

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 Качественное обслуживание установок пожарной автоматики

Студент	<div>Д.С. Суворов</div> <div>(И.О. Фамилия)</div> <div></div> <div>(личная подпись)</div>
Руководитель	<div>к.т.н., И.И. Рашоян</div> <div>(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)</div>
Консультант	<div>к.э.н., доцент Т.Ю. Фрезе</div> <div>(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)</div>

Тольятти 2022

Аннотация

В настоящей ВКР на тему: «Качественное обслуживание установок пожарной автоматики» приведены теоретические данные о применении современных технических устройств пожарной автоматики. Кроме того, выбран объект для исследования рассматриваемой темы (цех БК-6 ООО «Тольяттикаучук»), обобщены сведения и данные в области ПБ. Далее описаны современные устройства пожарной автоматики. Далее приведены способы эвакуации при возникновении пожароопасной ситуации на объекте, сведения и данные о соблюдении правил техники безопасности и охраны труда [17]. И, наконец, определены общие сведения об охране окружающей среды и экономической эффективности внедрения АУПТ.

Цель настоящей ВКР: разработать мероприятия по обслуживанию устройств пожарной автоматики.

Задачи:

- выбор объекта – промышленного предприятия, обобщение собранных сведений непосредственно по специализации ПБ;
- разработка мер и методов в области устройств пожарной автоматики;
- обобщить меры и методы в области охраны труда и охраны окружающей среды;
- проведение расчетов по эффективности мер в области техносферной безопасности.

ВКР состоит из введения, 7 разделов, заключения, содержит 4 рисунка, 14 таблиц, список использованной литературы (29 источников). Основной текст работы изложен на 56 страницах.

Содержание

Введение.....	5
Термины и определения.....	7
Перечень сокращений и обозначений.....	8
1 Характеристика объекта исследования.....	9
1.1 Общие сведения об объекте.....	9
1.2 Сведения о противопожарной защите объекта.....	10
1.3 Сведения о противопожарной защите объекта.....	11
2 Анализ соответствия установок пожарной автоматики и их технического обслуживания требованиям пожарной безопасности	13
2.1 Требования, предъявляемые к технической эксплуатации средств пожарной автоматики.....	13
2.2 Анализ установок пожарной автоматики объекта.....	15
2.3 Анализ установок пожарной автоматики объекта.....	19
3 Разработка мероприятий по повышению эффективности технического обслуживания установок пожарной автоматики на объекте.....	22
3.1 Мероприятия по повышению эффективности технического обслуживания установок пожарной автоматики на объекте.....	22
3.2 Оптимизация технического обслуживания.....	23
4 Организация процесса процессам эвакуации на объекте.....	27
4.1 Количество и места расположения людей.....	27
4.2 Эвакуация и действия персонала при пожаре.....	27
5 Охрана труда.....	31
6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	34
6.1 Идентификация экологических аспектов организации. Выявление антропогенного воздействия на окружающую среду.....	34
6.2 Модернизация технологических процессов (безотходные, инновационные, основанные на экологически чистых материалах и источниках энергии)	36
7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	40
7.1 Мероприятия по обеспечению ПБ.....	40
7.2 Определение интегрального эффекта и математического ожидания.....	41
Заключение.....	49
Список используемых источников.....	51

Введение

Обеспечение пожарной безопасности на объектах производственной деятельности требует постоянного вмешательства со стороны руководителей объектов, должностных лиц организации, органов исполнительной власти, а также должностных лиц надзорных органов.

Естественно, что пожар лучше предотвратить (человеческие жертвы, материальный ущерб, ущерб окружающей среде), чем бороться с его последствиями. Таким образом, общее представление о пожарной безопасности следует разделить на профилактику пожаров и непосредственно борьбу с ними. Остановимся подробнее на профилактике пожаров на объектах производственного значения и проведении превентивных мероприятий, препятствующих процессу возникновения пожара [23].

Пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями [17].

«Системы пожарной безопасности должны характеризоваться уровнем обеспечения пожарной безопасности людей и материальных ценностей, а также экономическими критериями эффективности этих систем для материальных ценностей, с учетом всех стадий (научная разработка, проектирование, строительство, эксплуатация) жизненного цикла объектов и выполнять одну из следующих задач:

- исключать возникновение пожара;
- обеспечивать пожарную безопасность людей;
- обеспечивать пожарную безопасность материальных ценностей;
- обеспечивать пожарную безопасность людей и материальных ценностей одновременно» [1].

Основополагающую роль в профилактике пожаров занимают средства противопожарной защиты, средства противопожарной автоматики.

«Это технические средства пожарной и охранно-пожарной автоматики (пожарные извещатели, источники бесперебойного питания технических средств пожарной автоматики, пожарные оповещатели, приборы приемно-контрольные пожарные, приборы управления пожарные, изоляторы короткого замыкания, выносные устройства индикации, устройства контроля работоспособности шлейфов, системы передачи извещений о пожаре) и устанавливает общие технические требования и методы их испытаний» [2].

«Технические характеристики средств пожарной автоматики, разрабатываемые для объектов, защита которых регламентируется требованиями ведомственных или специальных нормативных документов, могут быть отличны от требований, а также условия применения таких средств, должны быть отражены в технической документации на технические средства конкретных типов. Требования к техническим средствам, специально разработанным и производимым для работы в составе систем пожарной автоматики, но не рассматриваемым настоящим стандартом, а также требования к техническим средствам, приспособленным для работы в составе данных систем, определяются технической документацией на изделие конкретного типа. Данные технические средства должны обеспечивать выполнение требований назначения в соответствии с направлением их применения, устойчивости к внешним воздействиям, электромагнитной совместимости и пожарной безопасности» [2].

Актуальность рассматриваемой цели настоящего исследования и ВКР подтверждается тем, что:

- качественное проведение профилактических мероприятий и создание эффективной системы обеспечения ПБ – залог успешного функционирования технологического процесса с наименьшими рисками в области возникновения пожароопасных ситуаций;
- необходимо постоянно совершенствовать систему обеспечения ПБ на объекте путем внедрения современных устройств пожарной автоматики вследствие появления новых технических решений.

Цель настоящей ВКР: разработать мероприятия по обслуживанию устройств пожарной автоматики.

Задачи:

- выбор объекта – промышленного предприятия, обобщение собранных сведений непосредственно по специализации ПБ;
- разработка мер и методов в области устройств пожарной автоматики;
- обобщить меры и методы в области охраны труда и охраны окружающей среды;
- проведение расчетов по эффективности мер в области техносферной безопасности.

Термины и определения

«Извещатель пожарный – техническое средство, предназначенное для обнаружения факторов пожара и/или формирования сигнала о пожаре» [2].

«Опасные факторы пожара – факторы пожара, воздействие которых может привести к травме, отравлению или гибели человека и (или) к материальному ущербу» [25].

«Пожарный оповещатель – техническое средство, предназначенное для оповещения людей о пожаре» [25].

«Пожарная сигнализация – совокупность технических средств, предназначенных для обнаружения пожара, обработки, передачи в заданном виде извещения о пожаре, специальной информации и (или) выдачи команд на включение автоматических установок пожаротушения и включение исполнительных установок систем противоподымной защиты, технологического и инженерного оборудования, а также других устройств противопожарной защиты» [24].

«Пожарно-техническая продукция – специальная техническая, научно-техническая и интеллектуальная продукция, предназначенная для обеспечения пожарной безопасности, в том числе пожарная техника и оборудование, пожарное снаряжение, огнетушащие и огнезащитные вещества, средства специальной связи и управления, программы для электронных вычислительных машин и базы данных, а также иные средства предупреждения и тушения пожаров» [11].

«Прибор управления пожарный – техническое средство, предназначенное для передачи сигналов управления автоматическим установкам пожаротушения, и (или) включения исполнительных установок систем противоподымной защиты, и (или) оповещения людей о пожаре, а также для передачи сигналов управления другим устройствам противопожарной защиты» [25].

«Требования пожарной безопасности – специальные условия социального и (или) технического характера, установленные в целях обеспечения пожарной безопасности федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, а также нормативными документами по пожарной безопасности» [11].

«Шлейф пожарной сигнализации; ШПС: Линия связи в системе пожарной сигнализации между прибором приемно-контрольным пожарным и извещателем» [2].

Перечень сокращений и обозначений

- АПС – автоматическая пожарная сигнализация
- АСР – аварийно-спасательные работы
- АУПТ – автоматическая установка пожаротушения
- АЭС – атомные электростанции
- БК – бутылкаучук
- ГДЗС – газодымозащитная служба
- ГПС – генератор пены средней кратности
- ГСМ – горюче-смазочный материал
- ИП – извещатель пожарный
- «ИПДА – извещатель пожарный (дымовой) аспирационный» [2]
- «ИПДА – извещатель пожарный дымовой оптико-электронный линейный» [2]
- «ИПТЛ – извещатель пожарный тепловой линейный» [2]
- ООО – общество с ограниченной ответственностью
- ОТ – охрана труда
- ОФПС – отряд федеральной противопожарной службы
- ПБ – пожарная безопасность
- ПВ – пожарный водоем
- ПГ – пожарный гидрант
- ПК – пожарный кран
- ППКП – прибор приемно-контрольный пожарный
- ПСЧ – пожарно-спасательная часть
- ПТП – план тушения пожара
- РВС – резервуар вертикальный стальной
- «РСЧС – единая государственная система предупреждения и ликвидации ЧС» [7].
- СОУЭ – системы оповещения и управления эвакуацией
- ТБ – техника безопасности
- ТЖ – техническая жидкость
- ТП – тушение пожаров
- ТЭЦ – Теплоэнерго централь
- ЦПУ – центральный пункт управления
- «ЧС – чрезвычайная ситуация» [10].

1 Характеристика объекта

1.1 Общие сведения об объекте

Объект исследования дипломного проектирования выбран цех БК-6 химического предприятия (потенциально-опасного объекта города) ООО «Тольяттикаучук». Адрес объекта – ул. Новозаводская, д. 8 Центрального района г. о. Тольятти. Площадь застройки ООО «Тольяттикаучук» – 240 Га. Направление деятельности предприятия – производство с последующей поставкой химической продукции из синтетического каучука различных марок.

Цех БК-6 состоит из производственного и административного здания. Производственный корпус площадью 4000 м², высотой 12 м, одноэтажный производственный корпус II степени огнестойкости, с элементами легко сбрасываемой кровли. Предназначен для выделения, производства, сушки и упаковки товарного каучука. Технологический процесс представляет собой узел приема товарного каучука, узел приема газов дистилляции, а также систему охлаждения воздуха и транспортирование товарного каучука.

Вспомогательный корпус представляет собой четырехэтажное здание, площадью 640 м², высотой 12 м – второй степени огнестойкости. Предназначен для размещения административно-бытовых помещений цехов БК-5, БК-6, БК-8.

Склад БК-6, представляющий собой одноэтажное здание II степени огнестойкости площадью 1800 м², высотой 7,2 м. Предназначен для хранения и отпуска товарного каучука. По пожарной опасности относится к категории «В».

Направление деятельности цеха БК-6 – это получение крошки каучука, выделение и дальнейшая сушка. Категория пожарной опасности – «В», класс пожароопасности – «П-2а».

