемо-сдаточных испытаниях каждый ствол проверяют на соответствие требованиям.

Периодические испытания стволов проводят с целью проверки соответствия их всем требованиям настоящего стандарта. Испытаниям подвергают стволы из числа изготовленных в контролируемом периоде, выдержавших приемо-сдаточные испытания. Преднамеренный отбор или дополнительная подготовка стволов, не предусмотренная технологией изготовления, не допускается.

Периодичность испытаний стволов одного типоразмера должна составлять:

- при годовом выпуске 1-10 штук – один в 3 года;
- при годовом выпуске 11-50 штук – один в 2 года;
- при годовом выпуске 51 и более штук – один в год.

При положительных результатах испытаний считается подтвержденным качество стволов, выпущенных за контрольный период, а также возможность их дальнейшего производства и приемки по той же документации до получения результатов очередных периодических испытаний.

При отрицательных результатах испытаний выпуск стволов должен быть приостановлен до выявления причин возникновения дефектов, их устранения и получения положительных результатов повторных испытаний» [6].

«Испытательное оборудование (стенды, устройства), используемое при проведении испытаний, должно быть метрологически аттестовано. При испытаниях допускается применять средства измерений, не оговоренные в настоящем стандарте, при условии обеспечения ими требуемой точности измерений. Испытания следует проводить при нормальных климатических условиях в диапазоне рабочих температур эксплуатации стволов и скорости ветра, не превышающей 3 м/с.

Для измерения давления перед стволом следует применять манометры класса точности не ниже 0,6. Манометры должны быть выбраны так, чтобы

при испытаниях значение давления находилось в средней трети шкалы, а максимально возможное давление не превышало предела измерений. Непосредственно перед манометром (на соединительной линии между местом отбора давления и манометром) должен быть установлен трехходовой кран для продувки линии измерения давления. Для снижения колебаний стрелки прибора перед ним должен быть установлен демпфер (пробка с отверстием малого диаметра)» [6].

Мероприятие по обеспечению пожарной безопасности разрабатывается на примере отделения Д-12-13, И-15, так как на этом ОПО используются в технологическом процессе ЛВЖ и СУГ, которые являются взрывопожароопасными и токсичными продуктами, необходимо обеспечить его исправными средствами пожаротушения, а следовательно обеспечить исправную работу ПГ и ПЛС.

По периметру данного отделения расположен кольцевой водопровод диаметром 200 мм. Он имеет производительность равную 110 л/с. В случае вероятно самого опасного пожара в этом отделении будут использоваться ПГ № 7, 8, 9, 38, 39, а также резервуар на 600 м<sup>3</sup> и около 4 ПЛС-П20.

Проведя во 2 разделе анализ основных причин неисправностей ПГ и ПЛС, а также в 3 разделе анализ общих технических требований, требований безопасности, правил приемки, методов испытаний, указаний по эксплуатации, предъявляемых к ним, была выявлена основная причина появления неисправностей – загрязненная вода и частично забитые водопроводные трубы.

Для решения этой проблемы необходимо предложить мероприятие по очистке водопроводных труб. Анализ современного рынка и компаний, специализирующихся на очистке водопроводных труб, помог найти такое решение – приобрести и использовать гидродинамическую передвижную машину для очистки труб PROteus F 190/50 (рисунок 6). С помощью этой машины можно будет провести очистку труб струей воды высокого давления.



Рисунок 6 – PROteus F 190/50

Основная характеристика гидродинамической машины:

- «серия: PROteus F;
- модель: 190/50;
- рабочее давление, бар.: 190;
- производительность, л./мин.: 50;
- диаметр промывки, мм.: до 600;
- модель насоса: Bertolini RBL 5019-P (18,5 кВт);
- модель двигателя: Lifan LF2V80F;
- тип двигателя: бензиновый;
- рама: цельнометаллическая мобильная рама на 4-х пневмоколёсах с барабаном для РВД до 100 метров;
- тип рамы: мобильная;
- защита насоса: регулировочный клапан by-pass, фильтр с промываемым картриджем;
- контроль давления: манометр;
- рукав высокого давления: 1SN-12, 60 м, BSP (ш) 1/2;
- форсунки: форсунка каналопромывочная «Тянущая» 1/2 (г) 6R, форсунка каналопромывочная «Пробивная» 1/2 (г) 6Rx1F;
- ДхШхВ: 1240x825x1350 мм;

– вес: 195000 г» [17].

Чтобы провести отчистку водопроводной трубы необходимо:

- перекрыть необходимый для отчистки участок трубопровода;
- разобрать ПГ без его демонтажа (снять крышку; открутить винты, крепящие ниппель; снять ниппель и верхнюю прокладку; извлечь из корпуса шпindel с опорой, штангу и клапан);
- просунуть в корпус ПГ рукав высокого давления с форсункой гидродинамической машины;
- завести мотор машины, подключенной к водосточнику;
- провести отчистку трубы;
- затем выполнить в обратном порядке действия по выключению машины и сборке конструктивных частей ПГ.

Вывод к 3 разделу.

Благодаря нормативному анализу требований устанавливаемых ГОСТами к ПГ и ПЛС, а также анализу современного рынка, было предложено использовать в качестве мероприятия по улучшению пожарной безопасности предприятия ООО «Тольяттикаучук» использование гидродинамической машины PROteus F 190/50, производством которой занимается отечественная компания ООО «РостГидроРесурс».

