

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

Институт инженерной и экологической безопасности
(наименование института полностью)

Департамент бакалавриата
(наименование)

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

«Пожарная безопасность»
(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Разработка систем пожарной безопасности и способов защиты в производстве ТИБА в ООО «Тольяттикаучук»

Студент

А.С. Арефин
(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

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

Консультанты

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

А.В. Москалюк
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2021

Аннотация

Тема бакалаврской работы: «Разработка систем пожарной безопасности и способов защиты в производстве ТИБА в ООО «Тольяттикаучук».

В разделе «Характеристика объекта и анализ пожарной опасности» исследованы: характеристика производства ТИБА в ООО «Тольяттикаучук»; статистика пожаров и загораний на предприятии; пожарная опасность технологического процесса производства ТИБА.

В разделе «Характеристика систем противопожарной защиты» представлены характеристики систем: пожарной сигнализации; пожаротушения; оповещения и эвакуации людей.

В разделе «Проверочный расчёт систем противопожарной защиты» разработаны предложения по модернизации противопожарных систем и произведены расчёты систем: пожарной сигнализации; пожаротушения; оповещения и эвакуации людей.

В разделе «Охрана труда» представлены требования по охраны труда в подразделениях МЧС России и разработана процедура обеспечения сотрудников и работников пожарной охраны средствами защиты.

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» произведена оценка воздействия пожаров на окружающую среду.

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» разработан план мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на территории установки ТИБА и рассчитан экономический эффект от монтажа в помещении склада автоматической подачи порошка от огнетушительной установки СИ-2.

В разделе «Разработка рекомендаций» разработаны рекомендации для своевременной регистрации загораний в помещении склада установки ТИБА ООО «Тольяттикаучук».

Бакалаврская работа состоит из семи разделов на 61 страницах и содержит 11 таблиц и 7 рисунков.

Abstract

The topic of the bachelor's work: «Development of fire safety systems and methods of protection in the production of Triisobutylaluminium in LLC «Tolyattikauchuk»».

In the section «Object characteristics and fire hazard analysis», the following are investigated: characteristics in LLC «Tolyattikauchuk»; statistics of fires and fires at the enterprise; fire hazard of the technological process of Triisobutylaluminium production.

The section «Characteristics of fire protection systems» presents the characteristics of the following systems: fire alarm; fire extinguishing; warning and evacuation of people.

In the section «Verification calculation of fire protection systems», proposals for the modernization of fire protection systems have been developed and calculations of the following systems have been made: fire alarm; fire extinguishing; warning and evacuation of people.

The section «Labor Protection» presents the requirements for labor protection in the divisions of the EMERCOM of Russia and develops a procedure for providing employees and employees of the fire department with protective equipment.

The section «Environmental protection and environmental safety» an assessment of the impact of fires on the environment is made.

In the section «Assessment of the effectiveness of measures to ensure technosphere safety» a plan of measures to ensure fire safety on the territory was developed and economic effect of installing an automatic powder supply from the SI-2 fire extinguishing plant in the warehouse of the was calculated.

In the section «Development of recommendations» recommendations are developed for the timely registration of fires of LLC «Tolyattikauchuk».

The bachelor's thesis consists of seven chapters on 61 pages and contains 11 tables and 7 figures.

Содержание

Введение.....	5
1 Характеристика объекта и анализ пожарной опасности.....	7
1.1 Характеристика объекта.....	7
1.2 Статистика пожаров и загораний на предприятии	11
1.3 Анализ пожарной опасности технологического процесса	14
2 Характеристика систем противопожарной защиты	21
2.1 Характеристика установок пожарной сигнализации	21
2.2 Характеристика установок пожаротушения	23
2.3 Характеристика системы оповещения и эвакуации людей	25
3 Проверочный расчёт систем противопожарной защиты	27
3.1 Проверочный расчёт установок пожарной сигнализации	27
3.2 Проверочный расчёт установок пожаротушения	30
3.3 Проверочный расчёт системы оповещения и эвакуации людей	33
4 Охрана труда.....	37
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность	42
6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	45
7 Разработка рекомендаций.....	51
Заключение	54
Список используемых источников.....	58

Введение

Пожарная безопасность является основной составляющей общей безопасности предприятия.

Особенности химических предприятий обуславливают большое количество легковоспламеняющихся и взрывоопасных материалов, которые являются сырьем для переработки и транспортировки. Из-за этого пожары на таких крупных предприятиях часто приводят к большим потерям активов и гибели людей. Таким образом, можно с уверенностью сказать, что обеспечение пожарной безопасности является приоритетной задачей в общей системе безопасности на нефтегазовых предприятиях [21,22,23].

Для защиты объектов разрабатывается большое количество современных и высокоэффективных устройств пожарной сигнализации и установок пожаротушения. При этом, в связи с последовательным совершенствованием технологий пожаротушения становится все труднее сделать правильный выбор для обеспечения реальной безопасности предприятия [23,24,25].

Цель работы – разработка систем пожарной безопасности и способов защиты в производстве ТИБА в ООО «Тольяттикаучук».

Задачи для достижения цели работы:

- исследовать характеристику производства ТИБА в ООО «Тольяттикаучук»;
- исследовать статистику пожаров и загораний на предприятии;
- проанализировать пожарную опасность технологического процесса производства ТИБА;
- проанализировать характеристики систем пожарной сигнализации, пожаротушения, оповещения и эвакуации людей;
- разработать предложения по модернизации противопожарных систем;

- произвести расчёты систем пожарной сигнализации, пожаротушения, оповещения и эвакуации людей;
- рассмотреть требования по охраны труда в подразделениях МЧС России;
- разработать процедуру обеспечения сотрудников и работников пожарной охраны средствами защиты;
- произвести оценку воздействия пожаров на окружающую среду;
- разработан план мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на территории установки ТИБА ООО «Гольяттикаучук»;
- рассчитать интегральный экономический эффект реализации данного плана мероприятий.

1 Характеристика объекта и анализ пожарной опасности

1.1 Характеристика объекта

Установка ТИБА предназначена для:

- получения, очистки, осушки водорода, осушки кислорода;
- компримирования водорода и азота;
- нагрева и охлаждения трансформаторного масла;
- синтеза каталитического комплекса;
- очистки ТИБА от механических примесей;
- приготовления суспензии алюминия;
- синтеза ТИБА;
- фильтрации ТИБА;
- приема и осушка изобутилена;
- синтеза эфирата ТИБА;
- приготовления суспензии алюминия;
- синтеза этилалюминийсесквихлорида;
- очистки ЭАСХ-сырца от механических примесей;
- протонирования этилалюминийсесквихлорида;
- очистки протонированного комплекса от механических примесей;
- нагрева и охлаждения трансформаторного масла;
- приема сырья;
- приема отходов производства;
- автоматического пожаротушения.

Установка ТИБА состоит из трех производственных корпусов № 2а, № 3 и БК-5а, наружных установок: пропановая установка и установка приема и хранения углеводородов.

Характерной особенностью производства триизобутилалюминия является наличие в системе концентрированного раствора ТИБА, а также

шлама, который обладает способностью быстро расслаиваться и забивать трубопроводы, аппараты; чистка трубопроводов, аппаратов сопряжена с большими трудностями ввиду исключительной пирофорности шлама. Перед вскрытием аппаратов и трубопроводов предусмотрена тщательная промывка растворителем их и продувка очищенным азотом [9].

На установке ТИБА применяются продукты, свойства которых указано в таблице 1.