«Цех БК-6 провел технические мероприятия по плану выхода из временного простоя. В результате введения в действие всех технологических узлов был успешно запущен процесс полимеризации. Он полностью стабилизирован и начат прием на склад и отгрузка готовой продукции, отвечающей всем требованиям качества. Восстановление производства бутилкаучука значимо не только для предприятия, но и для промышленности города и области, и представляет особую важность в период экономического кризиса. Производство бутилкаучука было приостановлено на длительный срок впервые за всю историю предприятия в октябре 2008 года в связи с падением спроса со стороны традиционных потребителей. К этому времени собственный склад производства БК был заполнен, и задействованы дополнительные

складские площади. В истекший период отгрузка бутылкачука потребителям продолжалась нерегулярными минимальными партиями. К настоящему времени спрос на БК-1675 стал повышаться. Проектная мощность производства бутылкачука составляет 35000 т/год. План выпуска бутылкачука на февраль текущего года составляет 1500 т, что почти в три раза меньше докризисного среднемесячного объема» [8].

1.2 Сведения о пожарной нагрузке

Вещества, обращающиеся в производстве цех БК-6:

- каучук марки СКИ-3;
- изопрен;
- изопентан;
- толуол;
- метанол.

В таблице 1 приведены сведения о веществах, обращающихся в производстве.

Таблица 1– Сведения о веществах, обращающихся в производстве

Вещества	Агрегатное состояние	Температура, С			Средства тушения
		вспышка	кипение	С	
Бутан	Газ	- 60	- 0.5	405	Инертные газы
Бутилен		- 80	- 6.3	384	
Изобутилен		-	- 11.0	460	
Ацетонитрил	Жидкое	60	82	452	Вода, порошок, песок
Пропан	Газ	-	- 42	466	Инертные газы
Изопрен	Жидкое	- 72	32.6	430	Пена
Стирол	Жидкое	31	145.5	490	Вода, пена
Альфаметилстирол	Жидкое	38	161	435	Пар, песок
Дивинил	Жидкое	- 40	- 4	430	Инертные газы
Меркаптан	Жидкое	96	225	191	Вода
Дифенил	Жидкое	112	254.9	566	Вода, пена
Диметил-диоксан	Жидкое	30	132	351	Инертные газы
Дифенилоксид	Жидкое	115	259	618	Пена
Канифоль	Твердое	-	55(плавк)	900	Вода, пена
Гипериз	Жидкое	98	116	235	Пена
ТИБА	Жидкое	-	- 4.3	- 40	СИ-2, песок
Толуол	Жидкое	4	110.8	536	Разбавляется водой
А-92	Жидкое	90	125	272	Порошок, песок
Порофор (ЧХЗ-57)	Твердое	50	60	-	Пена
Каучук	твердое	290	-	450	Вода

Основное производство цеха БК-6 – это получение крошки каучука, выделение и дальнейшая сушка. Категория пожарной опасности – «В», класс пожароопасности – «П-2а».

1.3 Сведения о противопожарной защите объекта

К автоматизированным средствам управления в том числе противопожарной защиты цеха БК-6 относятся:

- звуковая и световая сигнализация при изменении нормальных показателей давления (свыше 2 Па) аппаратов производства каучука;
- звуковая и световая сигнализация при изменении нормальных показателей давления (свыше 5 Па) аппаратов выделения каучука;
- звуковая и световая сигнализация при изменении уровня воды в емкости выделения каучука;
- электрическая задвижка двигателя насоса нагнетателя;
- аварийная система вентиляции при повышенной концентрации газовой смеси насосного отделения (находится рядом с установкой выделения каучука);
- автоматическая система пожаротушения (пенная);
- звуковая и световая сигнализация при изменении предельно-допустимых концентраций газовой смеси изопентана и бутилена, что означает частичную деформацию или разгерметизацию емкостей.

На рисунке 1 приведена схема расположения цеха БК-6.

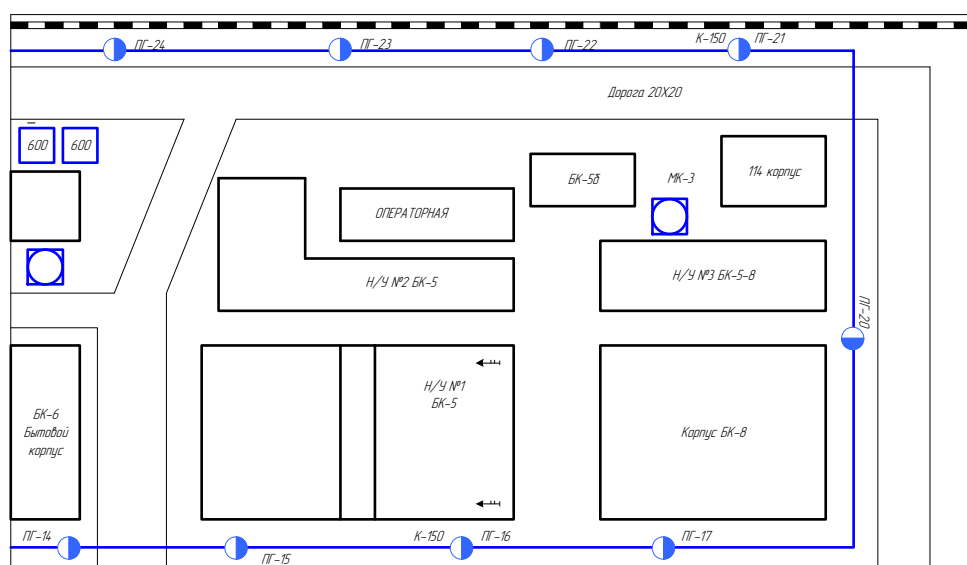


Рисунок 1 – Схема расположения цеха БК-6

В цехе БК-6 в качестве противопожарного водоснабжения предусмотрены 4 пожарных крана, система лафетных установок и насосы-повысители (4 штуки), обеспечивающие трехкратный запас воды на тушение наихудшего варианта пожара.

Системой автоматического контроля предусмотрено включение насосов-повысителей как ручным пуском, так и дистанционным.

Пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями. В цехе БК-6 имеется подача воды на нужды пожаротушения.

Выводы к разделу 1

Обеспечение пожарной безопасности на производственном объекте – процесс сложный, многозадачный, требующий постоянного вмешательства. Это обусловлено, прежде всего тем, что пожар лучше предотвратить (человеческие жертвы, материальный ущерб, ущерб окружающей среде), чем бороться с его последствиями. Пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями. Объектом ВКР выбран цех БК-6 ООО «Тольятти Каучук». Цех БК-6 состоит из производственного и административного здания. Производственный корпус площадью 4000 м², высотой 12 м, одноэтажный производственный корпус 2-й степени огнестойкости, с элементами легко-сбрасываемой кровли. Предназначен для выделения, сушки и упаковки товарного каучука. Вспомогательный корпус представляет собой четырехэтажное здание, площадью 640 м², высотой 12 м – второй степени огнестойкости. Предназначен для размещения административно-бытовых помещений цехов БК-5, БК-6, БК-8. Цех БК-6 В разделе описаны также имеющиеся системы противопожарной защиты здания.

2 Анализ соответствия установок пожарной автоматики и их технического обслуживания требованиям пожарной безопасности

2.1 Возможные сценарии развития пожара

Возможным сценарием развития пожара принято в работе пожар в отделении сушки товарного каучука. Конструкция сушилки представляет собой закрытую установку, где по вертикальному элеватору проходит каучук. Размеры отделения сушки – 6 м × 12 м × 7 м.

Согласно тактическому замыслу сценария пожар происходит в сушильных агрегатах, элеваторе и технологическом трубопроводе.

Время до сообщения о пожаре по условиям объекта до 10 мин, а боевого развертывания пожарных подразделений с установкой машин на ближайшие водоисточники – 6 мин.

Расчет времени свободного развития пожара:

$$T_{\text{св.р.}} = T_{\text{дс}} + T_{\text{сб}} + T_{\text{сл}} + T_{\text{БР}} \quad (1)$$

где $T_{\text{дс}}$ – время до сообщения о пожаре;

$T_{\text{сб}}$ – время сбора и выезда личного состава ПСЧ-75;

$T_{\text{сл}}$ – время следования пожарного подразделения ПСЧ-75;

$T_{\text{бр}}$ – время боевого развертывания.

$$T_{\text{св}} = 5 + 1 + 4 + 6 = 16 \text{ мин}$$

Время следования пожарного автомобиля ПСЧ-35 до территории с учетом покрытия дорог и допустимой скорости:

$$T_{\text{сл1}} = \frac{60 \times L}{V_{\text{сл}}} = \frac{5 \times 60}{45} = 6,7 \text{ мин} \quad (2)$$

где L - расстояние от ПСЧ-35 до цеха;

$V_{\text{сл}}$ - скорость ПА (45 км/ч, в условиях города принимается асфальтовое покрытие).

Путь, пройденный огнём на момент введения сил и средств ПСЧ-75:

$$L = 5 \times v_{\text{л}} \times v \times T, \quad (3)$$

где $v_{\text{л}}$ – линейная скорость распространения пожара.

$$L = 5 \times 2 + 2 \times 5 = 20 \text{ м.}$$

Площадь пожара (площадь круга), площадь тушения пожара:

$$S_{\text{п}} = a \times b, \quad (4)$$

где R – радиус круговой формы пожара.

$$S_{\text{п}} = 6 \times 12 = 72 \text{ м}^2$$

Принимается равными характеристиками площадь пожара и площадь его тушения, соответственно $S_{\text{п}}=S_{\text{т}}=72 \text{ м}^2$.

Необходимый (требуемый) расход воды на тушение условного пожара

$$Q_{\text{тр.туш.}} = S_{\text{т}} \times I, \quad (5)$$

$$Q_{\text{тр.туш.}} = 72 \times 0,2 = 14,4 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

Требуемое количество стволов на тушение пожара:

$$N_{\text{см.б}}^T = \frac{Q_T}{q_{\text{см.б}}} \quad (6)$$

где $Q_{\text{тр}}$ - требуемый расход огнетушащего вещества;

$q_{\text{см.б}}$ - производительность одного ствола РСК-50.

$$N_{\text{см.б}}^T = \frac{14,4}{7,4} = 2$$

При округлении в большую сторону, принимается 2 ствола РСК-70.

Требуемый расход огнетушащих средств на защиту

$$Q_{\text{тр.з.}} = 0,25 \times Q_{\text{тр.т}} \quad (7)$$

$$Q_{\text{тр.з.}} = 0,25 \times 14,4 = 3,6 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

Требуемое количество стволов на защиту:

$$N_{\text{ст.з.}} = \frac{Q_{\text{тр.з.}}}{Q_{\text{ств.}}}$$

$$N_{\text{ст.з.}} = \frac{3,6}{3,7} = 1$$

Для тушения пожара по рангу пожара №2 (автоматическая высылка на объект – производственное предприятие технологического процесса) и эвакуации персонала и личный состав ГДЗС пожарной охраны принимается:

- 1 звено ГДЗС на эвакуацию персонала цеха – 3 человека (расчет ООО «Тольяттикаучук»);
- 2 звена ГДЗС на тушение очага пожара стволами (личный состав ПСЧ-35) - 6 человек;
- 1 звено ГДЗС на тушение очага пожара со стволами «А» (личный состав ПСЧ-11) – 4 человека;
- 1 звено ГДЗС на защиту кровли (от ПНС-110) 3 человека;
- на постах безопасности – 4 человека;
- резерв звеньев ГДЗС – 9 человек (из числа личного состава, свободного от несения службы).

Всего: 31 человек, следовательно по вызову №2 (ранг пожара, показывающий его сложность и определяющий количество основных пожарных машин, необходимых для привлечения) обеспечивает необходимое количество газодымозащитников и пожарной техники (согласно правоустанавливающим документам, 7-11 АЦ).

2.2 Требования, предъявляемые к технической эксплуатации средств пожарной автоматики

В целях обеспечения безопасного пребывания людей (сотрудников администрации предприятия, работников производственных зданий – корпусов и цехов) на основании законодательства РФ на рассматриваемом предприятии организован контроль по системе ПБ. Определенные требования ПБ затрагивают и зону действия противопожарной автоматики [28].