В данном разделе была представлена характеристика гидродинамической машины, а также порядок проведения отчистки труб при помощи разборки ПГ без демонтажа.

## 4 Охрана труда

Проведение оценки профессиональных рисков является одной из обязанностей работодателя. Ее можно проводить как самостоятельно, так и с привлечением специализированных организаций.

В соответствии с Приказом Минтруда России от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» составим реестр профессиональных рисков для следующих рабочих мест отделения Д – 12 – 13, И – 15, и проведём идентификацию опасностей, которые могут возникнуть при выполнении приёма, подготовки и отпуска углеводородного сырья, для слива и налива железнодорожных и автоцистерн углеводородными продуктами.

Приведенный реестр рисков представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Реестр профессиональных рисков

ID	Опасность	ID	Опасное событие
2	Неприменение СИЗ или применение поврежденных СИЗ, не сертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам СИЗ, СИЗ, не соответствующих выявленным опасностям, составу или уровню воздействия вредных факторов [14].	2.1	Травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных (травмирующих) факторов, от которых защищают СИЗ [14].
3	Скользкие, обледенелые, зажиренные, мокрые опорные поверхности [14].	3.1	Падение при спотыкании или поскальзывании, при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам [14].
	Перепад высот, отсутствие ограждения на высоте свыше 5 м [14].	3.2	Падение с высоты или из-за перепада высот на поверхности [14].
6	Обрушение наземных конструкций [14].	6.1	Травма в результате заваливания или раздавливания [14].
8	Подвижные части машин и механизмов [14].	8.1	Удары, порезы, проколы, уколы, затягивания, наматывания, абразивные воздействия подвижными частями оборудования [14].

Продолжение таблицы 7

ID	Опасность	ID	Опасное событие
9	Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны [14].	9.1	Отравление воздушными взвешьями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны [14].
10	Химические реакции веществ, приводящие к пожару и взрыву [14].	10.1	Травмы, ожоги вследствие пожара или взрыва [14].
13	Поверхности, имеющие высокую температуру (воздействие конвективной теплоты) [14].	13.9	Ожог кожных покровов работника вследствие контакта с поверхностью имеющую высокую температуру [14].
20	Повышенный уровень шума и другие неблагоприятные характеристики шума [14].	20.1	Снижение остроты слуха, тугоухость, глухота, повреждение мембранной перепонки уха, связанные с воздействием повышенного уровня шума и других неблагоприятных характеристик шума [14].
21	Воздействие общей вибрации (колебания всего тела, передающиеся с рабочего места) [14].	21.2	Воздействие общей вибрации на тело работника [14].
27	Электрический ток [14].	27.1	Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением [14].
		27.2	Отсутствие заземления или неисправность электрооборудования [14].

Для оценки риска необходимо рассчитать ее количественную оценку по следующей формуле:

$$R = A \cdot U, \quad (1)$$

где R – оценка риска;

A – коэффициент степени вероятности;

U – коэффициент тяжести последствий.

Из результатов проведенной идентификации на каждом рабочем месте, выявлении степени вероятности и тяжести последствий, а также расчета оценки риска по формуле (1) заполняется Анкета (таблица 8) в соответствии с Приказом Минтруда России от 28.12.2021 № 926 [15].

Таблица 8 – Анкета

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Механик цеха	2	2.1	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
	3	3.1	Возможно	3	Незначительная	2	6	Низкий
	6	6.1	Маловероятно	2	Значительная	3	6	Низкий
	8	8.1	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
	9	9.1	Вероятно	4	Крупная	4	16	Средний
	20	20.1	Вероятно	4	Крупная	4	16	Средний
	21	21.2	Вероятно	4	Крупная	4	16	Средний
	27	27.1	Возможно	3	Крупная	4	12	Средний
	27.2	Маловероятно	2	Крупная	4	8	Низкий	
Начальник смены	2	2.1	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
	3	3.1	Возможно	3	Незначительная	2	6	Низкий
	6	6.1	Маловероятно	2	Значительная	3	6	Низкий
	8	8.1	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
	9	9.1	Маловероятно	2	Крупная	4	8	Низкий
	10	10.1	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
	20	20.1	Возможно	3	Крупная	4	12	Средний
	21	21.2	Возможно	3	Крупная	4	12	Средний
	27	27.1	Возможно	3	Крупная	4	12	Средний
	27.2	Маловероятно	2	Крупная	4	8	Низкий	
Аппаратчик	2	2.1	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
	3	3.1	Возможно	3	Незначительная	2	6	Низкий
		3.2	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
	6	6.1	Маловероятно	2	Значительная	3	6	Низкий

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	8	8.1	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
	9	9.1	Вероятно	4	Крупная	4	16	Средний
	13	13.9	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
	20	20.1	Вероятно	4	Крупная	4	16	Средний
	21	21.2	Вероятно	4	Крупная	4	16	Средний
	27	27.1	Возможно	3	Крупная	4	12	Средний
		27.2	Маловероятно	2	Крупная	4	8	Низкий

Мероприятия по устранению высокого уровня профессионального риска на рабочем месте:

- «регулярная проверка СИЗ на состояние работоспособности и комплектности;
- выполнение инструкций по охране труда;
- соблюдение правил эксплуатации наземных конструкций;
- допуск к работе работника, прошедшего обучение и обладающего знаниями в объеме предусмотренным техническим описанием данного оборудования и общими правилами безопасности;
- снижение времени неблагоприятного воздействия факторов производственной среды и трудового процесса на работника;
- теплоизоляция горячих поверхностей» [14].