Таблица 1 – Свойства продуктов, обращающихся в установке ТИБА

Наименование сырья, полупродуктов, готовой продукции, агрегатное состояние	Класс опасности	Удельный вес для твердых и жидких веществ, г/см ³	Температура					нижний пределы воспламенения, % об.	верхний пределы воспламенения, % об.	ПДК, мг/м ³
			кипения	плавления	самовоспламенения	воспламенения	вспышки			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Изобутилен (Г)	4	0,6294	минус 7	минус 410	465	-	минус 76,1	1,8	9,6	100
Толуол (ЛВЖ)	3	0,8669	110,6	минус 95	535	-	7	1,3	6,7	50
Изопентан (Ж)	4	0,6196	27,85	минус 159,5	430	минус 45	минус 52	1,36	9,0	300
Водород (Г)	-	0,899	минус 252,8	-	510	-	-	в воздухе 4,12, в кислороде 4,1	в воздухе 75, в кислороде 96	-
Триизобутилалюминий (Ж)	2	0,786	86 при 10 мм рт.ст.	минус 6,0	минус 40	-	-	1,53	8,7	0,7

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Алюминий (Порошок)	4	2,7	2400	660	590 (аэрозоля)	470	-	-	-	2,0
Фракция пипериленовая (ЛВЖ)	4	0,691	44,07	минус 140,82	359	минус 60	минус 60	1,4	5,3	40
Тетрахлорид титана (Ж)	2	1,096	259	26,84	617	131	115	-	-	1 (по HCl)
Фракция пропановая (Ж)	4	-	минус 42,06	-	504,4	-	минус 102	2,2	9,5	300
Этил хлористый (Ж)	4	0,921	12,2	-	510	-	минус 50	3,8	15,4	50
Этилалюминийсесквичлорид (Ж)	2	1,0	-	-	ниже минус 80	-	-	2,17	12,1	0,7
Нефрас (Ж)	4	0,685	65	минус 95,32	262	-	минус 32	1,15	7,7	300
Топливный газ	4	-	-	-	537	-	-	5	15	300
Дифенилоксид (Ж)	3	1,096	259	26,84	617	131	115	1,35	1,5	5

На аппаратах, содержащих концентрированные растворы ЭАСХ, установлены экранированные электродвигатели, предотвращающие возможность попадания воздуха в аппараты через сальник [20].

Насосы, предназначенные для циркуляции жидкой фазы при проведении операции протонирования раствора ЭАСХ, имеют двойные торцевые уплотнения с системой подачи на них затворной жидкости.

Установка ТИБА занимает территорию предприятия, ограниченную с трех сторон дорогами №№ 26-26, 21-21 и 4-4 с четвертой стороны – площадкой установки ИП-6.

Вся территория установки ТИБА распределена на участки и закреплена за сменами с ежегодным обменом закрепленными участками согласно распоряжению начальника установки.

Расположение производства ТИБА на территории ООО «Тольяттикаучук» изображено на рисунке 1.

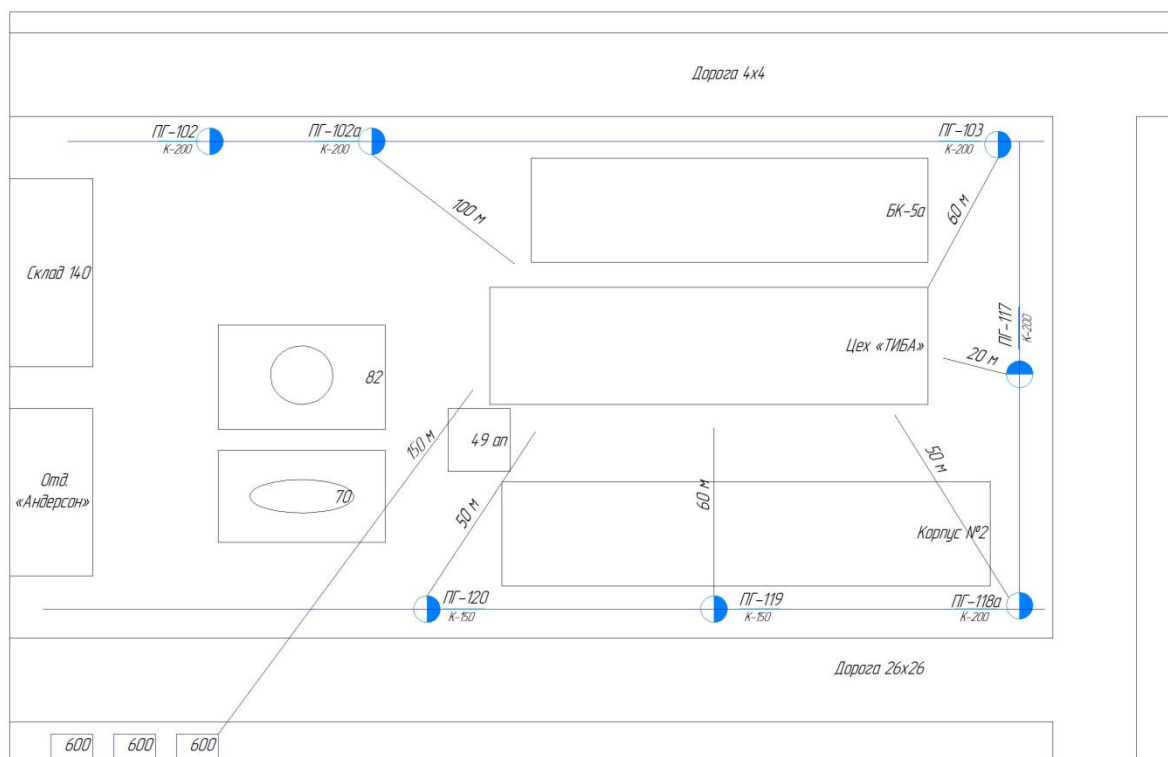


Рисунок 1 – Расположение производства ТИБА на территории ООО «Тольяттикаучук»

Распоряжением начальника установки назначаются ответственные лица из числа руководителей и специалистов за противопожарную безопасность кабинетов и производственных помещений установки ТИБА, которые указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Ответственные лица из числа руководителей и специалистов за противопожарную безопасность объекта

Наименование помещения	Ответственное лицо за противопожарную эксплуатацию
1	2
Кабинет начальника установки – 2 этаж АБК	Начальник установки
Кабинет начальника отделения – 2 этаж АБК	Начальник отделения
Кабинет механика ЕСТЗ – 2 этаж АБК	Механик ЕСТЗ
Кабинет инженера-технолога – 2 этаж АБК	Инженер-технолог
Помещение мастерской РП	Мастер РП
Помещение мастерской КИП и А	Мастер КИП и А ООО «ИТСК»
Кабинет мастера КИП и А ИТСК – 1 этаж АБК	Мастер КИП и А ООО «ИТСК»
Помещение службы электромонтеров ЦпРЭ	Мастер ЦпРЭ

Продолжение таблицы 2

1	2
Курилка – 1 этаж АБК	Начальник смены
Операторная	Начальник смены
Производственные помещения	Начальник смены
Помещения приточных и вытяжных систем	Начальник смены
Пропановая установка, склад углеводородов	Начальник смены

На наружных установках и в производственных помещениях размещены первичные средства пожаротушения и приборы сигнализации дозрывной концентрации углеводородов.

Допустимое (предельное) количество людей, которые могут одновременно находиться в помещении операторной не более 20 человек, в АБК на 2 этаже – не более 10 человек.

1.2 Статистика пожаров и загораний на предприятии

Исследуем показатели статистики пожаров на территории предприятия ООО «Тольяттикаучук» за последние 5 лет [2].

Благодаря выполнению всех требований пожарной безопасности за последние 5 лет на территории предприятия ООО «Тольяттикаучук» не произошло ни одного возгорания и пожара.

Но при этом за тот же период времени на данном предприятии произошел ряд несчастных случаев и микротравм.

Причинами несчастных случаев послужили:

- короткое замыкание токоведущих частей жил кабеля из-за поломки пластмассового фиксатора кабеля розетки удлинителя;
- нарушение порядка отбора проб с применением пневматического пробоотборника, несоблюдение требований безопасности при отборе пробы;
- отсутствие описания о необходимости извлечения застрявших проб каучука специальным приспособлением (крючком) в

технологической инструкции по обслуживанию пневматического пробоотборника;

- неосторожность персонала;
- выполнение работ без применения защитных очков;
- проведение чистки без остановки оборудования;
- применение опасных приёмов работы.

Статистика приведена на рисунке 2.