Например, это касается, информирования о размещении устройств пожарной автоматики [28].

«В местах установки приемно-контрольных приборов пожарных должна размещаться информация с перечнем помещений, защищаемых установками

противопожарной защиты, с указанием линии связи пожарной сигнализации. Для безадресных систем пожарной сигнализации указывается группа контролируемых помещений» [20].

Кроме того, также необходимо отметить, что высшим звеном в системе обеспечения и контроля над средствами пожарной автоматики является руководитель предприятия [29].

«Руководитель организации обеспечивает категорирование по взрывопожарной и пожарной опасности, а также определение класса зоны помещений (пожарных отсеков) производственного и складского назначения и наружных установок с обозначением их категорий (за исключением помещений категории Д по взрывопожарной и пожарной опасности) и классов зон на входных дверях помещений с наружной стороны и на установках в зоне их обслуживания на видном месте [20]».

Относительно инженерных сетей и коммуникационных каналов, особенно в контексте рассматриваемой работы (производственного процесса с наличием химических веществ) особое внимание уделяется регламентному режиму работы огнезадерживающих средств и систем автоматического контроля аварийного режима [29].

«В соответствии с технической документацией изготовителя руководитель организации обеспечивает проверку огнезадерживающих устройств (заслонок, шиберов, клапанов и др.) в воздуховодах, устройств блокировки вентиляционных систем с автоматическими установками пожарной сигнализации или пожаротушения, автоматических устройств отключения общеобменной вентиляции и кондиционирования при пожаре с внесением информации в журнал эксплуатации систем противопожарной защиты [20]».

«Система противопожарной защиты в случае пожара должна обеспечивать автоматическую разблокировку и (или) открывание шлагбаумов, ворот, ограждений и иных технических средств, установленных на проездах и подъездах, а также нахождение их в открытом положении для обеспечения беспрепятственного проезда пожарной техники. Допускается ручное открывание при организации круглосуточного дежурства персонала непосредственно у места установки шлагбаума, ворот, ограждения и иных технических средств на проездах или дистанционно при устройстве видео- и аудиосвязи с местом их установки» [20].

«Автоматические системы и установки противопожарной защиты на период проведения мероприятий с применением специальных сценических эффектов, профессиональных пиротехнических изделий и огневых эффектов, а

также регламентных работ по монтажу (демонтажу) соответствующего оборудования и изделий могут быть переведены с автоматического пуска на ручной. При этом технический персонал приказом руководителя объекта переводится в усиленный режим работы. Кроме того, должен быть реализован комплекс дополнительных инженерно-технических и организационных мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей» [20].

ИП, взаимодействующие с ППКП, должны обеспечивать информационную и электрическую совместимость с ним [29].

«ИП должны быть восстанавливаемыми изделиями, обеспечивающими проверку на каждом образце всех нормируемых технических характеристик при периодических, приемосдаточных испытаниях и испытаниях других видов, а также проверку работоспособности в процессе эксплуатации. Электрические характеристики ИП в дежурном и тревожном режимах (напряжения, токи, эквивалентные сопротивления, наличие стабилизации напряжения или тока и минимально допустимое напряжение питания в режиме выдачи тревожного извещения), а также время восстановления дежурного режима после снятия напряжения питания, должны быть установлены в технической документации на ИП конкретных типов и должны соответствовать электрическим характеристикам шлейфа пожарной сигнализации ППКП, с которым предполагается использовать данные ИП» [2].

Автоматические ИП в зависимости от контролируемого ими фактора пожара должны обеспечивать выполнение требований по обнаружению тестовых очагов горения, указанных в приложении А.

«ИП должны сохранять работоспособность и характеристики назначения при изменении напряжения их питания в диапазоне, установленном в ТД на ИП конкретных типов, но не меньше диапазона от 0,75 до 1,15, где - номинальное значение напряжения питания ИП. При уменьшении напряжения встроенного источника питания автономного ИП до минимально допустимого значения, установленного в ТД на ИП конкретного типа, не реже одного раза в минуту должен формироваться звуковой сигнал, отличный от сигнала срабатывания» [2].

Автономный ИП при срабатывании должен выдавать звуковой сигнал. Уровень звукового давления сигнала, измеренный на расстоянии 1 м от ИП, должен быть не менее 85 дБ не менее 4 мин. Максимальный уровень звукового давления, измеренный на расстоянии 1 м от ИП, должен быть не более 120 дБ.

Автономный ИП должен обеспечивать приоритет формирования звукового сигнала о пожаре по отношению к другим звуковым сигналам, формируемым ИП.

«ИП, взаимодействующие с ППКП по радиоканальной линии связи, должны обеспечивать обнаружение внутренних неисправностей за время не более 100 с и передачу данной информации на ППКП. ИП, взаимодействующие с ППКП по радиоканальной линии связи должны иметь в своём составе основной и резервный автономные источники питания. ИП в дежурном режиме должны сохранять работоспособность от основного автономного источника питания не менее 36 мес, а от резервного автономного источника питания - не менее 2 мес. ИП должны обеспечивать автоматический контроль состояния, как основного, так и резервного источника питания, а также выдачу информации о неисправности по каждому автономному источнику питания на ППКП. Возврат автоматического ИП, взаимодействующего с ППКП, в дежурный режим после выдачи им тревожного извещения, должен осуществляться только после снятия питающего напряжения с автоматического ИП, либо по команде от ППКП. Отключение режима «Пожар» на блоках обработки ИПТЛ и ИПДА допускается осуществлять при помощи органов управления данных блоков» [2].

ИП должны сохранять работоспособность при и после воздействия на них повышенной температуры окружающей среды. Параметры воздействия определяют температурой и длительностью выдержки. Температура, при которой ИП должен сохранять работоспособность, должна быть не ниже 55°C.

«ИП должны сохранять работоспособность при и после воздействия на них пониженной температуры окружающей среды. Параметры воздействия определяют температурой и длительностью выдержки. Минимальная температура, при которой ИП должен сохранять работоспособность, должна быть не выше минус 10°C. ИП должны сохранять работоспособность при и после воздействия на них повышенной относительной влажности воздуха 93% при температуре 40°C. ИП (кроме ИПДЛ) должны быть устойчивы к воздействию на них синусоидальной вибрации с ускорением не менее 0,5g в диапазоне частот от 10 до 150 Гц. ИПДЛ должны быть прочными к воздействию на них синусоидальной вибрации с ускорением не менее 0,5g в диапазоне частот от 10 до 150 Гц» [2]. ИП (кроме ИПДЛ) должны быть устойчивы к воздействию прямого механического удара с энергией 1,9 Дж [21]. ИПДЛ должны быть прочными к воздействию прямого механического удара с энергией 1,9 Дж. Средняя наработка на отказ ИП должна быть не менее 60000 ч. ИП должны быть рассчитаны на круглосуточную непрерывную работу. Средний срок службы ИП должен быть не менее 10 лет.

2.3 Анализ установок пожарной автоматики объекта

Для устройства системы автоматической пожарной сигнализации применяются извещатели пожарные дымовые оптико-электронные, автоматического действия типа ИП-212-46 (установлены на потолке в количестве 282 штуки), реагирующие на появление дыма, а также ручные извещатели пожарные электроконтактные типа «ИПР-БГ» (ИОП502-7) (установлены у выходов из помещений на стене на высоте 1,5 м от пола в количестве 11 штук), которые объединены в шлейф пожарной сигнализации с выходом на прибор приемно-контрольный охранно-пожарный «Сигнал-20М».

Замечание: частое ложное срабатывание, обусловленное большим разбросом параметров их компьютерной программы для распознавания звуков.

В таблице 2 приведен анализ на соответствие систем пожарной автоматики нормативным требованиям

Таблица 2 – Анализ на соответствие систем пожарной автоматики нормативным требованиям

Контрольные вопросы, отражающие содержание обязательных требований	Реквизиты нормативных правовых актов	Соответствие требованиям
Соответствие автоматических установок пожаротушения и пожарной сигнализации проектной документации	ФЗ от 28.07.2008 № 123. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности; ГОСТ 12.1.004-2019. Пожарная безопасность. Общие требования; ГОСТ Р 53325-2012. Национальный стандарт РФ. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний. СП 484.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования» (утверждён приказом МЧС России от 31 июля 2020 г. №582). СП 485.1311500.2020. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические.	Соответствует частично Частое ложное срабатывание
Расчет количества огнетушащего вещества, достаточный для ликвидации пожара в защищаемом цехе	ГОСТ Р 53325-2012. Национальный стандарт РФ. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний; СП 485.1311500.2020. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические.	Соответствует
Соответствие устройства для контроля работоспособности установки нормативным требованиям	ГОСТ 12.1.004-2019. Пожарная безопасность. РД 009-01-96 Установки пожарной автоматики. Правила технического содержания СП 484.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования» (утверждён приказом МЧС России от 31 июля 2020 г. №582).	Соответствует частично, необходима замена технических средств

Продолжение таблицы 2

Контрольные вопросы, отражающие содержание обязательных требований	Реквизиты нормативных правовых актов	Соответствие требованиям
Соответствие устройства для оповещения людей о пожаре нормативным требованиям	ФЗ от 28.07.2008 № 123. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности; ГОСТ 12.1.004-2019. Пожарная безопасность. Общие требования; РД 009-01-96 Установки пожарной автоматики. Правила технического содержания	Соответствует
Соответствие устройства для задержки подачи газовых и порошковых огнетушащих веществ нормативным требованиям	ФЗ от 28.07.2008 № 123. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности; ГОСТ 12.1.004-2019. Пожарная безопасность. Общие требования; РД 009-01-96 Установки пожарной автоматики. Правила технического содержания СП 485.1311500.2020. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические.	Соответствует
Соответствие устройства для ручного пуска установки пожаротушения нормативным требованиям	ФЗ от 28.07.2008 № 123. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности; ГОСТ 12.1.004-2019. Пожарная безопасность. Общие требования. СП 485.1311500.2020. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические.	Соответствует

Основные замечания по анализу установок

Оборудование, предназначенное для использования пожароопасных и пожаровзрывоопасных веществ и материалов соответствует частично (частое ложное срабатывание) технической документации изготовителя.

При работе с пожароопасными и пожаровзрывоопасными веществами и материалами требования маркировки и предупредительных надписей, указанных на упаковках или в сопроводительных документах соответствует частично, требуется обновление.

Работы по очистке вытяжных устройств (шкафов, окрасочных, сушильных камер и др.), аппаратов и трубопроводов от пожароопасных отложений в соответствии с технологическим регламентом с внесением информации в «электронный журнал» выполняются частично, в конструкции технологического трубопровода пылевые отложения.

Трудности с техническим обслуживанием могут возникнуть при эксплуатации светового оповещения, и трансляция речевых сообщений в системах пожарной сигнализации на объекте предусмотрен прибор управления («РОКОТ-3» – 10 штук). Замечание: необходима замена технических средств

вследствие системных ошибок приемно-контрольного прибора и нарушения шлейфов.

Также для указания путей эвакуации людей при возникновении опасности, а также в качестве информационного табло установлено световое табло «Сфера Х-12» (12В) с надписью «Выход» - 13 штук, а также установлен оповещатель охранно-пожарный комбинированный Маяк-12-К (количество 2 штуки). Замечания: тип исполнения кабельной продукции не соответствует области применения [21].