Вывод к 4 разделу.

Для рабочих мест отделения Д – 12 – 13, И – 15 был определен реестр профессиональных рисков, составлена анкета, в которой указаны степень вероятности, тяжесть последствий и количественная оценка риска, а также предложены мероприятия по устранению высокого уровня профессионального риска на рабочем месте.

На основе собранной информации были выявлены следующие основные опасности:

- подвижные части машин и механизмов;
- вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны;
- поверхности, имеющие высокую температуру;
- воздействие общей вибрации (колебания всего тела, передающиеся с рабочего места).

## 5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Отделение Д-12-13-И-15 товарно-сырьевого цеха предназначено для приема, хранения и отпуска потребителям углеводородного сырья, промежуточных и вспомогательных продуктов, а также для слива и налива железнодорожных цистерн (железнодорожных цистерн), танк-контейнеров и автоцистерн углеводородным сырьем, товарной продукцией и отходами производства.

Отделение Д-12 предназначено для приема, хранения, подготовки и подачи в технологические установки следующего углеводородного сырья и промежуточных продуктов: бутадиена, изопрена, хлористого этила, пропановой фракции (пропана), добавки высокооктановой (ДВМ), фракции бутилен-бутадиеновой (пиролизной), фракции бутадиен-бутиленовой, абсорбента, бутилен-изобутиленовой (БИФ) фракции, пропан-пропиленовой фракции ППФ (или газы углеводородные сжиженные марки ПБТ).

Налив ДВМ в автоцистерны производится автоматической станцией налива АСН-5М «Дельта». Налив хлористого этила в контейнеры производится измерительно-наливным комплексом (ИНК).

Отделение Д-13 предназначено для слива и налива ж/д цистерн углеводородными продуктами, а также для приема, хранения и подачи углеводородного сырья в технологические установки.

Для слива и налива ж/д цистерн (танк-контейнеров) в отделении Д-13 имеется сливо-наливная эстакада, оборудованная 23 сливо-наливными стояками для одновременного слива и налива 7 ж/д цистерн (танк-контейнеров) следующими углеводородными продуктами: альфаметилстирол, толуол нефтяной (толуол-сырец), ацетонитрил, бутадиен, изопрен, фракция пропановая (пропан), хлористый этил, абсорбент, ингибитор ИПОН, добавка высокооктановая (ДВМ), пропанпропиленовая фракция ППФ (или газы углеводородные сжиженные марки ПБТ).

Проведём оценку антропогенной нагрузки организации, технологического процесса на окружающую среду (таблица 9).

Таблица 9 – Антропогенная нагрузка на окружающую среду

Наименование объекта	Подразделение	Воздействие на атмосферный воздух	Воздействие на водные объекты	Отходы
ООО «Тольяттикаучук»	Товарно-сырьевой цех, отделение Д-12-13-И-15	Толуол	–	Отходы минеральных масел промышленных
		Метил-трет-бутиловый эфир	–	Отходы минеральных масел турбинных
		Изобутан	–	Отходы резиноасбестовых изделий незагрязненные
		Метанол	–	Ткань фильтровальная хлопчатобумажная, загрязненная минеральными веществами с преимущественным содержанием диоксида
		Ацетонитрил	–	Каски защитные пластмассовые, утратившие потребительские свойства
		Формальдегид	–	Отходы зачистки оборудования хранения сырья и промежуточных продуктов при производстве каучуков синтетических
Количество в год (тонн)		1,12	–	173,00

Определим, соответствуют ли технологии в ООО «Тольяттикаучук» наилучшим доступным. Результаты анализа технологии в товарно-сырьевом цехе, отделения Д-12-13-И-15 в таблице 10.

Таблица 10 – Сведения о применяемых на объекте технологиях

Структурное подразделение (площадка, цех или другое)		Наименование технологии	Соответствие наилучшей доступной технологии
Номер	Наименование		
1	Товарно-сырьевой цех отделение И-15	Прием, подготовка, хранение, отпуск, слив и налив углеводородного сырья, метанола, сжиженного этилена, аммиака, вспомогательной и готовой продукции	Не соответствует

Результаты производственного контроля в области охраны атмосферного воздуха представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень загрязняющих веществ, включенных в план-график контроля стационарных источников выбросов

Номер из плана графика	Наименование загрязняющего вещества
1	2
1	Сера диоксид
2	Изобутан
3	Бута-1,3-диен
4	Метанол
6	Углерод оксид
7	Азота диоксид

Продолжение таблицы 11

1	2
8	Метилбензол (Тоулол)
9	Углеводороды предельные C1 – C5 (алканы, исключая метан)
10	Углеводороды предельные C6 – C10 (алканы)
11	1-Метиэтелин (бензол)
12	2-Метилбута-1,3-диен
13	4-Метил-1,3-диоксан-4-этанол
14	Этенилбензол (Стирол)
15	Аммиак
16	2-Метокси-2-метоксипропан
17	4,4-Диметил-1,3-диоксан
18	Формальдегид
19	Взвешенные вещества
20	Азотная кислота (по молекуле HNO <sub>3</sub> )
21	Бутан-1-ол
22	Бензол
23	Циклогексанон
24	Пыль неорганическая > 70 % SiO <sub>2</sub>
25	Бут-1-ен
26	Сероводород (Дигидросульфид)
27	Пыль абразивная
28	Медь оксид (в пересчете на медь)
29	Марганец и его соединения (в пересчете на марганец (IV) оксид)
30	Диметоксиметан
31	Этилбензол

Результаты контроля стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух представлены в таблице 12.