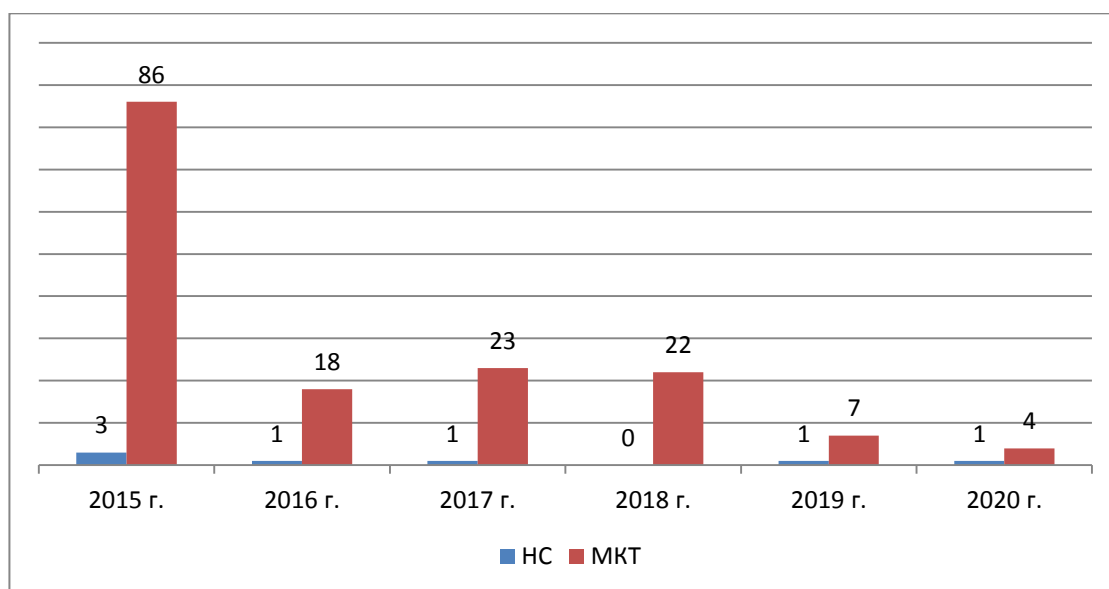


Рисунок 2 – Статистика несчастных случаев и микротравм

Причинами микротравм послужили:

- выполнение работы без должного внимания;
- неправильная оценка последствия риска при пути следования на рабочее место;
- не отвечающие требованиям СИЗ (использование работником х/б перчаток вместо перчаток от порезов при проведении работ по вырезанию включений из брикета каучука; применение перчаток с точечным полимерным покрытием, не защищающих кожный покров от риска ожога горячим паровым конденсатом);

- неиспользование СИЗ (неприменение каски);
- не отвечающее требованиям оборудование.

Рисунок 3 иллюстрирует соотношение возрастных групп работников ООО «Тольяттикаучук», пострадавших в результате несчастного случая или получивших микротравму в течение периода с 2014 по 2020 год.

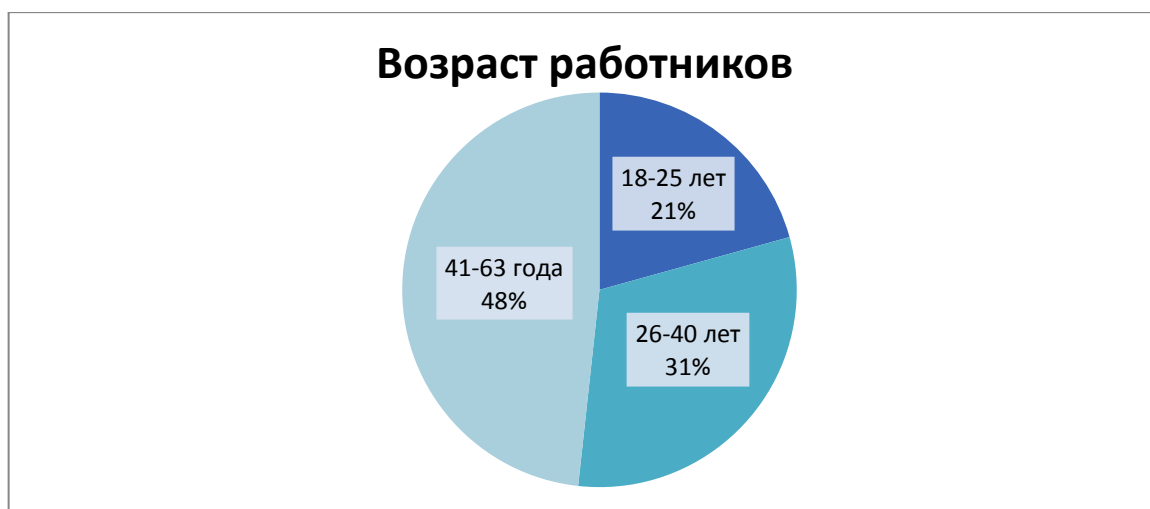


Рисунок 3 – Статистика травматизма по возрасту

На рисунке 4 представлено распределение по месяцам несчастных случаев и микротравм, произошедших на предприятии за 2019 и 2020 г.

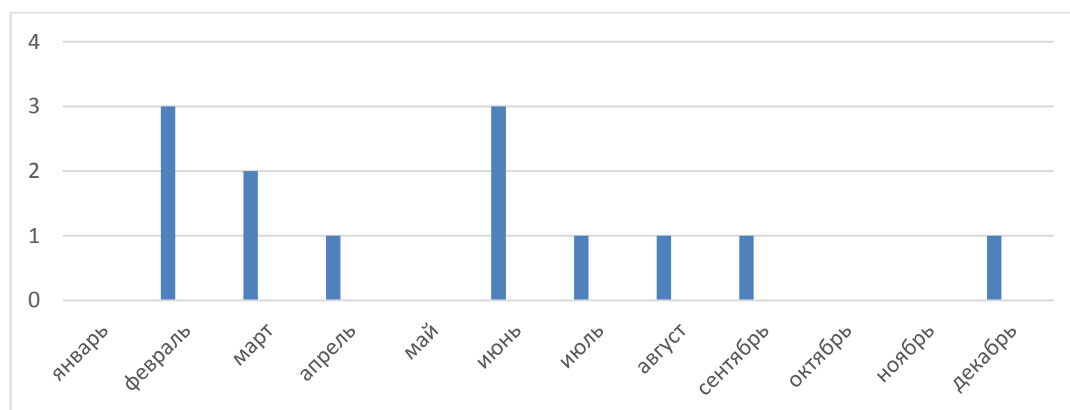


Рисунок 4 – Статистика травматизма по месяцам

В производственной деятельности такого предприятия, как ООО «Тольяттикаучук» из-за пожарной и взрывоопасности обращающихся в технологическом процессе веществ существует высокий риск возникновения загораний, пожаров и взрывов, которые могут привести к чрезвычайным ситуациям [2].

1.3 Анализ пожарной опасности технологического процесса

Установка ТИБА характеризуется повышенной взрывопожароопасностью [3].

«Особую опасность представляет триизобутилалюминий и его концентрированные растворы, которые при контакте с воздухом мгновенно самовоспламеняются, разлагаются с тепловыделением и образованием изобутилена, рост давления которого в закрытом сосуде может привести к взрыву. Разбавленные растворы ТИБА (ниже 20%) не самовоспламеняются, но дымят на воздухе» [3].

«Бурно со взрывом протекает взаимодействие концентрированного триизобутилалюминия с водой, поэтому продукты, применяемые в процессе синтеза ТИБА, должны быть предварительно тщательно осушены: толуол до содержания влаги не более 0,003 % весовых, изобутилен – не более 0,002 % весовых, применяемый азот с содержанием кислорода не более 0,05 % и влаги не более 0,004 %» [3].

«Алюминиевый порошок, применяемый в производстве ТИБА, способен к самовозгоранию при наличии влаги. Пыль алюминиевого порошка может образовать с воздухом взрывоопасные смеси. Причиной пожара и взрыва может быть запыленность рабочего помещения алюминиевым порошком при нарушении правил загрузки его в аппарат» [4].

Для исключения пыления загрузка алюминиевого порошка в аппарат приготовления суспензии алюминия производится через загрузочный бункер, в котором алюминий продувается азотом [18].

Основные причины, которые могут вызвать взрыв или пожар – попадание воздуха в аппараты, содержащие ТИБА. С целью исключения контакта с воздухом ТИБА и его растворы хранят в атмосфере очищенного азота в герметично закрытых аппаратах [10].

Наиболее опасными местами и операциями в процессе производства ТИБА являются:

- электролизное отделение (получение водорода электролизом воды, при нарушении перепада уровня между регулятором давления водорода № 6/I-IV и регулятором давления кислорода № 7/I-IV при смешении водорода и кислорода в аппарате происходит взрыв из-за образования «гремучей» смеси);
- кабины реакторов синтеза триизобутилалюминия, который ведется при высокой температуре 140-155 °С и под давлением водорода до 60 кгс/см², поэтому управление операцией синтеза ведется из коридора управления и операторной. Вход в кабину реактора во время синтеза ТИБА запрещен;
- подготовка оборудования к ремонту, т.е. неполная его дезактивация.