Для устройства системы автоматической пожарной сигнализации применяются извещатели пожарные дымовые оптико-электронные, автоматического действия типа ИП-212-46 (установлены на потолке в количестве 282 штуки), реагирующие на появление дыма. Замечание: автономный ИП при срабатывании должен выдавать звуковой сигнал.

Ручные извещатели пожарные электроконтактные типа «ИПР-БГ» (ИОП502-7) установлены у выходов из помещений на стене на высоте 1,5 м от пола в количестве 11 штук, которые объединены в шлейф пожарной сигнализации с выходом на прибор приемно-контрольный охранно-пожарный «Сигнал-20М». Замечание: требуется замена шлейфов сигнализации, поскольку наблюдается частое срабатывание.

Выводы к разделу 2

Для светового оповещения и трансляции речевых сообщений в системах пожарной сигнализации на объекте предусмотрен прибор управления («РОКОТ-3» – 10 штук), совмещенный с акустической системой и светоуказателем. Наличие систем автоматического пожаротушения: Водяная ($K_{ап} = 0,9$). Время нахождения людей в здании: 12 ч ($P_{пр} = 0,5$). Технические средства и используемые материалы систем безопасности соответствуют установленным требованиям безопасности персонала объекта, требованиям по электро- и пожарной безопасности. Выявлено основное технологическое оборудование производственного объекта, определены пожароопасных характеристики цеха. Анализ установок пожарной автоматики объекта показал частичное соответствие техническим требованиям и параметрам. Инженеры ПБ, закреплённые за корпусом БК-6 ежемесячно предоставляют план работы инспекторских проверок в органы государственного пожарного надзора.

3 Разработка мероприятий по повышению эффективности технического обслуживания установок пожарной автоматики на объекте

3.1 Мероприятия по повышению эффективности технического обслуживания установок пожарной автоматики на объекте

Мероприятия по оптимизации технического обслуживания противопожарной автоматики:

- прежде всего, предлагается замена существующего оборудования устройств пожарной автоматики на 30% от общего количества, поскольку современные установки позволят снизить затраты на ТО, повысить уровень надежности технологического оборудования (приведено в таблице 3);
- кроме того, предлагается также дополнить существующие установки пожарной автоматики до оптимального уровня для химического предприятия 40-45% (процент оборудования системами АУПТ и АУПС составляет 30 % на данный момент);
- выбор средств противопожарной автоматики согласно нормам и требованиям ПБ, а также проведенным расчетам;
- соблюдение проектных решений и технических условий, если проводится ремонт, монтаж или эксплуатация;
- нанесение соответствующей маркировки, отсутствие различных окрашивающих элементов на приборах;
- отсутствие деформации на выносных элементах;
- необходимость наличия индикации на технических устройствах;
- своевременная замена и списание устройств, срок службы которых прошел или которые пришли в негодность по каким-либо причинам;
- наличие и своевременное заполнение журнал эксплуатации систем автоматики;
- наличие и хранение паспортов завода-изготовителя или технических удостоверений;
- испытание технических средств, составление актов испытаний;
- проведение внешнего осмотра, проверки работоспособности и профилактических работ средств противопожарной автоматики с целью поддержания их работоспособного состояния для дальнейшей эксплуатации;

- регламентированное техническое обслуживание автоматической пожарной сигнализации;
- регулярный контроль системы оповещения и управления эвакуацией, ее внедрение;
- монтаж щитов управления и средств автоматизации автоматизированной системы противопожарной защиты;
- замена всей кабельной проводниковой продукции, светильников здания, электроустановочного оборудования, групповых и распределительных щитов в отделениях, входящих в объем проектирования, в соответствии с результатами обследования и в связи с изменением планировочных и технологических решений;
- электроснабжение всех новых инженерных систем и технологического оборудования.

3.2 Оптимизация технического обслуживания

При исчезновении электрического напряжения на электрооборудовании необходимо принять оперативные меры для возобновления подачи электроэнергии, далее включить аварийное освещение и определить запас оставшейся вместимости в емкости, доложить диспетчеру предприятия.

В таблице 3 приведено предлагаемое технологическое оборудование для реализации мероприятий по повышению эффективности технического обслуживания установок пожарной автоматики объекта.

Таблица 3 – Технологическое оборудование для реализации мероприятий по повышению эффективности обслуживания установок пожарной автоматики

Наименование производственного участка	Перечень средств автоматики
Узел приема товарного каучука	Светозвуковая сигнализация на ЦПУ Дистанционное управление Электрозадвижка ЕНС-0121
Узел приема газов дистилляции	Светозвуковая сигнализация на ЦПУ Дистанционное управление Электрозадвижки ЕНС-2501, ЕНС-2011, ЕНС-2051
Система охлаждения воздуха	Система блокировок и сигнализации Газоанализаторы Светозвуковая сигнализация на ЦПУ
Транспортирование, упаковка и хранение товарного каучука	Светозвуковая сигнализация на ЦПУ Дистанционное управление

При образовании загазованности в цеху, необходимо проконтролировать автоматическое срабатывание светозвуковой сигнализации от газоанализатора

QIRSA 103 и обеспечить остановку вентилятора. Включить в работу дистанционно вытяжную вентиляцию и открыть распашные ворота, обеспечив естественную вентиляцию помещения. Обслуживающий персонал должен применить средства индивидуальной защиты, вывести людей из зоны загазованности, и доложить начальнику смены.

Обоснование внедрения новой установки:

- в узле приема товарного каучука предусматривается дистанционное управление по системе противопожарной защиты, а также электрозадвижка ЕНС-0121 как гарантия быстрого и безопасного срабатывания при аварийном режиме;
- ведение контроля за исправным состоянием электрозадвижек ЕНС-2501, ЕНС-2011, ЕНС-2051, а также предохранительных клапанов на аппаратах и трубопроводах, где возможно увеличение давления выше допустимого;
- подвод воздуха и газовой смеси к технологическим трубопроводам производить с помощью съемных участков трубопроводов или гибких шлангов с установкой запорной арматуры с обеих сторон съемного участка;
- по окончании продувки участки трубопроводов или шланги должны быть сняты, а на запорной арматуре установлены заглушки;
- контроль энергетической устойчивости технологических систем цеха с учетом категорий взрывоопасности входящих в него блоков с поддержанием в работоспособном состоянии основных и резервных источников электропитания и обеспечением их надежности работы;
- отсутствие подтягивания фланцевых соединений на аппаратах и трубопроводах, находящихся под давлением или заполненных продуктом;
- отсутствие подтягивания сальников, производство смазки на работающем оборудовании.
- обеспечение работоспособного состояния систем автоматического управления процессом, регистрации и автоматической защиты оборудования при аварийных отклонениях параметров, аварийную сигнализацию отклонения параметров процесса и состояния оборудования.
- аварийная остановка производства производится в случаях, когда все принятые меры со стороны обслуживающего персонала не обеспечивают дальнейшей нормальной работы производства;
- контроль автоматического срабатывания светозвуковой сигнализации от газоанализатора.

В таблице 4 приведены сведения о предлагаемой защите технологического процесса.

Таблица 4 – Предлагаемое технологическое оборудование и защита оборудования, стадии технологического процесса

Наименование оборудования технологического процесса	Контролируемый параметр защищаемого участка (места) оборудования	Допустимый предел параметра	Предлагаемое технологическое оборудование стадии технологического процесса
Узел приема товарного каучука	Давление в трубопроводе	Не более 0,3 МПа (3 кгс/см ²)	Светозвуковая сигнализация на ЦПУ Предохранительные клапана Дистанционное управление Электроздвижка ЕНС-0121
Узел приема газов дистилляции	Давление в трубопроводе	Не более 0,1 МПа (1,0 кгс/см ²)	Светозвуковая сигнализация на ЦПУ Дистанционное управление Электроздвижки ЕНС-2501, ЕНС-2011 ЕНС-2051
Система охлаждения воздуха	Давление в трубопроводе	Не более 0,73 МПа (0,73 кгс/см ²)	Система блокировок и сигнализации Запорная арматура Газоанализаторы Светозвуковая сигнализация на ЦПУ
Транспортирование, упаковка и хранение товарного каучука	1. Соблюдение правил хранения продукта. 2. Соблюдение чистоты готового продукта	Нарушение правил и чистоты готового продукта	Дренчерная система склада, сухотруб Sinorix H ₂ O Gas Контроль качества готового продукта

Предлагается в цехе транспортирования, упаковка и хранение товарного каучука дренчерная система Sinorix H₂ O Gas.

Достоинства применения и целесообразность выбора:

- применимо для складов, производственных цехов химического предприятия (азот, вода), каким и является выбранный цех БК-6 ООО «Тольяттикаучук»;
- точный расчет смеси воды и тумана для ликвидации имеющегося загорания;
- гарантия быстрого и безопасного тушения;
- обеспечение защиты людей и экологии от вторичных опасных факторов пожара и последующего тушения;
- водяной компонент в составе смеси тушения обеспечивает предотвращение последующего загорания;
- безвредно даже для электрооборудования, поскольку выпуск воды минимален и испаряется.

В таблице 5 приведены технические характеристики Sinorix H₂ O Gas.

Таблица 5 – Технические характеристики Sinorix H₂ O Gas

Категория	Характеристики
Огнетушащие вещества	Азот (N ₂) и вода (H ₂ O)
Давление на насадке	10-60 бар
Скорость капельки	50 – 150 м/с
Размер капельки	10 – 50 мкм
Площадь покрытия для насадки	30 м ²
Сеть труб	Трубы из оцинкованной стали
Количество воды	0,3 – 0,8 кг/м ³ (в зависимости от класса пожара)
Время тушения	60...120 секунд
Сертификация	в соответствии с VdS (S307002)

Выводы к разделу 3

Предложены мероприятия по оптимизации технического обслуживания противопожарной автоматики. Предлагается замена существующего оборудования устройств пожарной автоматики на 30% от общего количества, поскольку современные установки позволят снизить затраты на ТО, повысить уровень надежности технологического оборудования (приведено в таблице 2). Кроме того, предлагается также дополнить существующие установки пожарной автоматики до оптимального уровня для химического предприятия 40-45% (процент оборудования системами АУПТ и АУПС составляет 30 % на данный момент).

4 Организация процесса эвакуации на объекте

4.1 Количество и места расположения людей

Эвакуация как процесс вынужденного выхода людей из здания – самое безотлагательное действие при пожаре.

Число работающих в цехе БК-6 в дневное время составляет 25 человек, а в ночное время 10 человек. Местом вероятного размещения людей цеха БК-6 могут быть отделение выделения, отделение растворов и насосное отделение корпуса №1, операторная и наружная установка корпуса №2.

С первого по третий этажи здания эвакуация будет производиться, пока есть возможность, путем самостоятельного выхода по маршевым лестницам, через эвакуационный выход. Со второго этажа эвакуация возможна в оконные проемы по выдвижным АЛ и КП из 86 ПСЧ, с третьего этажа – выход на кровлю и спуск по стационарной пожарной лестнице.

4.2 Эвакуация и действия персонала при пожаре

Эвакуация людей на рассматриваемом объекте осуществляется следующими последовательными действиями:

- тщательная проверка всех помещений с учетом списков работников предприятия и наличие постов у входа в задымленную среду;
- разведка помещений дополнительными и резервными звеньями ГДЗС прибывающих пожарных подразделений (свыше 7-11 звеньев ГДЗС, учитывая сложную специфику объекта) [14];
- выполнение основной боевой задачи, исходя из выбранного решающего направления, то есть с учетом первоочередного спасения людей и ликвидации очага пожара [18];
- взаимодействием работников предприятия, администрации объекта со службами жизнеобеспечения поскольку, например дополнительные звенья ГДЗС могут быть выделены от аварийно-спасательных формирований, помимо профессиональных подразделений пожарной охраны.