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

Структурное подразделение (площадка, цех или другое)		Источник		Наименование загрязняющего вещества	Предельно допустимый выброс или временно согласованный выброс, г/с	Фактический выброс, г/с	Превышение предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса в раз (гр. 8 / гр. 7)	Дата отбора проб	Общее количество случаев превышения предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса	Примечание
Номер	Наименование	Номер	Наименование							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
14	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	256	Товарно-сырьевой цех. Отделение Д-13	1-(Метиэтелин) бензол	0,00104	0,00035	0,34	2023-02-15	–	–
14	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	256	Товарно-сырьевой цех. Отделение Д-13	Метилбензол (Тоулол)	0,000707	0,000205	0,29	2023-02-15	–	–
14	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	256	Товарно-сырьевой цех. Отделение Д-13	Ацетон (Пропан-2-он)	0,000416	0,000141	0,34	2023-02-15	–	–
14	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	256	Товарно-сырьевой цех. Отделение Д-13	Этенилбензол (Стирол)	0,00104	0,00070821529	0,68	2023-02-15	–	–
Итого	–	–	–	–	0,003203	0,00014041529	1,65	–	–	–
14	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	4	Товарно-сырьевой цех. Отделение Д-12	Бута-1,3-диен	0,19992	0,00212	0,01	2023-09-18	–	–

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
14	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	4	Товарно-сырьевой цех. Отделение Д-12	2-Метилбута-1,3-диен	0,013078	0,000423	0,03	2023-09-18	–	–
14	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	4	Товарно-сырьевой цех. Отделение Д-12	Метилбензол (Тоулол)	0,001666	0,000423	0,25	2023-09-18	–	–
14	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	4	Товарно-сырьевой цех. Отделение Д-12	2-Метокси-2-метоксипропан	0,013994	0,000212	0,02	2023-09-18	–	–
14	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	4	Товарно-сырьевой цех. Отделение Д-12	Пентилены (Амилены – смесь изомеров)	0,036819	0,000423	0,01	2023-09-18	–	–
14	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	4	Товарно-сырьевой цех. Отделение Д-12	Бут-1-ен	0,009163	0,000423	0,05	2023-09-18	–	–
14	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	4	Товарно-сырьевой цех. Отделение Д-12	Углеводороды предельные С6 – С10 (алканы)	0,467313	0,002115	0	2023-09-18	–	–
Итого	–	–	–	–	0,741953	0,006139	0,37	–	–	–
14	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	69	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	Бутан	0,008778	0,0001648	0,19	2023-02-04	–	–
14	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	69	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	Изобутан	0,000665	0,000165	0,25	2023-02-04	–	–

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
14	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	69	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	Углеводороды предельные C1 – C5 (алканы, исключая метан)	0,005586	0,001318	0,24	2023-02-04	–	–
14	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	69	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	Бута-1,3-диен	0,001463	0,000165	0,11	2023-02-04	–	–
14	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	69	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	2-Метилбута-1,3-диен	0,000665	0,000198	0,3	2023-02-04	–	–
14	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	69	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	Метилбензол (Тоулол)	0,000266	0,000165	0,62	2023-02-04	–	–
14	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	69	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	Метанол	0,000266	0,000165	0,62	2023-02-04	–	–
14	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	69	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	2-Метилпропан-2-ол	0,000665	0,000165	0,25	2023-02-04	–	–
14	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	69	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	4,4-Диметил-1,3-диоксан	0,000665	0,000165	0,25	2023-02-04	–	–

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
14	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	69	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	2-Метокси-2-метоксипропан	0,000798	0,000082	0,1	2023-02-04	–	–
14	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	69	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	1-(Метиэтелин) бензол	0,000665	0,000412	0,62	2023-02-04	–	–
14	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	69	Товарно-сырьевой цех. Отделение И-15	Углеводороды предельные С6 – С10 (алканы)	0,1189818	0,000824	0,01	2023-02-04	–	–
Итого	–	–	–	–	0,1315636	0,0039888	3,56	–	–	–

Предприятие ООО «Тольяттикаучук на отделении Д-12, Д-13, И-15 осуществляла свою работу без превышения допустимых выбросов в атмосферный воздух, что соответствует требованиям Федерального закона от 04.05.99 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» [12], А также Федерального закона от 24.06.1998 № 89-ФЗ (с изменениями на 05.07.2021) «Об отходах производства и потребления» [11].

Результаты производственного контроля в области обращения с отходами представлены в таблице 13.

Производственный контроль в области обращения с отходами, оформленный по приложению Приказа Росстата от 09.10.2020 № 627 «Об утверждении формы федерального статистического наблюдения с указаниями по ее заполнению для организации федеральной службой по надзору в сфере природопользования федерального статистического наблюдения за отходами производства и потребления» [16], представлен в таблице 14.