Производство протонированного комплекса ЭАСХ характеризуется повышенной взрывопожароопасностью, опасностью отравления и травмирования персонала [19].

Особую опасность представляют концентрированные растворы ЭАСХ, которые при контакте с воздухом мгновенно самовоспламеняются, разлагаются с тепловыделением, при этом повышение давления в закрытом сосуде может привести к взрыву. Разбавленные растворы ЭАСХ не самовоспламеняются.

Бурно с взрывом протекает взаимодействие концентрированного ЭАСХ с водой, поэтому продукты, применяемые в процессе синтеза ЭАСХ, должны быть предварительно тщательно осушены: хлористый этил до содержания влаги не более 0,003 % массовых, растворитель (нефрас-П) –

отсутствие влаги, применяемый азот с содержанием кислорода не более 0,05 % и влаги не более 0,004 %.

Основные причины, которые могут вызвать взрыв или пожар:

- попадание воздуха в аппараты, содержащие концентрированный раствор ЭАСХ. С целью исключения контакта с воздухом, ЭАСХ и его растворы хранят в атмосфере очищенного азота в герметично закрытых аппаратах;
- соприкосновение ЭАСХ с воздухом, водой, в случае пропуска этих продуктов через не плотности оборудования и трубопроводов;
- переполнение емкостей этими продуктами;
- нарушение правил хранения, транспортировки, загрузки алюминиевого порошка;
- применение огня в местах, не предусмотренных для этого;
- разряды статического электричества;
- удары искрящего инструмента о металл вблизи взрывоопасных продуктов;
- самовозгорание промасленного, обтирочного материала.

Наиболее опасными узлами и операциями в процессе производства протонированного комплекса этилалюминийсесквихлорида являются:

- реакторы синтеза ЭАСХ – синтез ЭАСХ осуществляется при температуре 100-120 °С с выделением большого количества тепла. Управление операцией синтеза ЭАСХ ведется дистанционно из операторной. Стравливание отдувок из реакторов синтеза ЭАСХ ведется через сепаратор Е-64 и масляный затвор Е-65 также из операторной с помощью пневмоотсекателей;
- узел очистки концентрированных растворов ЭАСХ от механических примесей;
- узел протонирования ЭАСХ – наличие в отделении больших объемов изопентана;

- узел заполнения контейнеров концентрированным раствором ЭАСХ. Заполнение контейнеров должно производиться после их тщательной подготовки (т.е. опрессовки и продувки контейнера очищенным азотом). После каждого заполнения контейнеров необходимо в обязательном порядке ставить глухой фланец на линии передавливания;
- печь сжигания отходов производства – открытый огонь может явиться источником взрыва или пожара при загазованности территории, кроме того опасно погасание пламени при проведении операции сжигания отходов.

Все ремонтно-строительные, газоопасные и огневые работы на установке осуществляются в порядке, изложенном в инструкциях по их организации и проведению. Все оборудование и аппараты для хранения сырья, полуфабрикатов и готовой продукции герметичны [16].

С целью исключения контакта с влагой и воздухом растворы триизобутилалюминия, этилалюминийсесквихлорида хранятся в герметичных аппаратах в атмосфере очищенного азота, содержащего кислорода не более 0,05 % объёма, и влаги, не более 0,01 г/см³, под избыточным давлением 0,1÷0,2 кгс/см².

Заполнение емкостей, мерников огнеопасными, взрывоопасными продуктами не превышает максимально-допустимого уровня – не выше 80 % по шкале прибора.

Алюминиевый порошок храниться в сухих помещениях, в герметичных барабанах. Хранение алюминиевого порошка в барабанах с нарушенной герметичностью (трещины, открытые крышки) запрещается.

Во время хранения порошка производится контроль за состоянием барабанов, проверяется на ощупь температура стенок барабанов, и в случае ее повышения, удаляются барабаны из склада в специально отведенное место на площадке хранения барабанов из-под алюминиевого порошка.

Категории взрывопожарной и пожарной опасности помещений и

наружных установок производства ТИБА представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Категории взрывопожарной и пожарной опасности помещений и наружных установок производства ТИБА

Наименование производственных зданий, помещений, наружных установок	Категория взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий	Класс Зоны
Электролизное отделение (корпус 2а)	А	2-й
Компрессорное отделение (корпус 2а)	А	2-й
Отделение приготовления суспензии алюминия (корпус 3)	А	22-й
Кабины реакторов синтеза ТИБА (корпус 3)	А	2-й
Склад хранения алюминиевого порошка (корпус БК-5а)		2-й
Отделение отстоя ТИБА (корпус 2а)	А	2-й
Отделение фильтрации ТИБА (корпус 3)	А	2-й
Отделение нагрева и охлаждения трансформаторного масла (корпус 2а)	А	2-й
Склад углеводородов	Ан	2-й
Отделение сбора и утилизации отходов производства (корпус БК-5а)	А	2-й
Отделение охлаждения масла для экранирования двигателей (корпус 3)	В1	П-1
Щелочное отделение (корпус 2а)	Д	-
Установка синтеза эфирата ТИБА (Корпус 3)	А	2-й
Наружная установка приготовления раствора эфирата ТИБА	Ан	2-й
Отделение приготовления каталитического комплекса. Корпус 2а	А	2-й
Холодильная установка. Корпус 2а, наружная установка	Б	2-й
Компрессорное отделение. Корпус 2а	А	2-й
Отделение приготовления суспензии алюминия (корпус БК-5а)	А	22-й
Кабины реакторов синтеза ЭАСХ (корпус БК-5а)	А	2-й
Отделение хранения ЭАСХ (корпус БК-5а)	А	2-й
Отделение осветления концентрированного раствора ЭАСХ (корпус БК-5а)	А	2-й
Отделение протонирования ЭАСХ (корпус БК-5а)	А	2-й
Отделение приема и регенерации растворителей (корпус БК-5а)	А	2-й
Отделение нагрева и охлаждения масла	А	2-й
Установка сбора и утилизации отходов	Ан	2-й

Герметичные барабаны с алюминиевым порошком хранятся на складе в вертикальном положении, в один ярус, в количестве, не превышающем месячной нормы (не более 70 барабанов или 5 тонн), в случае ее превышения, удаляются барабаны из склада в специально отведенное место на площадке хранения барабанов из-под алюминиевого порошка.

В связи с высокой пожароопасностью концентрированных растворов ЭАСХ, передача его из одного аппарата в другой производится давлением азота через сифон, поэтому конструкция аппаратов, предназначенных для концентрированных растворов ЭАСХ, выполнена без штуцеров, расположенных снизу аппарата.

Процесс синтеза ЭАСХ периодический, поэтому остановку реактора на ремонт можно произвести на любой стадии.

Монтаж оборудования, а также материалы прокладок, конструкция фланцев во взрывоопасных помещениях принимаются с учетом свойств и параметров рабочей среды, категории взрывоопасности блоков [11].

В ходе исследования характеристики объекта и анализа пожарной опасности было выяснено:

- характерной особенностью производства триизобутилалюминия является наличие в системе концентрированного раствора ТИБА, а также шлама, который обладает способностью быстро расслаиваться и забивать трубопроводы, аппараты;
- чистка трубопроводов, аппаратов сопряжена с большими трудностями ввиду исключительной пирофорности шлама;
- на наружных установках и в производственных помещениях размещены первичные средства пожаротушения и приборы сигнализации довзрывной концентрации углеводородов;
- допустимое (предельное) количество людей, которые могут одновременно находиться в помещении операторной не более 20 человек, в АБК на 2 этаже – не более 10 человек;

- в производственной деятельности такого предприятия, как ООО «Тольяттикаучук» из-за пожарной и взрывоопасности обращающихся в технологическом процессе веществ существует высокий риск возникновения загораний, пожаров и взрывов, которые могут привести к чрезвычайным ситуациям;
- установка ТИБА характеризуется повышенной взрывопожароопасностью;
- основные причины, которые могут вызвать взрыв или пожар – попадание воздуха в аппараты, содержащие ТИБА;
- с целью исключения контакта с воздухом ТИБА и его растворы хранят в атмосфере очищенного азота в герметично закрытых аппаратах.