Мероприятия по спасению людей в зоне ЧС проводятся с соблюдением правил охраны труда в соответствии с технологиями проведения работ применительно к конкретному виду ЧС [9].

«Спасение людей проводится с использованием способов и технических средств, обеспечивающих наибольшую безопасность людей, и включает в себя следующие мероприятия:

- поиск пострадавших;
- извлечение пострадавших (деблокирование); оказание первой помощи пострадавшим;
- транспортировка и передача пострадавших медицинским работникам;
- эвакуация населения из зоны ЧС» [14].

Спасение имущества в зоне ЧС осуществляется по указанию РЛЧС в порядке важности и неотложности выполнения основной боевой задачи [16].

«Спасение людей организуется в первоочередном порядке и проводится, если:

- людям угрожают опасные проявления ЧС;
- имеется угроза взрыва и обрушения конструкций;
- люди не могут самостоятельно покинуть места возможного воздействия на них опасных проявлений ЧС;
- имеется угроза распространения опасных проявлений ЧС по путям эвакуации» [14].

Пути и способы спасения людей определяются РЛЧС в зависимости от обстановки в зоне ЧС и состояния людей.

«Основными способами спасения людей являются:

- спасение в сопровождении участников ликвидации ЧС в случае, если состояние и возраст спасаемых вызывают сомнение в возможности их самостоятельного выхода из зоны ЧС (дети, больные, престарелые) [12];
- вынос людей, не имеющих возможности самостоятельно передвигаться;
- спуск спасаемых по стационарным и ручным пожарным лестницам, автолестницам и автоподъемникам, при помощи технических спасательных устройств (индивидуальных спасательных устройств, спасательных рукавов), когда пути спасения отрезаны опасными проявлениями ЧС и другие способы спасения невозможны [26];
- спасение из зоны ЧС различными видами транспортных средств» [14].

«При проведении спасательных работ:

- принимаются меры по предотвращению паники;

- привлекаются администрация и обслуживающий персонал организаций, нештатные и штатные аварийно-спасательные формирования;
- осуществляется вызов скорой медицинской помощи, до ее прибытия первая помощь пострадавшим оказывается силами личного состава подразделений пожарной охраны;
- предусматриваются места для размещения спасаемых» [14].

Если, по имеющимся сведениям, о местах нахождения людей спасаемые не обнаружены, необходимо тщательно осмотреть и проверить все подвергшиеся опасным проявлениям ЧС места, в которых могут оказаться люди [6].

«При спасении людей с верхних этажей зданий (сооружений) с разрушенными, поврежденными, задымленными лестничными клетками применяются следующие основные средства:

- автолестницы, автоподъемники и другие приспособленные для этих целей автомобили;
- стационарные и ручные пожарные лестницы;
- спасательные устройства (спасательные рукава, веревки, трапы, индивидуальные спасательные устройства и иные средства спасения);
- СИЗОД;
- аварийно-спасательное оборудование и устройства;
- вертолеты» [14].

Спасение людей и имущества в зоне ЧС при достаточном количестве сил и средств подразделений проводится одновременно с проведением АСР и других неотложных работ [7]. Если сил и средств подразделений недостаточно, то они используются в первую очередь для спасения людей, при этом АСР и другие неотложные работы на других участках не проводятся или приостанавливаются [5].

«При спасении людей допускаются все способы проведения АСР и других неотложных работ, в том числе с риском для жизни и здоровья личного состава пожарной охраны и спасаемых. Проведение спасательных работ в зоне ЧС прекращается после осмотра всех мест возможного нахождения людей при отсутствии, нуждающихся в спасении» [14].

Точных математических расчетов и стандартных шаблонов для возникновения пожара на том или ином объекте нет, и вряд ли можно разработать, поэтому организация системы обеспечения пожарной безопасности – первый принцип стратегического направления и функционального значения объекта. Необходимо создать все условия для трудящихся в рамках безопасного проведения технологического процесса [27]. Здесь вся ответственность лежит на

руководителе объекта. Создание профилактических и превентивных мероприятий должно осуществляться на деле, по факту и совпадать в результаты документальных данных. Как показывает, опыт произошедших пожаров, пожары ежегодно уносят сотни человеческих жизней, огромный ущерб окружающей среде и значительные материальные потери. Все это носит характер невосполнимости. Освещаемые резонансные пожары в СМИ надолго задерживаются в памяти, даже если происходят в других городах и отдаленных территориях России и за рубежом.

Выводы к разделу 4

Действия для проведения своевременной эвакуации:

- содержание путей эвакуации и эвакуационных выходов в исправном состоянии (отсутствие нагромождения, отсутствие скользкого покрытия, неплотного прикрытия пола ковровыми дорожками и прочими вариантами декора и отделки);
- проведение тактических учений и тренировок для отработки практических навыков действий в условиях экстремальной ситуации как для работников объекта, так и для сотрудников пожарной охраны;
- своевременное обнаружение факторов пожара – дыма, концентраций токсичных продуктов горения при использовании средств АПС, АУПТ [28];
- немедленное сообщение в пожарную охрану о возникновении задымления, горения, пожара или аварийной ситуации (пожар легче предотвратить или ликвидировать на ранних его стадиях [4]);
- определение безопасных путей выхода из здания работников объекта по кратчайшему расстоянию и распределенно, используя все эвакуационные выходы [29];
- исключение факторов, способствующих горения (ограничение доступа кислорода в очаг пожара, но не в задымленную среду), здесь очевидно действовать только из соображений пожарной тактики так или иначе.

5 Охрана труда

Нанесение на производственное оборудование, органы управления и контроля, элементы конструкций, коммуникаций и на другие объекты сигнальных цветов и знаков безопасности

Сигнальные цвета – это обеспечение безопасности во время трудового процесса. Их наносят на конструкции производственного оборудования, пожарной стационарной или переносной пожарной техники или ограждающие элементы здания.

В таблице 6 приведены данные о знаках безопасности.

Таблица 6 – Схема применения знаков безопасности

Группа	Форма	Сигнальный цвет	Смысловое значение	Оборудование
Запрещающие	Круг 	Красный	Запрещение опасного действия	Электроустановки цеха, экструзионная сушилка
Предупреждающие	Треугольник 	Желтый	Предупреждение об опасности	Концентратор крошки каучука, вибросушилка, подъемник, установка дегазации
Предписывающие	Круг 	Синий	Предписание обязательных действий.	Сушильные агрегаты для каучука, технологическое оборудование
Знаки ПБ	Прямоугольник или квадрат 	Красный	Обозначение и указание мест нахождения средств защиты.	Электроустановки цеха, средства пожарной автоматики, первичного пожаротушения
Эвакуационные	Прямоугольник или квадрат 	Зеленый	Обозначение направления движения при эвакуации.	Стены и перегородки цеха, производственных помещений
Указательные	Прямоугольник или квадрат 	Синий	Разрешение. Указание. Надпись.	Стены и перегородки цеха, производственных помещений

«Красный сигнальный цвет (запрещение, непосредственная опасность, средство пожаротушения) применяется для запрещающих знаков; надписей и символов на знаках пожарной безопасности; обозначения отключающих устройств механизмов и машин, в том числе аварийных; внутренних поверхностей открывающихся кожухов, ограждающих движущиеся элементы

механизмов и машин, и их крышек; рукояток кранов аварийного сброса давления; корпусов масляных выключателей, находящихся в рабочем состоянии под напряжением; обозначения пожарной техники и инвентаря; сигнальных ламп, извещающих о нарушении условий безопасности; окантовки щитов для крепления пожарного инструмента и огнетушителей» [22].

Желтый цвет применяется

Желтый сигнальный цвет применяется для предупреждающих знаков и элементов строительных конструкций, которые могут явиться причиной получения травм работающими.

«Зеленый сигнальный цвет применяется для предписывающих знаков; дверей и световых табло эвакуационных или запасных выходов; сигнальных ламп. Синий сигнальный цвет применяется для указательных знаков. Знаки безопасности в соответствии с ГОСТ 12.4-026 подразделяются на четыре группы: запрещающие, предупреждающие, предписывающие, указательные» [22].

Запрещающие знаки обозначают запрет на различные действия.

Выводы к разделу 5

Перечень мероприятий по охране труда на предприятии:

- обеспечение выполнения специальной оценки условий труда с последующим выявлением опасностей и разработкой мер по их предотвращению;
- применение систем противопожарной автоматики с дистанционным управлением (АПС, АУПТ, СОУЭ) с целью выявления и раннего обнаружения повышенных концентраций опасных и токсичных веществ;
- своевременное проведение регламентных ТО, ремонтов и проверки устанавливаемого оборудования по противопожарной защите производственного объекта – цеха БК-6;
- внедрение средств противопожарной защиты по функциональному назначению аварийной остановки технологического процесса и контроля по безопасной работе электроустановок;
- устройство оградительных решеток и барьеров для технологического оборудования для предотвращения попадания каких-либо предметов в движущие элементы или части оборудования;
- «устройство ограждений элементов производственного оборудования, защищающих от воздействия движущихся частей, а также разлетающихся предметов, включая наличие фиксаторов, блокировок, герметизирующих и других элементов;

- устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов;
- нанесение на производственное оборудование, органы управления и контроля, элементы конструкций, коммуникаций и на другие объекты сигнальных цветов и разметки, знаков безопасности;
- внедрение систем автоматического контроля уровней опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах;
- внедрение и (или) модернизация технических устройств и приспособлений, обеспечивающих защиту работников от поражения электрическим током;
- установка предохранительных, защитных и сигнализирующих устройств (приспособлений) в целях обеспечения безопасной эксплуатации и аварийной защиты паровых, водяных, газовых, кислотных, щелочных, расплавных и других производственных коммуникаций, оборудования и сооружений» [22].

Создание и применение предохранительных, защитных и сигнализирующих устройств означает переход от низкоэффективного метода реагирования на многочисленные случаи производственного травматизма и профессиональных заболеваний к методу современного устранения их причин – нейтрализации и предотвращению профессиональных рисков.

6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

6.1 Идентификация экологических аспектов организации. Выявление антропогенного воздействия на окружающую среду

Рассматривается объект по хранению и отпуску товарного каучука, по пожарной опасности производство относится к категории «В».

«Загрязняющие вещества, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды, определяются:

- с учетом уровня токсичности, канцерогенных и (или) мутагенных свойств химических и иных веществ, в том числе имеющих тенденцию к накоплению в окружающей среде, а также их способности к преобразованию в окружающей среде в соединения, обладающие большей токсичностью;
- с учетом данных государственного экологического мониторинга и социально-гигиенического мониторинга;
- при наличии методик (методов) измерения загрязняющих веществ» [13].

Идентификация опасных факторов связана, прежде всего, с текущей деятельностью предприятия, а также с выпускаемой продукцией. Необходимо рассмотреть параметры нормируемого технологического процесса, а также аномальные условия работы и аварийные ситуации на объекте.

Аварийно-химические опасные вещества, обращающие в производстве:

- бутан,
- бутилен,
- изобутилен,
- ацетонитрил,
- пропан,
- изопрен,
- стирол,
- альфаметилстирол,
- дивинил,
- меркаптан,
- дифенил,
- синтетический каучук.

В таблице 7 приведены экологические аспекты рассматриваемого объекта БК-6 (производство 1 класса опасности).