Таблица 13 – Результаты проведения проверок работы очистных сооружений, включая результаты технологического контроля эффективности работы очистных сооружений на всех этапах и стадиях очистки сточных вод и обработки осадков

Тип очистного сооружения	Год ввода в эксплуатацию	Сведения о стадиях очистки, с указанием сооружений очистки сточных вод, в том числе дренажных, вод, относящихся к каждой стадии	Объем сброса сточных, в том числе дренажных, вод, тыс. м <sup>3</sup> /сут.; тыс. м <sup>3</sup> /год			Наименование загрязняющего вещества или микроорганизма	Дата контроля (дата отбора проб)	Содержание загрязняющих веществ, мг/дм <sup>3</sup>			Эффективность очистки сточных вод, %	
			Проектный	Допустимый, в соответствии с разрешительным документом на право пользования водным объектом	Фактический			Проектное	Допустимое, в соответствии с разрешением на сброс веществ и микроорганизмов в водные объекты	Фактическое	Проектная	Фактическая
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
–	1967	Механическая очистка (механические грабли, полимерловушки, песколовки первичные, отстойники)	164,8; 60152	164,8; 60152	59,034; 21547,36 7	Взвешенные вещества	31.12.2023	20,3	20,3	10,6	89,1	92,12
–	1967	Биологическая очистка (аэротенки, вторичные отстойники)	164,8; 60152	164,8; 60152	59,034; 21547,36 7	Взвешенные вещества	31.12.2023	20,3	20,3	10,6	89,1	92,12
–	1967	Доочистка (барабанные сетки, песчаные фильтры)	164,8; 60152	164,8; 60152	59,034; 21547,36 7	Взвешенные вещества	31.12.2023	20,3	20,3	10,6	89,1	92,12

Таблица 14 – Сведения об образовании, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления за отчетный год 2023 г.

Наименование видов отходов	Код по федеральному классификационному каталогу отходов, далее - ФККО	Класс опасности отходов	Наличие отходов на начало года, тонн		Образовано отходов, тонн	Получено отходов от других индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, тонн	Утилизировано отходов, тонн	Обезврежено отходов, тонн
			Хранение	Накопление				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Отходы минеральных масел компрессорных	4 06 166 01 31 3	3	0	0,92	24,896	0	0	0
Передано отходов другим индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам, тонн								
Всего	для обработки	для утилизации	для обезвреживания	для хранения	для захоронения			
10	11	12	13	14	15			
25,596	0	0	25,596	0	0			
Размещено отходов на эксплуатируемых объектах, тонн							Наличие отходов на конец года, тонн	
Всего	Хранение на собственных объектах размещения отходов, далее - ОРО		Захоронение на собственных ОРО	Хранение на сторонних ОРО	Захоронение на сторонних ОРО	Хранение	Накопление	
16	17		18	19	20	21	22	
0	0		0	0	0	0	0,22	

Вывод к 5 разделу.

Согласно антропогенной нагрузке от товарно-сырьевого цеха, отделения Д-12-13-И-15 оказывается негативное воздействие на атмосферный воздух в количестве выбросов равных 1,12 тон в год, и на почву, в количестве отходов равных 173,00 тонн в год.

Предприятие ООО «Тольяттикаучук на отделении Д-12, Д-13, И-15 осуществляла свою работу за отчетный период без превышения допустимых выбросов в атмосферный воздух.

Благодаря сведениям об обращении отходов производства и потребления за отчетный год было установлено, что на конец года количество отходов минеральных масел компрессорных равное 0,22 тоннам не превышает допустимых значений.

Следовательно экологическая безопасность и охрана окружающей среды на ООО «Тольяттикаучук» ведется согласно нормативным требованиям и не превышает пределов негативного воздействия вредных веществ на атмосферный воздух, почву и водисточники, установленных санитарно-гигиеническими нормами.

## 6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

Для оценки эффективности мероприятия, представленного в таблице 15, необходимо провести расчеты экономической эффективности.

Таблица 15 – План мероприятий по обеспечению пожарной безопасности ООО «Тольяттикаучук» на 2024 год

Наименование структурного подразделения, рабочего места	Наименование мероприятия	Цель мероприятия	Срок выполнения	Источник финансирования мероприятия
Отделение Д-12-13, И-15	Отчистка водопроводных труб	Улучшение пожарной безопасности объекта	2024	Собственные средства ООО «Тольяттикаучук»

Далее нам необходимо составить смету затрат на финансирование предложенного мероприятия (таблица 16).

Таблица 16 – Смета затрат на финансирование мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

Наименование статьи затрат	Количество	Цена за единицу, руб.	Стоимость, руб.
Гидродинамическая машина PROteus F 190/50	1	330000	330000
Рукав высокого давления DN12-1SN	1	310	310
Бензин АИ-92	7	52	364
Масло моторное	1	500	500
Доставка	–	–	1500
		Итого	332674

Исходные данные для расчета экономической эффективности мероприятия представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Исходные данные

Наименование показателя	Единица измерения	Условное обозначение	Значение показателя	
			1 (до реализации мероприятий)	2 (после реализации мероприятия)
1	2	3	4	5
Норматив эффективности капитальных вложений	–	$E_n$	0,1	
Текущие издержки при производстве (использовании) мероприятий по обеспечению пожарной безопасности в году t	Руб.	$I_t$	897894	
Единовременные затраты при производстве (использовании) мероприятий в году t	Руб.	$K_t$	332674	
Экономические потери от одного пожара на охраняемом объекте соответственно до и после реализации мероприятий по обеспечению пожарной безопасности	Руб.	$\Pi_i$	8180000	1000000
Площадь разлива ЛВЖ	$m^2$	S	980	
Линейная скорость распространения пожара	м/мин	$v_{л}$	1,5	
Время свободного развития пожара	мин	$\tau_{св}$	14	
Вероятность возникновения пожара на объекте	Год <sup>-1</sup>	$Q_{п}$	0,045	
Удельная стоимость ремонтных работ	Руб.×м <sup>-2</sup>	$C_{уд}$	200000	150000
Удельные издержки при восстановительных работах	Руб.×м <sup>-2</sup>	$I_{уд}$	4000	3000
Удельные единовременные вложения в оборудование	Руб.×м <sup>-2</sup>	$K_{уд}$	3500	2800
Прибыль объекта	Руб./дни	$\Pi_{пр}$	17857	
Продолжительность простоя объекта	Дни	$T_{пр}$	28	14

Проведем экономическую оценку эффективности затрат на обеспечение пожарной безопасности.