2 Характеристика систем противопожарной защиты

2.1 Характеристика установок пожарной сигнализации

Помещение операторной оборудовано автоматической системой пожарной сигнализации и оповещения при пожаре. В качестве приемного устройства используется прибор С2000М, который выдает сигнал управления на отключение вентиляции при возникновении пожара.

Для постановки на охрану пожарной сигнализации необходимо: один раз нажать кнопки лучей присутствующих в таблице. Лампочки должны засветиться зеленым цветом.

Места расположения датчиков пожарной сигнализации указаны в таблице 4.

Таблица 4 – Места расположения датчиков пожарной сигнализации

№ позиции	Место расположения датчиков пожарной сигнализации
1 луч	Резерв
2 луч	За подвесным потолком в аппаратной и помещении операторной
3 луч	Помещения дежурного электрика, коридор, комната проверки приборов, аккумуляторная, ИПР1
4 луч	Помещения РП, аппаратной, операторной, ИПР2 Нужно отжать и снова нажать кнопку данного луча.

При срабатывании датчика включится звуковой сигнал, и лампочка сработавшего луча засветится красным светом [15].

Нужно отжать и снова нажать кнопку данного луча. Если сигнал не пропадает, необходимо пройти по помещениям, входящим в состав данного луча на предмет возгорания. При обнаружении очага возгорания – вызвать пожарную охрану по телефону 92-01 и приступить к тушению огня.

Если сигнал ложный обратиться в службу технической поддержки.

В операторной также установлены извещатели дымовые и ручные пожарные извещатели:

- пожарный дымовой – ИП-212-45;
- пожарный ручной – ИПР- 3СУ.

В случае возникновения очага возгорания или появления открытого огня срабатывают тепловые и дымовые пожарные извещатели, расположенные на потолке операторной [15].

При обнаружении возгорания в начальной стадии и отсутствии срабатывания пожарных извещателей сигнал на ПКУ «С2000М» посылается включением ручных извещателей типа «ИПР», расположенного в операторной.

После срабатывания дымового или ручного извещателей на ПКУ «С2000М» загорается световая и срабатывает звуковая сигнализация в операторной. Одновременно световой и звуковой сигнал выдается на пульт диспетчера ПЧ.

При получении сообщения о возникновении очага возгорания начальник смены должен продублировать сигнал, поступивший с ПКУ «С2000-М» диспетчеру ПЧ по телефону, сообщить диспетчеру предприятия о возникновении загорания.

При обнаружении пожара или признаков горения на территории, в здании, помещении (задымление, запах гари, повышение температуры воздуха и др.) необходимо немедленно сообщить об этом по телефону 91-01, 92-01 в ПЧ (при этом необходимо назвать адрес объекта, место возникновения пожара, а также сообщить свою фамилию), либо вызвать пожарную охрану по пожарным извещателям.

Пожарные извещатели находятся:

- по периметру корпуса № 2а расположены пожарные извещатели № 128, 129, 139;
- в корпусе № 3 расположены пожарные извещатели: по периметру № 152, 140; на отметке 12м № 319, 254, 200, 178; на отметке 18м № 299, 257, 283;

- по периметру корпуса БК-5а расположены пожарные извещатели № 380, 387, 388, 389, 391.

2.2 Характеристика установок пожаротушения

За установкой ТИБА закреплены следующие пожарные гидранты:

- ПГ-102а, ПГ-103 – расположены вдоль дороги № 4-4;
- ПГ-117, ПГ-118 – расположены вдоль дороги № 21-21;
- ПГ-119, ПГ-120 – расположены вдоль дороги № 26-26 [17,12].

Правила эксплуатации огнегасительной установки СИ-2:

- направить шланг с раструбом на очаг загорания;
- продуть шланги азотом, открыв вентили № 2 и № 8. После продувки вентиль № 8 закрыть;
- подать азот в баллоны с порошком СИ-2, для чего открыть вентиль № 3.
- набрать в баллон с СИ-2 азот давлением 6-7 кг/см², открыть вентиль №4 для подачи порошка к очагу пожара и вентиль №1 для азота в баллон;
- одновременно в работу можно включить два баллона с СИ-2.

Водяной пар применяется для тушения очагов загорания на печи сжигания шлама.

Паровая завеса печи включаются согласно ПЛА и производственным инструкциям по рабочим местам (зонам обслуживания).

По пожарной опасности все помещения относятся к категории «А».

Для каждого помещения, защищаемого автоматическим пожаротушением, предусматривается самостоятельная дренчерная система с электроздвижками и оросителями типа ОПД, а также установлены датчики типа ДПС-038, срабатывающие при резком повышении температуры на 30°С.

В помещении насосной станции пожаротушения установлены 4 насоса:

- насос № 302/І, ІІ – для подачи раствора пенообразователя ПО-6К с

оборотной водой в отделения корпуса БК-5а: протонирования, маслохозяйства, приема, хранения шлама и растворителя;

- насос № 303/І, ІІ – для подачи пенообразователя ПО-6К на всасывание насосов № 302/І, ІІ.

Тепловые датчики – срабатывающие при резком повышении температуры до 78°С. При срабатывании тепловых датчиков в защищаемых помещениях включится адресный пожарный извещатель №439 (пожарный извещатель, который подает на адресный приемно-контрольный прибор код своего адреса вместе с извещением о пожаре).

На щите управления в операторной на панели №18 загорятся сигнальные лампы, указывающие защищаемое помещение, в котором сработал тепловой датчик, номер открывшейся задвижки, номер включившегося в работу насоса. При этом раствор пенообразователя ПО-6К смешиваясь с оборотной водой автоматически подается через оросительные системы типа ОПД установленные в помещении насосного отделения. Раствор пенообразователя составляет 6% от расхода воды.

Пенообразователь ПО-6К представляет собой жидкость темно-коричневого цвета без посторонних включений, не горюч, не взрывоопасен.

Количество пенообразователя, подаваемого на тушение, составляет 6% от расхода воды.

Для хранения пенообразователя в объеме 10 м³ служит емкость № 301.

В случае резкого повышения температуры в защищаемом помещении с помощью датчиков подаются звуковой и световой сигналы в помещение операторной корпуса БК-5а и в ПЧ; Автоматически включаются насосы № 302/І, ІІ, № 303/І, ІІ.

При активации побудительной системы на щите управления в операторной включается световая и звуковая сигнализация и автоматически открывается электродвигатель № 19.

При неполадке в системе автоматического включения установки возможно включение ее в ручном варианте.

Управление электрозадвижкой, установленной на линии подачи воды на установку автоматического пожаротушения, осуществляется при помощи трех кнопок, размещенных в горизонтальном положении непосредственно на месте установки электрозадвижки № 19 на НУ-3 на отм. 6,0 м:

- левая кнопка – «открытие»;
- средняя кнопка – «закрытие»;
- правая кнопка – «стоп».

При нажатии на кнопку «открытие» электрозадвижка открывается полностью, после чего электродвигатель автоматически отключается.

При нажатии на кнопку «закрытие» электрозадвижка закрывается полностью, после чего электродвигатель автоматически отключается.

При нажатии на кнопку «стоп» электродвигатель задвижки отключается в любом положении.

В случае выхода из строя кнопок управления, электрозадвижка открывается вручную, для этого поставить переключатель электропривода задвижки на ручное управление и открыть электрозадвижку.

Одновременно происходит автоматическое открытие соответствующих электрозадвижек на напорных линиях этих насосов. Сигнал об открытии электрозадвижек также поступает в помещение операторной. Вода с пенообразователем по трубопроводу подается в оросители типа ОПД, где получается пена средней кратности. Пена заполняет помещение и оборудование и ликвидирует очаг загорания.

2.3 Характеристика системы оповещения и эвакуации людей

Система оповещения АБК состоит из громкоговорящей связи, телефонов (вызов пожарной части по номеру 92-01), пожарных извещателей, аварийной сирены и автоматической пожарной сигнализации, и оповещения при пожаре в помещении операторной.

Все работники отделения знают номера телефонов аварийных служб и другие средства связи, умеют ими пользоваться: по телефону 92-01 сообщить название отделения, место пожара, свою должность и фамилию.

Телефонные аппараты расположены в кабинетах операторной отделения.

В насосных установлена громкоговорящая связь.