Таблица 7 – Экологические аспекты рассматриваемого объекта БК-6

Наименование экологического аспекта	Общие характеристики загрязнения	Причины
Выбросы в атмосферу		
Оксид углерода и азота	Парниковый эффект	Неполная дегазация латекса Неполная дегазация крошки каучука Отсутствие очистительных элементов Недостаточность герметизации Недостатки общеобменной вентиляции Плохое проведение ремонтных и регламентных работ на средствах вентиляции Неполная очистка агрегатов и установок технологического оборудования
Диоксид серы	Эрозия почвы через дожди	
Стирол	Распад в почве и воде	
Толуол	Без очистки сбрасываются в атмосферу	
Ацетон	После очистки сбрасываются в атмосферу	
Неорганическая пыль	После очистки сбрасываются в атмосферу	
Сбросы загрязняющих веществ		
Взвешенные вещества	Негативное влияние на почвенные микроорганизмы	Отсутствие хромоалюминиевых катализаторов Отсутствие отходящих газов скрубберами-нейтрализаторами
Фенолы	Опасность санитарии водных акваторий, угнетение растительного покрова	Неполное устройство каталитической газоочистка, абсорбционной, адсорбционной, селективной газоочистка и термической обработки.
ПАВ	Поглощение тепловой радиации	Неполное устройство каталитической газоочистка, абсорбционной, адсорбционной, селективной газоочистка и термической обработки.

Выхлопные газы со скрубберной установки выходят через отделение нейтрализации. Высота выброса – 70 м. Диаметр выхлопной трубы – 0,5 м. Номер источника по материальному балансу - 17,18.

Персонал, обслуживающий узел конденсации под руководством начальника смены, несет ответственность:

- за нарушение норм технологического режима и правил безопасной эксплуатации обслуживаемого оборудования, коммуникаций и арматуры;
- за все случаи аварии и брака в работе, происшедшие по его вине;
- за неправильную подготовку оборудования к сдаче в ремонт и включение его в работу;
- за чистоту на рабочем месте и на закрепленной территории.

6.2 Модернизация технологических процессов (безотходные, инновационные, основанные на экологически чистых материалах и источниках энергии)

Мероприятия по модернизации:

- обеспечение контроля содержания вредных химических и взрывоопасных веществ в воздухе рабочей зоны производства каучука;
- предложение по внедрению осевых вентиляторов в отделение выпарки без очистки для сбрасывания в атмосферу;
- предложение по внедрению промывателей из отделения товарного каучука, после очистки сбрасывать атмосферу;
- выхлопные газы из отделения узлов товарного каучука после очистки сбрасывать в атмосферу;
- обеспечение контроля параметров физических производственных факторов рабочих помещений производства каучука;
- оформление и направление в подразделения протоколов о результатах проведенных анализов и измерений с указанием ПДК веществ, взрывоопасных веществ;
- организация и осуществление производственного контроля на предприятии;
- участие в разработке документов для экологической экспертизы, технико-экономических обоснований, проектов;
- контроль оснащения производственного цеха товарного каучука системами аварийной защиты;
- грамотно спланированный технологический процесс производственного оборудования по основному направлению;
- безопасная эксплуатация технологического оборудования (внедрение дополнительных и резервных систем аварийной работы);
- снижение нагрузки на работников объекта методом увеличения штата сотрудников (опыт зарубежных предприятий);
- достижение финансовой стабильности;
- увеличение контроля качества;
- усиление организационно-контролирующих мероприятий;
- ввод дополнительного оборудования для организации круглосуточного режима работы;

- дополнительный ввод автоматических систем (также опыт зарубежных коллег) для исключения человеческого фактора (характерно для химической промышленности);
- поддержание конкурентоспособности методом выхода на новый уровень производства (работы согласно европейским стандартам качества);
- увеличение точности расчетных данных показателей и параметров рабочей среды технологического процесса;
- рациональное использование сырья и ресурсов;
- соблюдение комплексного подхода, то есть сохранение выполнения задач по разным направлениям деятельности;
- внедрение авторских разработок;
- приведение дополнительного оборудования для организации бесперебойного режима работы;
- отлаженная система механизации и автоматизации работ систем автоматического контроля;
- рациональное использование электроэнергии и контроль энергозатрат;
- своевременная замена оборудования и его списание.

Далее в таблице 8 приведены устройства и оборудование очистки.

Таблица 8 – Устройства и оборудование очистки

Аппарат	Размеры улавливаемых частиц в мкм	Степень очистки в %
Пылеосадительные камеры	5–20000	40–70
Центробежные пылеосадители	3–100	45–85
Электрофильтры	0,005–10	85–99
Гидравлические пылеуловители	0,01–10	85–99
Газовые фильтры	2–10	85–99

Способ переработки отходов из полимерных, композитных и резинотехнических материалов и устройство для его осуществления

Изобретение относится к технологии переработки отходов из резинотехнических и полимерных материалов.

«Техническим результатом является оптимизация процесса переработки отходов из резинотехнических и полимерных материалов, исключаящая перерасход энергоресурсов и обеспечивающая полную переработку отходов. Способ переработки отходов включает загрузку отходов в реактор, нагрев реактора до температуры деструкции отходов, пиролиз отходов в свинецсодержащем металлическом расплаве с отводом газообразных продуктов

переработки и их конденсацией с разделением на несколько фракций и последующую выгрузку твердых продуктов переработки» [19].

Способ осуществляют с учетом соотношения масс загружаемых отходов и свинец содержащего металлического расплава, удельных теплоемкостей перерабатываемых отходов и свинец содержащего металлического расплава, температур переработки отходов и загружаемых отходов, минимальной температуры свинец содержащего металлического расплава.

«Переработку производят в течение времени с учетом массы загружаемых отходов, удельной теплоемкости перерабатываемых отходов, температур переработки отходов и загружаемых отходов, коэффициента теплопередачи, площади теплообмена и минимальной температуры свинецсодержащего металлического расплава» [19].

Указанный способ переработки отходов химического производства нацелен на то, чтобы определить длительность процесса при минимизации затрат на энергоресурсы. Технический результат – оптимизация процесса переработки отходов, исключая перерасход энергоресурсов и обеспечивающая полную переработку отходов.

«Для решения поставленной задачи в способе переработки отходов из резинотехнических и полимерных материалов, включающем загрузку отходов в реактор, нагрев реактора до температуры деструкции отходов, пиролиз отходов с отводом газообразных продуктов переработки и их конденсацией с разделением на несколько фракций и последующую выгрузку твердых продуктов переработки предлагается:

- пиролиз проводить в свинецсодержащем металлическом расплаве;
- учитывать соотношение масс загружаемых отходов и свинецсодержащего металлического расплава, удельных теплоемкостей перерабатываемых отходов и свинецсодержащего металлического расплава, температур переработки отходов и загружаемых отходов, минимальной температуры свинецсодержащего металлического расплава;
- переработку производить в течение времени с учетом массы загружаемых отходов, удельной теплоемкости перерабатываемых отходов, температур переработки отходов и загружаемых отходов, коэффициента теплопередачи, площади теплообмена и минимальной температуры свинецсодержащего металлического расплава» [19].

Предложено конденсацию газообразных продуктов переработки химического процесса осуществлять с разделением получаемых жидких продуктов в последовательно установленных баках-конденсаторах, в каждом из

которых поддерживается температурный режим, равный температуре конденсации соответствующих газообразных продуктов пиролиза.

«Способ включает загрузку отходов в реактор, нагрев реактора до температуры деструкции отходов, пиролиз отходов с отводом газообразных продуктов переработки и их конденсацией с разделением на несколько фракций и последующую выгрузку твердых продуктов переработки. Пиролиз резинотехнических и полимерных отходов представляет собой их химическое разложение при нагреве в бескислородной среде. При таком разложении возможно образование твердых, жидких и газообразных продуктов, включающих целый спектр полезных товарных продуктов» [19].

«При этом важно, чтобы длительность пиролиза была относительно невелика, так как увеличение продолжительности процесса пиролиза приводит к уменьшению доли товарных продуктов в общей массе продуктов переработки и ухудшает экономические показатели из-за необходимости подводить тепло более длительное время» [19].

Выводы к разделу 6

Обобщены сведения по охране окружающей среды и экологической безопасности, проведена идентификация экологических аспектов организации. Выявлены данные антропогенного воздействия на окружающую среду.

Идентификация опасных факторов связана, прежде всего, с текущей деятельностью предприятия, а также с выпускаемой продукцией. Необходимо рассмотреть параметры нормируемого технологического процесса, а также аномальные условия работы и аварийные ситуации на объекте [3].

Рассмотрены мероприятия по модернизации технологических процессов организационного характера. Рассмотрен способ переработки отходов из полимерных, композитных и резинотехнических материалов и устройство для его осуществления. Изобретение относится к технологии переработки отходов из резинотехнических и полимерных материалов. Указанный способ переработки отходов химического производства нацелен на то, чтобы определить длительность процесса при минимизации затрат на энергоресурсы.

7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

7.1 Мероприятия по обеспечению ПБ

В таблице 9 описаны сведения и методы для обеспечения ПБ.

Таблица 9 – Сведения по плану мероприятий обеспечения ПБ цех БК-6 ООО «Тольяттикаучук»

Наименование мероприятия	Ответственный за выполнение	Дата (период) выполнения	Примечание
Проверка узлов механизмов, чистка деталей, проведение текущего и капитального ремонта, выявление оборудования, подлежащего списанию – превентивные мероприятия по снижению пожароопасных ситуаций	Руководитель предприятия, инженер ПБ	01.02.2022	Выполнено
Обучение мерам ПБ работников цеха, внеочередная проверка знаний и практических навыков в ходе возникновения аварийной ситуации, разбор ошибок, отработка до нормируемых показателей (выхода из здания, отключения электросети)	Руководитель предприятия, инженер ПБ	02.03.2022	Выполнено
Внедрение системы противоподымной защиты, замена элементов предохранительных систем и мембран в оборудования, которое может привести к пожару [15]	Руководитель предприятия, инженер ПБ	01.02.2022-01.04.2022	В процессе выполнения
Обновление инструкций ПБ, мерам и действиям в случае аварийных ситуаций, стендов и указательных элементов, позволяющих пользоваться при нештатной ситуации (указатели эвакуации, экстренные телефоны, действия)	Руководитель предприятия, инженер ПБ	01.02.2022-01.04.2022	В процессе выполнения
Проверка плана замечаний, выявленных в ходе проверки органов надзорной деятельности, устранение замечаний согласно плану	Руководитель предприятия, инженер ПБ	01.02.2022-01.04.2022	В процессе выполнения
Наличие и комплектование первичных средств пожаротушения, исправных пожарных кранов и средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения	Руководитель предприятия, инженер ПБ	01.02.2022-01.04.2022	В процессе выполнения
Проветривание помещений и вентиляция от примеси газовой воздушной среды, возникающих при технологическом процессе производственного объекта	Руководитель предприятия, инженер ПБ	01.02.2022-01.04.2022	В процессе выполнения
Совместное проведение тренировок и учений со службами пожарной охраны, жизнеобеспечения и администрации города	Руководитель предприятия, инженер ПБ	01.02.2022-01.04.2022	В процессе выполнения

План мероприятий ПБ разрабатывается инженером цеха, согласовывается с руководителем объекта и далее утверждается также руководителем [9].

7.2 Определение интегрального эффекта и математического ожидания

Предлагается в цехе транспортирования, упаковка и хранение товарного каучука дренчерная система Sinorix H₂ O Gas (пункт 3.2).

На объекте спроектирована АУПТ. В таблице 10 представлены данные о смете затрат.