«При проведении расчетов экономического эффекта разновременные затраты и результаты приводятся к единому моменту времени – расчетному году. В качестве расчетного года принимается год, предшествующий началу использования мероприятия по обеспечению пожарной безопасности. Приведение выполняется умножением значений затрат и результатов предотвращенных потерь соответствующего года на коэффициент дисконтирования ( $\alpha t$ ), вычисляемый по формуле:

$$\alpha t = (1 + E)^{t_p - t}, \quad (2)$$

где  $E$  – норматив приведения разновременных затрат и результатов, численно равный нормативу эффективности капитальных вложений ( $E = E_n = 0,1$ );

$t_p$  – расчетный год;

$t$  – год, затраты и результаты которого приводятся к расчетному году» [1].

$$\alpha t = (1 + 0,1)^{2024 - 2023} = 1,1.$$

«Экономический эффект за расчетный период независимо от направленности мероприятия по обеспечению пожарной безопасности ( $\mathcal{E}_T$ ) руб., рассчитывают по формуле:

$$\mathcal{E}_T = \Pi_{\text{пр.Т}} - \mathcal{Z}_T, \quad (3)$$

где  $\mathcal{E}_T$  – экономический эффект реализации мероприятия по обеспечению пожарной безопасности за расчетный период ( $T$ ), руб.;

$\Pi_{\text{пр.Т}}$  – стоимостная оценка предотвращенных потерь соответственно за расчетный период ( $T$ ), руб.;

$Z_T$  – стоимостная оценка затрат на реализацию мероприятия по обеспечению пожарной безопасности соответственно за расчетный период (T), руб.» [1].

$$Э_T = 7180000 - 1353723,8 = 5826276,2 \text{ руб.}$$

«Затраты на реализацию мероприятия по обеспечению пожарной безопасности за расчетный период ( $Z_T$ ), руб., рассчитывают по формуле:

$$Z_T = Z_{\text{ПТ}}, \quad (4)$$

где  $Z_{\text{ПТ}}$  – затраты при производстве мероприятий по обеспечению пожарной безопасности, руб.» [1].

$$Z_T = 1353723,8 \text{ руб.}$$

Затраты при производстве (использовании) мероприятий по обеспечению пожарной безопасности ( $Z_{\text{ПТ}}$ ), руб., рассчитывают по формуле [1]:

$$Z_{\text{ПТ}} = \sum_{t=t_n}^{t_k} Z_{\text{ПТ}} \cdot \alpha t = \sum_{t=t_n}^{t_k} (I_t + K_t) \cdot \alpha t, \quad (5)$$

где  $Z_{\text{ПТ}}$  – значение затрат всех ресурсов в году t [1];

$I_t$  – текущие издержки при производстве (использовании) мероприятий по обеспечению пожарной безопасности в году t [1];

$K_t$  – единовременные затраты при производстве (использовании) мероприятий в году t [1].

$$Z_{\text{ПТ}} = (897984 + 332674) \cdot 1,1 = 1353723,8 \text{ руб.}$$

Расчет экономических потерь от пожара [1].

«Значение предотвращенных потерь ( $\Pi_{\text{прТ}}$ ), руб., определяют по формуле:

$$\Pi_{\text{прТ}} = \Pi_1 - \Pi_2, \quad (6)$$

где  $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$  – экономические потери от одного пожара на охраняемом объекте соответственно до и после реализации мероприятий по обеспечению пожарной безопасности, руб.» [1].

$$\Pi_{\text{прТ}} = 8180000 - 1000000 = 7180000 \text{ руб.}$$

Общая (абсолютная) экономическая эффективность приведенных затрат:

$$\mathcal{E}_3 = \frac{\mathcal{E}_T}{\mathcal{Z}_T}, \quad (7)$$

где  $\mathcal{E}_3$  – абсолютная экономическая эффективность приведенных затрат.

$$\mathcal{E}_3 = \frac{5826276,2}{1353723,8} = 4,29.$$

Срок окупаемости затрат на проведение мероприятий по обеспечению пожарной безопасности:

$$T_{\text{ед}} = \frac{\mathcal{Z}_T}{\mathcal{E}_T}, \quad (8)$$

где  $T_{\text{ед}}$  – срок окупаемости приведенных затрат, год.

$$T_{\text{ед}} = \frac{135723,8}{582627,2} = 0,23 \text{ года.}$$

Расчет ожидаемых экономических потерь от возможного пожара [1].