Также предусмотрена система оповещения людей о пожаре 2-го типа в случае возникновения пожара в помещении операторной [14].

В качестве исполнительного устройства используется сирена ПКИ-1 и световое табло «Выход», которые расположены на путях эвакуации людей.

В ходе исследования характеристики систем противопожарной защиты объекта исследования было выяснено:

- помещение операторной оборудовано автоматической системой пожарной сигнализации и оповещения при пожаре;
- водяной пар применяется для тушения очагов загорания на печи сжигания шлама;
- для каждого помещения, защищаемого автоматическим пожаротушением, предусматривается самостоятельная дренчерная система с электроздвижками и оросителями типа ОПД;
- в насосных установлена громкоговорящая связь;
- также предусмотрена система оповещения людей о пожаре 2-го типа в случае возникновения пожара в помещении операторной.

3 Проверочный расчёт систем противопожарной защиты

3.1 Проверочный расчёт установок пожарной сигнализации

В соответствии с требованиями СП 486.1311500.2020, помещения оборудуются автоматической системой пожарной сигнализации.

Исходя из характеристики защищаемых помещений, хранящихся в них горючих материалов, проектом предусмотрена защита помещений дымовыми пожарными извещателями.

Для подачи сигнала о пожаре в случае его визуального обнаружения на путях эвакуации предусматривается установка ручных пожарных извещателей.

Для более точной адресации места возникновения пожара предусмотрено использовать многошлейфовую систему пожарной сигнализации, это облегчает поиск дежурным персоналом помещения, в котором сработал извещатель и позволяет принимать меры по тушению пожара в начальной стадии его развития.

Каждое помещение защищается не менее чем тремя пожарными извещателями, расстояние между которыми не более половины нормативного.

Запотолочное пространство защищается не менее, чем двумя пожарными извещателями. Также запотолочные датчики дублируются выносными устройствами, установленными на подвесном потолке.

Подключение шлейфов пожарной сигнализации осуществляется к ППКОП «Сигнал-20П» с пультом управления «С2000-М».

Шлейфы пожарной сигнализации выполняются в поливинилхлоридных трубах проводом связи в двойной изоляции, с медными жилами и с диаметром сечения, соответствующим техническим условиям на извещатели, но не менее 0,5 мм. Кабель проложить по потолкам – в ПВХ трубах, а по стене – в электротехнических коробах.

Соединения и ответвления проводов и кабелей производятся в соединительных и распределительных коробках с помощью винтов.

Прокладка проводов и кабелей по стенам произвести на расстоянии не менее 0,1 м от потолка и на высоте не менее 2,2 м от пола.

Соединительные линии имеют резервный запас жил кабелей и клемм соединительных коробок не менее 10%. Резерв емкости ППКОП «Сигнал 20П» по шлейфам составляет не менее 10%.

Отображение состояния защищаемых зон осуществляет пульт «С2000-М», к которому подключены приборы «Сигнал – 20П» и «С2000-4». На дисплее пульта индицируются все изменения в системе сигнализации. При срабатывании пожарного извещателя или неисправности шлейфа сигнализации, сигнал поступает на контрольную панель «Сигнал – 20П», отображаясь на дисплее пульта «С2000-М».

Цепи электропитания приемно-контрольного прибора, выполнены самостоятельными проводами и кабелями с медными жилами.

Шлейфы пожарной сигнализации выполнены кабелями связи. Шлейфы пожарной сигнализации присоединены к прибору приемно-контрольному пожарному посредством соединительных коробок, кроссов.

Согласно ПУЭ и СП 484.1311500.2020, по степени обеспечения надежности электроснабжения электроприемники системы пожарной сигнализации относятся к I категории. Питание установки осуществляется от сети напряжением 220В (рабочий ввод) [8,15].

В качестве источника резервного питания, поддерживающего систему в работоспособном состоянии не менее 24 часов в дежурном режиме и не менее 1 часа в режиме тревога, предусмотрен резервированный источник питания.

Для обеспечения безопасной эксплуатации оборудования автоматической системы пожарной сигнализации и защиты обслуживающего персонала от поражений электротоком на данном объекте оборудовано заземляющее устройство.

Защитному заземлению подлежит металлический корпус прибора. Для выполнения требований ПУЭ «Правила устройства электроустановок», необходимо соединить корпус прибора с шиной РЕ электроцита при системе TN-S или с шиной PEN при системе TN-C.

Соединение должно быть выполнено проводом марки ПВЗ 4,0 в желто-зеленой изоляции. Присоединение защитных проводников обеспечивает надежный контакт и выполняется болтовым соединением.

Для болтовых присоединений предусмотрены меры против ослабления и коррозии контактного соединения.

Приборы «С2000-М», ППК «Сигнал-20П» и «С2000-БИ» установлены в помещении операторной. Приборы ППК «С2000-4» (исп. 2.00) и шкаф управления ШКП-10 установлены на этажах, согласно плану расположения оборудования.

Приборы «С2000-М», ППК «Сигнал-20П», ШКП-10, ППК «С2000-4» и «С2000-БИ» установлены на стене из негорючих материалов и размещены таким образом, чтобы высота от уровня пола до оперативных органов управления не превышала 1,5 м.

Дымовые пожарные извещатели устанавливаются на потолке, на пути наиболее вероятного движения дымовых потоков. Ручные пожарные извещатели установлены на стенах около эвакуационных выходов, на высоте 1,5 м от уровня земли или пола.

Размещение пожарных извещателей производить с учетом воздушных потоков в защищаемом помещении, вызываемых приточной или вытяжной вентиляцией, при этом расстояние от извещателя до вентиляционных отверстий предусмотреть не менее 1 м.

Ручные пожарные извещатели установлены в местах, удаленных от электромагнитов, постоянных магнитов, и других устройств, воздействие которых может вызвать самопроизвольное срабатывание ручного пожарного извещателя.

На расстоянии не менее 0,75 м до извещателя отсутствуют различные органы управления и предметы, препятствующие доступу к извещателю.

Освещенность в месте установки ручного пожарного извещателя составляет не менее 50 лк.

Расчет питания для оповещения о пожаре представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Расчет питания для оповещения о пожаре

Наименование	Кол.	Iд.,мА	Iт.,мА	Iд.max.,мА				Iт.max.,мА					
				1	×	220	=	220	1	×	230	=	230
Танго ПУ	1	220	230	1	×	220	=	220	1	×	230	=	230
АСТО12С/1-2	2	0	90	2	×	0	=	0	2	×	90	=	180
АСТО12С/1	1	0	60	1	×	0	=	0	1	×	60	=	60
				Iд.max. = 220				Iт.max. = 470					
Id - ток потребления в дежурном режиме, It - ток потребления в тревожном режиме Рассчитаем емкость С аккумуляторной батареи, обеспечивающую питание электроприемников в течение 24ч. в дежурном режиме и 1ч. в режиме тревоги $C=0,022*24+0,47*1=$ 1 Ахч Следовательно, выбираем емкость АКБ, равную 7Ач													

Вывод: резервное питание для установки оповещения о пожаре осуществляется от аккумуляторных батарей 12В, 7а/ч – 2 шт. и обеспечивает работу установки в течение 1 часа.

3.2 Проверочный расчёт установок пожаротушения

Гарантированный напор в сети противопожарного водопровода, согласно техническим условиям, составляет 50 м.

В качестве основного водопитателя принимается наружный кольцевой водопровод (2 ввода Ду 150 мм каждый). Для поддержания постоянного давления в трубопроводах установки и обеспечения её работы с расчётными параметрами предусмотрено следующее оборудование:

- четыре стандартных одноступенчатых насоса NB 100-200/211, $n=1450 \text{ мин}^{-1}$ производительностью $Q = 129 \text{ м}^3/\text{час}$ (35,8 л/сек), $H =$

11,6 м, с электродвигателем $N = 7,5$ кВт, три насоса – рабочие, четвёртый – резервный;

- центробежный насос высокого давления CR 5-4 производительностью $Q = 4$ м³/час, $H = 20$ м с электродвигателем $N = 0,55$ кВт.

Расход воды на пожаротушение определяется произведением площади для расчета расхода воды на интенсивность орошения.

Площадь для расчета расхода воды $S = 120$ м² находится по табл.1 пункт 4.4 НПБ 88-2001*, для группы помещений – 1 [5].