Таблица 10 - Смета затрат на установку АУПТ на объекте

Статьи затрат	Сумма, руб.
Строительно-монтажные работы	125 000
Стоимость оборудования	345 000
Материалы и комплектующие	-
Пуско-наладочные работы	-
Итого:	470 000

В таблице 11 приведены исходные данные для расчетов

Таблица 11 - Исходные данные для расчетов

Наименование показателя	Единицы измерения	Условные обозначения	Базовый вариант	Наименование показателя
Общая площадь	м ²	F	215	
Стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов	Руб/м ²	C _т	22 000	
Стоимость поврежденных частей здания	руб/м ²	C _к	15 000	
Вероятность возникновения пожара	1/м ² в год	J	3,66×10 ⁻²	
Площадь пожара на время тушения первичными средствами	м ²	F _{пож}	15	
Площадь пожара при тушении средствами автоматического пожаротушения	м ²	F [*] _{пож}	-	4,2
Вероятность тушения пожара первичными средствами	-	p ₁	0,82	
Вероятность тушения пожара привозными средствами	-	p ₂	0,84	
Вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения	-	p ₃	0,92	

Продолжение таблицы 11

Наименование показателя	Единицы измерения	Условные обозначения	Базовый вариант	
Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами	-	-	0,54	
Коэффициент, учитывающий косвенные потери	-	к	1,67	
Линейная скорость распространения горения по поверхности	м/мин	v _л	0,525	
Время свободного горения	мин	В _{свг}	6	
Стоимость оборудования	Руб.	К	-	350 000
Норма амортизационных отчислений	%	Н _{ам}	-	1
Суммарный годовой расход	т	W _{ов}	-	60
Оптовая цена огнетушащего вещества	Руб.	Ц _{ов}	-	1000
Коэффициент транспортно-заготовительно-складских расходов	-	k _{тзср}	-	1,3
Стоимость 1 кВт·ч электроэнергии	Руб.	Ц _{эл}	-	0,8
Годовой фонд времени работы установленной мощности	ч	T _р	-	0,84
Установленная электрическая мощность	кВт	N	-	0,12
Коэффициент использования установленной мощности	-	k _{им}	-	30

Годовые материальные потери от пожара при наличии первичных средств пожаротушения М(П1):

$$M(P1) = M(P_1) + M(P_2) + M(P_3) \tag{8}$$

где М(П₁) – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения;
М(П₂) – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных пожарными подразделениями;
М(П₃) – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех первичных средств, АУПТ.

Математическое ожидание годовых от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения:

$$M(P_1) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F_{\text{пож}} \cdot (1 + k) \cdot p_1 \tag{9}$$

$$M(P_1) = 4,2 \cdot 215 \cdot 22 \cdot 25 \cdot (1 + 0,25) \cdot 0,79 = 226\,191,6$$

где J – вероятность возникновения пожара, 1/м² в год;
F – площадь объекта, м²;

C_T – стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов, руб./м²;
 $F_{\text{пож}}$ – площадь пожара на время тушения первичными средствами, м²;
 p_1 – вероятность тушения пожара первичными средствами;
 k – коэффициент, учитывающий косвенные потери.

Вероятность безотказной работы первичных средств тушения определяется по таблице 12.

Таблица 12 – Вероятность безотказной работы

Скорость распространения горения по поверхности, Y_1 м/мин	0.35	0.54	0.69	0.8	0.9
Вероятность безотказной работы первичных средств тушения, p_1	0.85	0.79	0.46	0.27	0.12

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения:

$$M(P_2) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F'_{\text{пож}} + C_K) \cdot 0.52 \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1) \cdot p_2 \tag{10}$$

где p_2 – вероятность тушения пожара привозными средствами;
 0,52 – коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами;
 C_K – стоимость поврежденных частей здания, руб./м2;
 $F'_{\text{пож}}$ – площадь пожара за время тушения привозными средствами.

$$M(P_2) = 4,2 \cdot 215 \cdot (22 \cdot 25 + 15000) \cdot 0,52 \cdot 1,25 \cdot 0,01 \cdot 0,02 = 110602$$

Вероятность тушения пожара привозными средствами определяется по таблице 13.

Таблица 13 – Вероятность тушения пожара привозными средствами

Нормативный расход воды на наружное пожаротушение, q_n л/с	15	20	30	40	60	100	160
Вероятность тушения пожара привозными средствами, p_2	0.5	0.6	0.75	0.85	0.95	0.99	0.999

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения:

$$M(P_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_K) \cdot (1 + k) \cdot [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_2] \quad (11)$$

где $F''_{\text{пож}}$ – площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения, м^2 .

$$M(P_3) = 4,2 \cdot 215 \cdot (22 \cdot 25 + 15\,000) \cdot 0,52 \cdot (1 + 0,25) \cdot 0,21 \cdot 0,75 = 62091$$

Площадь пожара за время тушения привозными средствами:

$$F'_{\text{пож}} = \pi \times (v_{\text{л}} \cdot B_{\text{св}} \cdot r)^2 \quad (12)$$

где $v_{\text{л}}$ – линейная скорость распространения горения по поверхности, м/мин ;

$B_{\text{св}}$ – время свободного горения, мин.

$$F'_{\text{пож}} = 3,14 \times (2,4 \cdot 12)^2 = 2604,4$$

Рассчитать годовые материальные потери от пожара при оборудовании объекта средствами автоматического пожаротушения $M(P_2)$:

$$M(P_2) = M(P_1) + M(P_2) + M(P_3) + M(P_4) \quad (13)$$

где $M(P_1)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения;

$M(P_2)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных установками автоматического пожаротушения;

$M(P_3)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения;

$M(P_4)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения.

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных установками автоматического пожаротушения:

$$M(P) = 202931,5 + 110602 + 6291 = 375624,0$$

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F_{\text{пож}}^* \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1) \cdot p_3 \quad (14)$$

где $F_{\text{пож}}^*$ – площадь пожара при тушении средствами автоматического пожаротушения, м²;

p_3 – вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения.

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения:

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F'_{\text{пож}} + C_K) \cdot 0.52 \cdot (1 + k) \cdot [1 - p_1 - (1 - p_1) \times p_3] \cdot p_2 \quad (15)$$

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения:

$$M(\Pi_4) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_K) \cdot (1 + k) \cdot \{1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3 - [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3] \cdot p_2\} \quad (16)$$

Рассчитать эксплуатационные расходы P на содержание автоматических систем пожаротушения:

$$P = A + C \quad (17)$$

где A – затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения, руб./год;

C – текущие затраты указанных систем (зарплата обслуживающего персонала, текущий ремонт и др.), руб./год.

$$P = 135000 + 289000 = 424\,000$$

Текущие затраты:

$$C = C_{\text{т.р.}} + C_{\text{с.о.п.}} + C_{\text{о.в.}} \quad (18)$$

где $C_{\text{т.р.}}$ – затраты на текущий ремонт;

$C_{\text{с.о.п.}}$ – затраты на оплату труда обслуживающего персонала;

$C_{\text{о.в.}}$ – затраты на огнетушащее вещество.

$$C = 470\,000 + 180\,000 + 85\,000 = 725\,000$$

Затраты на текущий ремонт:

$$C_{т.р.} = \frac{K_2 \cdot H_{т.р.}}{100\%} \quad (19)$$

где K_2 – капитальные затраты на приобретение, установку автоматических средств тушения пожара, руб.;

$H_{т.р.}$ – норма текущего ремонта, %.

$$C_{т.р.} = \frac{645000 \cdot 75000}{100\%} = 435000$$

Затраты на оплату труда обслуживающего персонала:

$$C_{с.о.п.} = 12 \cdot Ч \cdot ЗПЛ \quad (20)$$

где $Ч$ – численность работников обслуживающего персонала, чел.; $ЗПЛ$ – заработная плата 1 работника, руб./мес.

$$C_{с.о.п.} = 12 \cdot 42 \cdot 35\,000 = 17640000$$

Затраты на огнетушащее вещество:

$$C_{о.в.} = W \cdot Ц \cdot k_{т.з.с.р.} \quad (21)$$

где W – суммарный годовой расход огнетушащего вещества;

$k_{т.з.с.р.}$ – коэффициент транспортно-заготовительно-складских расходов.

$$C_{о.в.} = 25000 \cdot 12\,500 \cdot 0,23 = 71875000$$

Затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения:

$$A = \frac{K_2 \cdot H_a}{100\%} \quad (22)$$

где K_2 – капитальные затраты на приобретение, установку автоматических средств тушения пожара, руб.;

H_a – норма амортизации, %.

$$A = \frac{645\,000 \cdot 1,25}{100\%} = 725000$$

Чистый дисконтированный поток доходов:

$$И_t = ([M(П1) - M(П2)] - [P_2 - P_1]) \cdot \frac{1}{(1+НД)^t} - (K_2 - K_1) \quad (16) \quad (23)$$

где t – год осуществления затрат;

НД– постоянная норма дисконта;

М(П1), М(П2) – расчетные годовые материальные потери, руб./год;

P1, P2– эксплуатационные расходы в t-м году, руб./год.

Определить интегральный экономический эффект:

$$И = \sum_{t=0}^T И_t \quad (24)$$

где Т – горизонт расчета (продолжительность расчетного периода).

И_t – чистый дисконтированный поток доходов на t-году проекта.

Расчеты по эффективности мероприятий сведены в таблицу 14.

Таблица 14 – Интегральный экономический эффект

Нормиру емый параметр	М(П)1-М(П)2	C_2-C_1	D	$[M(П1)-M(П2) -(C_2-C_1)] D$	K_2-K_1	Чистый дисконтированный поток доходов
1	125 256,5	28 452,3	0,98	114 546,3	470 000	-314 410,4
2	125 256,5	28 452,3	0,95	110 365,4	-	250 634,6
3	125 256,5	28 452,3	0,92	99 451,2	-	225 548,8
4	125 256,5	28 452,3	0,89	94 563,3	-	230 436,7
5	125 256,5	28 452,3	0,85	88 258,2	-	136 741,8
6	125 256,5	28 452,3	0,84	84 659,4	-	140 340,6
7	125 256,5	28 452,3	0,79	78 456,4	-	146 543,6
8	125 256,5	28 452,3	0,74	72 785,3	-	152 214,7
9	125 256,5	28 452,3	0,71	64 634,3	-	160 365,7
10	125 256,5	28 452,3	0,68	58 413,3	-	66 586,7
11	125 256,5	28 452,3	0,64	51 789,3	-	73 210,7
12	125 256,5	28 452,3	0,62	48 231,3	-	76 768,7
13	125 256,5	28 452,3	0,58	43 336,2	-	81 663,8
14	125 256,5	28 452,3	0,54	39 456,2	-	85 543,8
15	125 256,5	28 452,3	0,51	34 774,2	-	90 225,8
16	125 256,5	28 452,3	0,48	31 442,2	-	93 557,8
17	125 256,5	28 452,3	0,45	29 228,3	-	95 771,7
18	125 256,5	28 452,3	0,42	26 849,3	-	98 150,7
19	125 256,5	28 452,3	0,4	14 112,7	-	110 887,3
20	125 256,5	28 452,3	0,35	12 589,1	-	112 410,9

Выводы по разделу 7

Интегральный экономический эффект составит 614256,3 руб. Устройство может быть применено.

В разделе описаны сведения и методы для обеспечения ПБ, приведен план мероприятий обеспечения ПБ цех БК-6 ООО «Тольяттикаучук».

Основные мероприятия согласно разработанному плану:

- проверка узлов механизмов, чистка деталей, проведение текущего и капитального ремонта, выявление оборудования, подлежащего списанию – превентивные мероприятия по снижению пожароопасных ситуаций;
- обучение мерам ПБ работников цеха, внеочередная проверка знаний и практических навыков в ходе возникновения аварийной ситуации, разбор ошибок, отработка до нормируемых показателей (выхода из здания, отключения электросети);
- внедрение системы противодымной защиты, замена элементов предохранительных систем и мембран в оборудования, которое может привести к пожару [15];
- обновление инструкций ПБ, мерам и действиям в случае аварийных ситуаций, стендов и указательных элементов, позволяющих пользоваться при нештатной ситуации (указатели эвакуации, экстренные телефоны, действия).