«Математическое ожидание экономических потерь от пожара ( $M(\Pi)$ ) вычисляют по формуле:

$$M(\Pi) = M(\Pi_{o,p}) + M(\Pi_{п.о}), \quad (9)$$

где  $M(\Pi_{o,p})$  – математическое ожидание потерь в результате отвлечения ресурсов на компенсацию последствий пожара, руб/год;

$M(\Pi_{п.о})$  – математическое ожидание потерь от простоя объекта, обусловленного пожаром, руб/год» [1].

$$M(\Pi_1) = 489159,41 + 2249,98 = 491409,39 \text{ руб/год,}$$

$$M(\Pi_2) = 268128 + 1125 = 269253 \text{ руб/год.}$$

Математическое ожидание потерь в результате отвлечения ресурсов на компенсацию последствий пожара ( $M(\Pi_{o,p})$ ) вычисляют по формуле [1]:

$$M(\Pi_{o,p}) = F_{\Pi} \cdot [I_{уд} + E_n \cdot K_{уд}] \cdot Q_{\Pi}, \quad (10)$$

где  $I_{уд}$  – удельные издержки при восстановительных работах, руб $\times$ м<sup>-2</sup> [1];

$K_{уд}$  – удельные единовременные вложения в оборудование, руб $\times$ м<sup>-2</sup> [1];

$Q_{\Pi}$  – вероятность возникновения пожара на объекте, год<sup>-1</sup> [1].

$$M(\Pi_{o,p})_1 = 1384,74 \cdot [4000 + 1,1 \cdot 3500] \cdot 0,045 = 489159,41 \text{ руб/год,}$$

$$M(\Pi_{o,p})_2 = 980 \cdot [3000 + 1,1 \cdot 2800] \cdot 0,045 = 268128 \text{ руб/год.}$$

«Математическое ожидание потерь от обусловленного пожаром простоя объекта (недополученная прибыль) ( $M(\Pi_{п.о})$ ) вычисляют по формуле:

$$M(P_{п.о}) = P_{ПР} \cdot T_{ПР} \cdot Q_{П}, \quad (11)$$

где  $P_{ПР}$  – прибыль объекта, руб×дни<sup>-1</sup>;

$T_{ПР}$  – продолжительность простоя объекта, дни» [1].

$$M(P_{п.о})_1 = 17857 \cdot 28 \cdot 0,0045 = 2249,98 \text{ руб/год},$$

$$M(P_{п.о}) = 17857 \cdot 14 \cdot 0,0045 = 1125 \text{ руб/год}.$$

Расчет площади пожара проводят для горючих и легковоспламеняющихся жидкостей принимается равным площади ее размещения или площади аварийного разлива [1].

Рассчитаем площадь пожара в отделении Д-12-13-И-15 ООО «Тольяттикаучук» по формуле:

$$F_{П1} = \pi \cdot (v_{л} \cdot \tau_{св})^2, \quad (12)$$

где  $F_{П1}$  – площадь пожар до реализации мероприятия, м<sup>2</sup>;

$v_{л}$  – линейная скорость распространения пожара, м/мин;

$\tau_{св}$  – время свободного развития пожара, мин.

$$F_{П1} = 3,14 \cdot (1,5 \cdot 14)^2 = 1384,74 \text{ м}^2.$$

Площадь пожара после реализации мероприятия будет равна максимально наихудшему варианту развития пожара. Так в отделении Д-12-13 площадь пожара равна площади разлива ЛВЖ в обваловании емкости № 21, то есть:

$$F_{П2} = S = 980 \text{ м}^2.$$

Итого, разница ожидаемых экономических потерь от возможного пожара до реализации мероприятия и после составит:

$$M(P1) - M(P2) = 491409,39 - 269253 = 222156,39 \text{ руб/год.}$$

Эффективность мероприятий по обеспечению пожарной безопасности представлена в таблице 18.

Таблица 18 – Эффективность мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

Показатель эффективности	Единица измерения	Число
Экономический эффект реализации мероприятия по обеспечению пожарной безопасности за расчетный период (Т)	Руб.	5826276,2
Затраты на реализацию мероприятия по обеспечению пожарной безопасности за расчетный период	Руб.	1353723,8
Значение предотвращенных потерь	Руб.	7180000
Общая (абсолютная) экономическая эффективность приведенных затрат	–	4,29
Срок окупаемости затрат на проведение мероприятий по обеспечению пожарной безопасности	Год	0,23
Разница ожидаемых экономических потерь от возможного пожара до реализации мероприятия и после	Руб/год	222156,39

Вывод: предложенное мероприятие по обеспечению пожарной безопасности является эффективным.

## Заключение

В процессе исследования и анализа темы ВКР были выполнены все поставленные задачи.

В первом разделе был проведен анализ водоснабжения предприятия ООО «Тольяттикаучук», выявлено количество ПГ, резервуаров с запасами воды, насосных станций. Также было установлено, что предприятие ООО «Тольяттикаучук» отвечает всем требованиям предъявляемым к первой категории надежности водоснабжения, не допускающей прекращения подачи воды.

Во втором разделе были рассмотрены требования, устанавливаемые ГОСТами к ПГ и ПЛС, их строение, выявлена статистика и основные причины неисправности ПГ и ПЛС-П20. Анализ показал, что главной причиной возникновения неисправностей ПГ и ПЛС-П20 является загрязненная вода и частичная забитость трубопровода.

Для решения этой проблемы в третьем разделе было предложено профилактическое мероприятие по пожарной безопасности, которое включает в себя очистку водопроводных труб с помощью гидродинамической машины PROteus F 190/50 от компании ООО «РостГидроРесурс».

На примере отделения Д-12-13-И-15 в разделах 4 и 5 были составлены реестр профессиональных рисков и анкета значимости оценки рисков, а также проанализировано состояние экологической безопасности и ее соответствие нормативным требованиям.