Интенсивность орошения водой принимаем $J = 0,09$ л/сек (таблица 3 НПБ 88-2001*).

$$Q_{\text{дренчнрн.}} = S \times j \quad (1)$$

где S – площадь тушения, м²

j – интенсивность орошения водой, л/сек.

$$Q_{\text{дренчнрн.}} = 120 \times 0,09 = 10,8 \text{ л/сек}$$

$$Q_{\text{дренчнрн.завесы}} = q_{\text{др.зав.}} \times n_{\text{др.зав.}} \quad (2)$$

где $q_{\text{др.зав.}} = 1,0$ л/сек – расход воды на 1м ширины проема при дренчерной завесе (см. п.4.24 НПБ 88-2001).

$n_{\text{др.зав.}}$ – длина завесы, м.

$$Q_{\text{дренчнрн.завесы}} = 1,0 \times 25 = 25 \text{ л/сек,}$$

$$Q_{\text{общ.}} = 10,8 + 25 = 35,8 \text{ л/сек} = 129 \text{ м}^3/\text{час.}$$

Время работы системы пожаротушения согласно НПБ 88-2001* — 30 минут.

Требуемый напор в системе пожаротушения определяются из сумм напоров:

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5, \quad (3)$$

где h_1 – геометрическая высота расчётного оросителя, м;

$$h_1 = 13,6 \text{ м вод. ст.}$$

h_2 – свободный напор у расчётного наиболее удалённого оросителя,
м. вод. ст.;

$$h_2 = 10 \text{ м вод. ст.}$$

h_3 – потери напора по длине трубопровода, м. вод. ст.;

$$h_3 = 27,51 \text{ м вод. ст.}$$

h_4 – потери напора на местные сопротивления равны 20% от h_3 ;

$$h_4 = 0,2 \times h_3 = 0,2 \times 27,51 = 5,50 \text{ м вод. ст.}$$

h_5 – потери напора в узле управления;

$$h_5 = 5 \text{ м вод. ст.}$$

$$H_{\text{расч.}} = 13,6 + 10 + 27,51 + 5,50 + 5 = 61,6 \text{ м вод. ст.}$$

Гарантированный напор в сети противопожарного водопровода, идущего в здание, составляет 50 м. вод. ст., этого напора недостаточно для обеспечения требуемого давления перед наиболее удалённым от установки пожаротушения оросителем 2-го этажа АДЦ. Поэтому для запитки системы пожаротушения водой предусматривается собственная насосная станция.

$$H_{\text{насоса}} = H_{\text{расч.}} - H_{\text{гарантированного напора}} \quad (4)$$

$$H_{\text{насоса}} = 61,6 - 50 = 11,6 \text{ м вод. ст.}$$

Для обеспечения безопасной эксплуатации оборудования и защиты обслуживающего персонала от поражений электротоком на данном объекте оборудовано заземляющее устройство.

Защитному заземлению подлежит металлический корпус насоса и щиты управления. Соединение должно быть выполнено проводом марки ПВЗ 4,0 в желто-зеленой изоляции. Присоединение защитных проводников обеспечивает надежный контакт и выполняется болтовым соединением.

Для болтовых присоединений предусмотрены меры против ослабления и коррозии контактного соединения.

Эксплуатация автоматической установки пенного пожаротушения осуществляется согласно инструкции И-БК-6,8-51-ХХ «По обслуживанию автоматической установки пожаротушения». Автоматическая установка пожаротушения (АУП) предназначена для:

- автоматического обнаружения очага воспламенения;
- подачи сигнала о пожаре в операторную и в ПЧ;
- тушения пожара в защищаемых помещениях воздушно-механической пеной.

Автоматическая установка пожаротушения соответствует требованиям ГОСТ Р 50800-95 «Установки пенного пожаротушения автоматические. Общие технические требования» [6].

3.3 Проверочный расчёт системы оповещения и эвакуации людей

Система голосового оповещения (СГО) относится к I категории согласно Правилам устройства электроустановок и должно осуществляться от двух независимых источников.

Питание электроприемников следует осуществить согласно ПУЭ.

Питающие кабельные линии СГО должны сохранять работоспособность в условиях пожара в течение времени, необходимого для функционирования конкретных систем защищаемого объекта, а так же времени, необходимого для полной эвакуации людей в безопасную зону.

Питание СГО должно осуществляться от самостоятельного вводно-распределительного устройства (ВРУ), расположенного пожарном отсеке где располагается центральное оборудование системы с устройством автоматического включения резерва (АВР), имеющего отличительную окраску.

В случае питания электроприемников СГО и системы пожарной сигнализации от резервного ввода допускается при необходимости обеспечивать электропитание указанных электроприемников за счет

отключения на объекте электроприемников II и III категории надежности электроснабжения.

Распределительные линии питания электроприемников систем противопожарной защиты должны быть самостоятельными для каждого электроприемника, начиная от щита противопожарных устройств ВРУ. Допускается выполнять распределительные линии питания электроприемников систем противопожарной защиты для каждого электроприемника от групповых щитов противопожарных устройств при условии, что эти щиты должны сохранять работоспособность в условиях пожара в течение времени, необходимого для функционирования систем противопожарной защиты.

Не допускается совместная прокладка кабельных линий систем голосового оповещения с другими кабелями и проводами в одном коробе, трубе, жгуте, замкнутом канале строительной конструкции или на одном лотке [13].

Запрещается установка устройств защитного отключения (УЗО) в цепях питания электроприемников систем противопожарной защиты.

Время сохранения работоспособности кабельных линий и электрических щитов определить по ГОСТ Р 53316.

При использовании аккумулятора в качестве источника питания должен быть обеспечен режим подзарядки аккумулятора.

Кабельные линии питающей сети системы голосового оповещения выполнять выполняться огнестойкими кабелями с медными жилами, не распространяющими горение при групповой прокладке по категории А по ГОСТ Р МЭК 60332-3-22 не содержащими галогенов (нг-HFFR).

Линию электропитания подвести к месту установки шкафа СГО1, обеспечить запас кабеля 4 м.

Резервный источник электропитания должен обеспечить работу системы в течении 24 часов.

«В технических характеристиках на оповещатели приводится уровень звукового сигнала на расстоянии 1 м ($S_{оп}$), который должен быть в пределах от 85 до 110 дБ(А)» [1].

По требованию п.3.15. НПБ 104-03 для обеспечения четкой слышимости звуковые сигналы СОУЭ должны обеспечивать уровень звука не менее чем на 15 дБ выше допустимого уровня звука постоянного шума в защищаемом помещении (формула 5).

$$S_{п+} = S_{п} + 15 \text{ дБ}, \quad (5)$$

где $S_{п}$ – «среднестатистический уровень звука постоянного шума в помещениях» [1].

«Определение уровня сигнала на произвольном расстоянии SP_L производится сложением паспортного значения сигнала оповещателя (на 1 метре) с величиной ослабления сигнала (со знаком минус) для данного расстояния» [1].

$$SP_{L=} = S_{оп+} + r \quad (6)$$

«Зависимость снижения уровня сигнала от расстояния до оповещателя вычисляется по формуле 7» [1]:

$$r = 10Lg\left(\frac{1}{L^2}\right); \quad (7)$$

где L – расстояние от оповещателя до расчётной точки (м),

r – ослабление звукового сигнала (дБ) при прохождении расстояния L .

Результаты расчёта сведены в таблицу 6.

Таблица 6 – Результаты расчёта системы оповещения и эвакуации людей

№ пом.	$S_{оп}$, дБ	$S_{п}$, дБ	$S_{п+}$, дБ	L, м	г, дБ	SP_L , дБ
1	105	50	65	5,10	-14,151	90,85
2	105	50	65	6,20	-15,848	89,15
3	105	50	65	1,40	-2,9226	102,08
4	105	50	65	4,70	-13,442	91,56

Для требуемой НПБ 104-03 слышимости звуковых сигналов СОУЭ выполняется условие $S_{п+} < SP_L$. [5].