Заключение

В настоящей ВКР были исследованы особенности качественного обслуживания устройств пожарной автоматики на объекте БК-6 ООО «Тольяттикаучук», приведены теоретические данные о применении современных технических устройств пожарной автоматики. Обобщены сведения об объекте цеха БК-6 ООО «Тольяттикаучук», приведены данные в области ПБ. Далее описаны современные устройства пожарной автоматики – роботизированная установка пожаротушения с системой оптимизации и контроля параметров тушения. Приведены способы эвакуации при возникновении пожароопасной ситуации на объекте, сведения и данные о соблюдении правил техники безопасности и охраны труда. И, наконец, определены общие сведения об охране окружающей среды (идентифицированы экологические аспекты организации) и экономической эффективности внедрения АУПТ.

В связи с поставленной целью разработаны мероприятия по обслуживанию устройств пожарной автоматики.

По итогам раздела 1 приведены сведения об обеспечении пожарной безопасности на производственном объекте.

Объектом ВКР выбран цех БК-6 ООО «Тольятти Каучук». Цех БК-6 состоит из производственного и административного здания. Производственный корпус площадью 4000 м², высотой 12 м, одноэтажный производственный корпус 2-й степени огнестойкости, с элементами легко-сбрасываемой кровли. Предназначен для выделения, сушки и упаковки товарного каучука. В разделе описаны также имеющиеся системы противопожарной защиты здания.

В разделе 2 выявлено основное технологическое оборудование производственного объекта, определены пожароопасных характеристики цеха. Процент оборудования системами АУПТ и АУПС составляет – 30 %. В цехе БК-6 смонтировано и обслуживается 12 установок ППА, 5 установок пожаротушения; 5 установок пожарной сигнализации автоматическая пожарная (охранно-пожарная) сигнализация и ручные пожарные извещатели с подключением к приемной станции ТОЛ 10/100, установленной на пункте связи пожарной части.

Анализ установок пожарной автоматики объекта показал частичное соответствие техническим требованиям и параметрам. Инженеры ПБ, закреплённые за корпусом БК-6 ежемесячно предоставляют план работы инспекторских проверок в органы государственного пожарного надзора.

В разделе 3 предложены мероприятия по оптимизации технического обслуживания противопожарной автоматики. Предлагается замена существующего оборудования устройств пожарной автоматики на 30% от общего количества, поскольку современные установки позволят снизить затраты на ТО, повысить уровень надежности технологического оборудования (приведено в таблице 2). Кроме того, предлагается также дополнить существующие установки пожарной автоматики до оптимального уровня для химического предприятия 40-45% (процент оборудования системами АУПТ и АУПС составляет 30 % на данный момент).

В разделе 4 приведены действия для проведения своевременной эвакуации.

В разделе 5 приведен перечень мероприятий по охране труда на предприятии.

В разделе 6 обобщены сведения по охране окружающей среды и экологической безопасности, проведена идентификация экологических аспектов организации. Выявлены данные антропогенного воздействия на окружающую среду.

Идентификация опасных факторов связана, прежде всего, с текущей деятельностью предприятия, а также с выпускаемой продукцией. Необходимо рассмотреть параметры нормируемого технологического процесса, а также аномальные условия работы и аварийные ситуации на объекте.

В разделе 7 описаны сведения и методы для обеспечения ПБ, приведен план мероприятий обеспечения ПБ цех БК-6 ООО «Тольяттикаучук». Интегральный экономический эффект составит 614256,3 руб. Устройство можно применить.

Основные мероприятия согласно разработанному плану:

- проверка узлов механизмов, чистка деталей, проведение текущего и капитального ремонта, выявление оборудования, подлежащего списанию – превентивные мероприятия по снижению пожароопасных ситуаций;
- обучение мерам ПБ работников цеха, внеочередная проверка знаний и практических навыков в ходе возникновения аварийной ситуации, разбор ошибок, отработка до нормируемых показателей;
- внедрение системы противодымной защиты, замена элементов предохранительных систем и мембран в оборудования, которое может привести к пожару [15];
- обновление инструкций ПБ, мерам и действиям в случае аварийных ситуаций, стендов и указательных элементов, позволяющих пользоваться при нештатной ситуации (указатели эвакуации, экстренные телефоны, действия).

Список используемых источников

1. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования. – Введ. 1992–07–01. (ред. от 12.012.2020) – М. : Изд-во стандартов, 2010. – 11 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения: 19.02.2022).
2. ГОСТ Р 53325-2012. Национальный стандарт РФ. Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний. Введ. 2014-01-01 (ред. от 12.11.2020) – М. : Изд-во стандартов, 2012. – 31 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200102066> (дата обращения: 23.03.2022).
3. Методические рекомендации по действиям подразделений федеральной противопожарной службы при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ (направлен указанием МЧС России от 26.05.2010 (ред. от 21.04.2019) №43-2007-18) [Электронный ресурс]. URL: <https://legalacts.ru/doc/metodicheskie-rekomendatsii-po-deistviyam-podrazdelenii-federalnoi-protivopozharnoi-sluzhby-pri/> (дата обращения: 03.03.2022).
4. Методические рекомендации по организации действий органов государственной власти и органов местного самоуправления при ликвидации чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420359157> (дата обращения: 03.03.2022).
5. Методические рекомендации по организации деятельности оперативных штабов ликвидации чрезвычайных ситуаций (утв. МЧС России 01.11.2013 №2-4-87-34-14) [Электронный ресурс]. URL: <https://rulaws.ru/acts/Metodicheskie-rekomendatsii-po-organizatsii-deyatelnosti-operativnyh-shtabov-likvidatsii-chrezvychaynyh-sit/> (дата обращения: 03.03.2022).
6. Методические рекомендации по планированию действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также мероприятий гражданской обороны для территорий и объектов от 18.08.2003 (ред. от 21.05.2019) [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/499050664> (дата обращения: 03.03.2022).
7. Методические рекомендации по работе органов управления и сил РСЧС по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, вызванных заторами на федеральных автомобильных дорогах (утв. протоколом заседания правительственной комиссии по предупреждению и ликвидации ЧС и обеспечению ПБ от 27.11.2015 №9) [Электронный ресурс]. URL: <https://rulaws.ru/acts/Metodicheskie-rekomendatsii-po-rabote-organov-upravleniya-i->

sil-RSCHS-po-preduprezhdeniyu-i-likvidatsii-chre-solt-cuhcsehc/ (дата обращения: 03.03.2022).

8. Новости Тольятти «Тольяттикаучук» возобновляет производство бутилкаучука» [Электронный ресурс] : URL: <https://tlt.ru/city/ooo-171-tolyattikauchuk-187-vozobnovlyaet-proizvodstvo-butilkauchuka/1889746/> (дата обращения: 02.03.2022).

9. О единой государственной системе предупреждения и ликвидации ЧС [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 30.12.2003 № 794 (ред. от 02.04.2020). URL: <https://rulaws.ru/goverment/Postanovlenie-Pravitelstva-RF-ot-30.12.2003-N-794/> (дата обращения: 02.03.2022).

10. О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.12.1994 № 68 (ред. от 30.12.2021). URL: <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-21.12.1994-N-68-FZ/> (дата обращения: 02.03.2022).

11. О пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.12.1994 № 69 (ред. от 11.06.2021). URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102033559> (дата обращения: 02.03.2022).

12. Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 22.08.1995 № 151 (ред. от 01.07.2021). URL: <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-22.08.1995-N-151-FZ/> (дата обращения: 02.03.2022).

13. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 10.01.2002 № 7 (ред. от 30.12.2021). URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=413568> (дата обращения: 02.03.2022).

14. Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 16.10.2017 № 444 (ред. от 20.02.2018). URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-MCHS-Rossii-ot-16.10.2017-N-444/> (дата обращения: 02.03.2022).

15. Об утверждении Примерного перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 29.10.2021 №771н (ред. от 20.02.2018). URL: <https://docs.cntd.ru/document/727092795> (дата обращения: 23.03.2022).

16. Об установлении критериев ЧС природного и техногенного характера [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 05.07.2021 № 429. URL: <https://docs.cntd.ru/document/608475690> (дата обращения: 02.03.2022).

17. Об утверждении правил охраны труда в подразделениях пожарной охраны [Электронный ресурс] : Приказ Министерства Труда и социального развития от 11.12.2020 № 881н (рег. от 24.12.2020). URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Mintruda-Rossii-ot-11.12.2020-N-881n/> (дата обращения: 02.03.2022).

18. Об утверждении устава подразделений пожарной охраны [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 20.10.2017 № 452 (рег. от 22.03.2018). URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-MCHS-Rossii-ot-20.10.2017-N-452/> (дата обращения: 02.03.2022).

19. Пат. 2672295 Российская Федерация, МПК C02F 1/40 (2006.01). Способ переработки отходов из резинотехнических и полимерных материалов / Ульянов В.В. - № 2017146399; заявл. 28.12.2017 ; опубл. 13.11.2018, Бюл. № 1. – 4 с. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2672295C1_20181113 (дата обращения: 08.06.2022).

20. Правила противопожарного режима [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 (ред. от 21.05.2021) №1479. URL: <https://rulaws.ru/goverment/Postanovlenie-Pravitelstva-RF-ot-16.09.2020-N-1479/> (дата обращения: 13.06.2022).

21. РД 25 964-90. Группа Т 51. Руководящий документ. Система технического обслуживания и ремонта автоматических установок пожаротушения, дымоудаления, охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. Организация и порядок проведения работ. Введ. 1991-01-01 (ред. от 12.11.2020) – М. : Изд-во стандартов, 2012. – 31 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200004838> (дата обращения: 23.03.2022).

22. Сигнальные цвета и знаки безопасности. Места установки знаков безопасности [Электронный ресурс]. – URL: <https://goo.su/IambIx> (дата обращения: 23.03.2022).

23. СП 4.13130.2013. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям. – Введ. 2013–06–24. – М. : Изд-во стандартов, 2013. – 21 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200101593> (дата обращения: 19.01.2022).

24. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 28.07.2008 № 123 (ред. от

30.04.2021). URL: <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-22.07.2008-N-123-FZ/> (дата обращения: 02.03.2022).

25. EN 1991-1-2:2002. Eurocode 1. Actions on structures. Part 1-2: General actions. Actions on structures exposed to fire. – 59 p. ISBN – 0 580 40831 (EN 1991-1-2:2002. «Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-2: Общие воздействия. Воздействия на подвергающиеся пожару конструкции». – 59 с. ISBN – 0 580 40831).

26. International Fire Engineering Guidelines, 2005 – 415 p. ISBN – 1741 614 562. («Международное руководство по противопожарной защите», 2005 – 415 с. ISBN – 1741 614 562).

27. LPR-11:1999. Fire spread in multi-storey buildings with glazed curtain wall facades. – 56 p. ISBN – 0902167 59-6 (LPR-11:1999. «Распространение огня в многоэтажных зданиях с остекленными навесными фасадами». – 56 с. ISBN – 0 902167 59-6).

28. NFPA 72:1999. National Fire Alarm Code. (NFPA 72:1999. «Национальные нормы по пожарной сигнализации».

29. NFPA 92B:2000. Guide for Smoke Management Systems in Malls, Atria and Large Areas. (NFPA 92B:2000. «Руководство по системам противодымной защиты промышленных помещений»).