В шестом разделе была посчитана эффективность предложенного мероприятия по улучшению пожарной безопасности на объекте, где разница ожидаемых экономических потерь от возможного пожара до реализации мероприятия и после составила 222156,39 рублей в год, а срок окупаемости затрат на проведение мероприятий по обеспечению пожарной безопасности равен 0,23 года.

## Список используемых источников

1. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования. [Электронный ресурс] : URL: <https://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения 04.03.2024)
2. ГОСТ 12.1.033-81 Пожарная безопасность. Термины и определения. [Электронный ресурс] : URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003841> (дата обращения 04.03.2024)
3. ГОСТ 12.2.047-86 Пожарная техника. Термины и определения. [Электронный ресурс] : URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200007105> (дата обращения 04.03.2024)
4. ВУПП-88 Ведомственные указания по противопожарному проектированию предприятий, зданий и сооружений нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. [Электронный ресурс] : Миннефтехимпром СССР. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200034005> (дата обращения: 04.03.2024)
5. ГОСТ Р 53961-2010 Техника пожарная. Гидранты пожарные подземные. Общие Технические требования. Методы испытаний. [Электронный ресурс] : URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200082711> (дата обращения: 09.02.2024)
6. ГОСТ Р 51115-97 Техника пожарная. Стволы пожарные лафетные. Общие технические требования. Методы испытаний. [Электронный ресурс] : URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200011368> (дата обращения: 09.02.2024)
7. Лафетные стволы переносные ПЛС-П20 [Электронный ресурс] : URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/lafetnyj-stvol-perenosnoj-pls-p20-akron-mercury-master-1000tm-ustrojstvo-princip-dejstviya-i-raboty-texnicheskie-karakteristiki-ttx/> (дата обращения: 09.02.2024)
8. Нормы и правила эксплуатации и обслуживания пожарных гидрантов // Пожарное водоснабжение. 2020. URL: <https://proffidom.ru/1096->

normy-i-pravila-ekspluatatsii-pozharnyh-gidrantov.html (дата обращения: 10.02.2024)

9. Организация ООО «Тольяттикаучук» [Электронный ресурс] : URL: <https://www.list-org.com/company/1709> (дата обращения: 08.02.2024)

10. Официальный сайт компании, главная страница ООО «Тольяттикаучук» [Электронный ресурс] : URL: <https://togliatti.tatneft.ru/> (дата обращения: 08.02.2024)

11. Об отходах производства и потребления [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ (с изменениями на 05.07.2021). URL: <https://docs.cntd.ru/document/901711591> (дата обращения: 14.03.2024)

12. Об охране атмосферного воздуха [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 04.05.99 № 96-ФЗ (ред. от 13.06.2023). URL: (дата обращения: 05.04.2024)

13. Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации [Электронный ресурс] : Постановление правительства РФ от 16.09.2020 г. № 1479. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_363263](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_363263) (дата обращения: 09.02.2024)

14. Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 776н. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_403335/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_403335/) (дата обращения: 14.03.2024)

15. Об утверждении рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 28.12.2021 № 926. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_406016/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_406016/) (дата обращения: 14.03.2024)

16. Об утверждении формы федерального статистического наблюдения с указаниями по ее заполнению для организации федеральной службой по надзору в сфере природопользования федерального

статистического наблюдения за отходами производства и потребления [Электронный ресурс] : Приказ Росстата от 09.10.2020 № 627. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_365045/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_365045/) (дата обращения: 14.03.2024)

17. Производство гидродинамического оборудования ООО «РостГидроРесурс» [Электронный ресурс] : URL: <https://gidromsh.ru/proteus-f/tproduct/729145733-932315335361-proteus-f-19050> (дата обращения: 10.03.2023)

18. Свод правил. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения [Электронный ресурс] : СП 31.13330.2021. URL: <https://docs.cntd.ru/document/728474306> (дата обращения: 14.03.2024)

19. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 8.13130.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565391175> (дата обращения: 14.03.2024)

20. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 25.12.2023). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_78699/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/) (дата обращения: 14.03.2024)

21. Budykina T.A., Budykina K.Yu. ADVANCED FIRE SUPPRESSION TECHNOLOGIES AT FUEL STORAGE FACILITIES // RUDN Journal of Ecology and Life Safety 25(1):132-144. 2017. URL: <https://www.researchgate.net/publ/316917656/> (date of application: 14.03.2024)

22. Chih-peng Wang, Ban-jwu Shih Research on the Integration of Fire Water Supply // Procedia Engineering 211. 2018. URL: <https://www.researchgate.net/publ/323002214/> (date of application: 14.03.2024)

23. Pat Kline Do You Have Any Fire Hydrant Testing/Maintenance Recommendations? // Opflow 33(6):6-7. 2007. URL: <https://www.researchgate.net/publication/325782276/> (date of application: 14.03.2024)

24. Smith E.D., Ginsberg M.D., Van Blaricum V.L., Hock V.F. Demonstration of corrosion-resistant retrofit system to upgrade fire hydrants // 50th Annual Conference of the Australasian Corrosion Association. 2010. URL: <https://www.researchgate.net/publication/281963135/> (date of application: 14.03.2024)

25. Srinivasa Lingireddy, Lindell E. Ormsbee, Sri Kamojjala, Ashley M. Hall How slow is slow? Managing fire hydrant operation for protecting water infrastructure // AWWA Water Science 4(3). 2022. URL: <https://www.researchgate.net/publication/361217056/> (date of application: 14.03.2024)