По результатам проверочных расчётов систем противопожарной защиты было выяснено:

- для обеспечения безопасной эксплуатации оборудования АПС и защиты обслуживающего персонала от поражений электротоком на данном объекте оборудовано заземляющее устройство;
- резервное питание для АПС осуществляется от аккумуляторных батарей 12В, 7а/ч – 2 шт. и обеспечивает работу установки в течение 1 часа;
- гарантированный напор в сети противопожарного водопровода, идущего в здание, составляет 50 м. вод. ст., этого напора недостаточно для обеспечения требуемого давления перед наиболее удалённым от установки пожаротушения;
- автоматическая установка пожаротушения соответствует требованиям ГОСТ Р 50800-95 «Установки пенного пожаротушения автоматические. Общие технические требования»;
- результаты расчёта системы оповещения и эвакуации людей показали, что для требуемой слышимости звуковых сигналов СОУЭ выполняется условие $S_{п+} < SP_L$.

4 Охрана труда

Организация охраны труда дежурных караулов подразделений пожарной охраны на пожарах и учениях регламентируется приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 11 декабря 2020 года № 881н «Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях пожарной охраны».

«На основе Правил разрабатываются инструкции по охране труда, которые утверждаются локальным нормативным актом работодателя (руководителя учреждения) с учетом мнения профсоюзного органа либо иного уполномоченного работниками представительного органа (при наличии). Инструкции по охране труда, а также перечень этих инструкций хранятся у начальника соответствующего подразделения, копии с учетом обеспечения доступности и удобства ознакомления с ними в помещении начальника караула (руководителя дежурной смены)» [4].

«Обеспечение безопасных условий труда личного состава возлагается:

- а) в структурных подразделениях центрального аппарата – на руководителей структурных подразделений центрального аппарата;
- б) в региональных центрах по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий – на начальников региональных центров;
- в) в главных управлениях МЧС России по субъектам Российской Федерации – на начальников главных управлений;
- г) в учреждениях и организациях – на начальников учреждений и организаций;
- д) в подразделениях ФПС – на начальников подразделений;
- е) в караулах (дежурных сменах) - на начальников караулов (дежурных смен);

ж) при работе на пожаре и проведении аварийно-спасательных работ – на руководителя тушения пожара и на должностных лиц на пожаре, обеспечивающих выполнение работ на порученном участке;

з) при проведении занятий, учений, соревнований – на руководителей занятий, учений, соревнований» [4].

«Начальник дежурного караула (смены) или начальник подразделения пожарной охраны, выехавший во главе дежурного караула (смены) к месту вызова, контролирует соблюдение водителем правил дорожного движения» [4].

«Ответственным за безопасное движение пожарного автомобиля является водитель» [4].

«Во время движения пожарных автомобилей личному составу пожарной охраны запрещается открывать двери кабин, стоять на подножках, кроме случаев прокладки рукавной линии, высовываться из кабины, курить и применять открытый огонь» [4].

«Личный состав пожарной охраны прибывает на место пожара, проведения аварийно-спасательных и специальных работ одетым в боевую одежду и обеспеченным средствами индивидуальной защиты с учетом выполняемых задач. Водителям пожарных автомобилей допускается одевание боевой одежды по прибытии к месту вызова» [4].

«При ведении действий по тушению пожара и проведении аварийно-спасательных и специальных работ в части, касающейся соблюдения требований правил по охране труда, личный состав пожарной охраны:

- проводит проверку СИЗОД;
- знает сигналы оповещения об опасности;
- не заходит без команды руководителя тушения пожара (начальника боевого участка, начальника сектора проведения работ - при их создании) и уточнения значений концентрации паров аварийно химически опасных веществ и уровня радиационного заражения в

аварийные помещения, в которых хранятся или обращаются аварийно-опасные химические или радиоактивные вещества;

- при продвижении простукивает перед собой пожарным инструментом конструкции перекрытия для предотвращения падения в монтажные, технологические и другие проемы, а также в местах обрушения строительных конструкций;
- продвигается, как правило, вдоль капитальных стен или стен с оконными проемами с соблюдением мер предосторожности, в том числе обусловленных оперативно-тактическими и конструктивными особенностями объекта пожара (аварии);
- при продвижении в помещениях касается стен только тыльной стороной ладони;
- не использует открытый огонь для освещения колодцев газо- и теплокоммуникаций;
- не использует для спасания и самоспасания мокрые спасательные веревки и не предназначенные для этих целей другие средства;
- приступает к спасанию и самоспасанию после того, как лично убедится в том, что длина спасательной веревки обеспечивает полный спуск на землю (балкон), спасательная петля закреплена на спасаемом и правильно намотана на поясной пожарный карабин;
- не использует при работе на пожаре лифты для подъема личного состава пожарной охраны, кроме лифтов, имеющих режим работы «Перевозка пожарных подразделений», которые рекомендуется использовать для подъема пожарного оборудования. При использовании таких типов лифтов личный состав пожарной охраны поднимается на 1-2 этажа ниже этажа пожара;
- не допускает снятия газодымозащитниками лицевой части (панорамной маски) или оттягивания её для протирки стекла, не выключается даже на короткое время;

- при вскрытии дверных проемов находится вне проемов, как можно ниже пригнувшись к полу, и по возможности использует полотно двери для защиты от возможного выброса пламени» [4].

Пожарное отделение приступает к тушению пожара только после инструктажа и получения письменного допуска на тушение пожара.

В таблице 7 представлена документированная процедура обеспечения личного состава пожарных подразделений СИЗ, разработанная в соответствии с приказом Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 1 июня 2009 г. №290н «Об утверждении Межотраслевых правил обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты».

Таблица 7 – Документированная процедура обеспечения личного состава пожарных подразделений СИЗ

Процесс (наименование)	Исполнитель	Документ на входе	Документ на выходе
Разработка перечня рабочих мест	Должностное лицо, утвержденное приказом за обеспечение СИЗ	Приказ об обеспечении средствами защиты	Перечень рабочих мест
Разработка перечня необходимых СИЗ	Должностное лицо, утвержденное приказом за обеспечение СИЗ	Перечень рабочих мест	Перечень необходимых СИЗ
Разработка и утверждение положения по нормам выдачи СИЗ	Должностное лицо, утвержденное приказом за обеспечение СИЗ	Перечень необходимых СИЗ	Приказ руководителя о выдаче СИЗ, Положение по нормам выдачи СИЗ
Выдача СИЗ сотрудникам и работникам пожарных подразделений	Должностное лицо, утвержденное приказом за обеспечение СИЗ	Приказ руководителя о выдаче СИЗ, Положение по нормам выдачи СИЗ	Отметка о выдаче СИЗ в учётной карточке
Учет выдачи СИЗ сотрудникам и работникам пожарных подразделений	Должностное лицо, утвержденное приказом за обеспечение СИЗ	Запись в учётную карточку о выдаче СИЗ работникам	Журнал учета выдачи СИЗ сотрудникам и работникам пожарных подразделений

В соответствии с санитарной группой производственного процесса работники и сотрудники пожарных подразделений должны соблюдать правила личной гигиены, должны быть обеспечены:

- спецодеждой;
- спецобувью;
- защитными средствами;
- медицинским обслуживанием;
- санитарно-бытовыми помещениями.

Специальная одежда сотрудников и работников должна храниться в подвешенном виде в металлических шкафах в раздевалках пожарных подразделений.

Средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения (СИЗОД) в свободное от работы время должны храниться на посту ГДЗС подразделения.

5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Для защиты окружающей среды на предприятии предусмотрены следующие основные мероприятия:

- герметичный слив продукта;
- технологический процесс осуществляется в герметичном оборудовании;
- емкости для приема и хранения ПБА соединены между собой газоуравнительными линиями;
- для перекачки ПБА предусматриваются герметичные (бессальниковые) компрессора, остановка которых предусматривается дистанционно из ПУ;
- выполнено разделение технологической схемы процесса на технологические блоки с установкой на границах блоков быстродействующей отсечной арматуры для быстрого дистанционного отключения из ПУ аварийного блока, снижая тем самым поступление вредных веществ в атмосферу;
- установка сигнализаторов дозрывных концентраций во взрывоопасных зонах со звуковой и световой сигнализацией в ПУ и звуковой сигнализацией по месту;
- применение на трубопроводах фланцевых соединений с уплотнительной поверхностью «выступ-впадина» для блоков I категории взрывоопасности.

Постоянные организованные выбросы на объекте отсутствуют.

К периодическим выбросам относятся:

- аварийные выбросы при срабатывании предохранительных клапанов (залповые выбросы);
- при опорожнении оборудования перед остановом.

Все выбросы направляются в факельную систему на сжигание.

Вариант очистки выбросов представлен на рисунке 5.

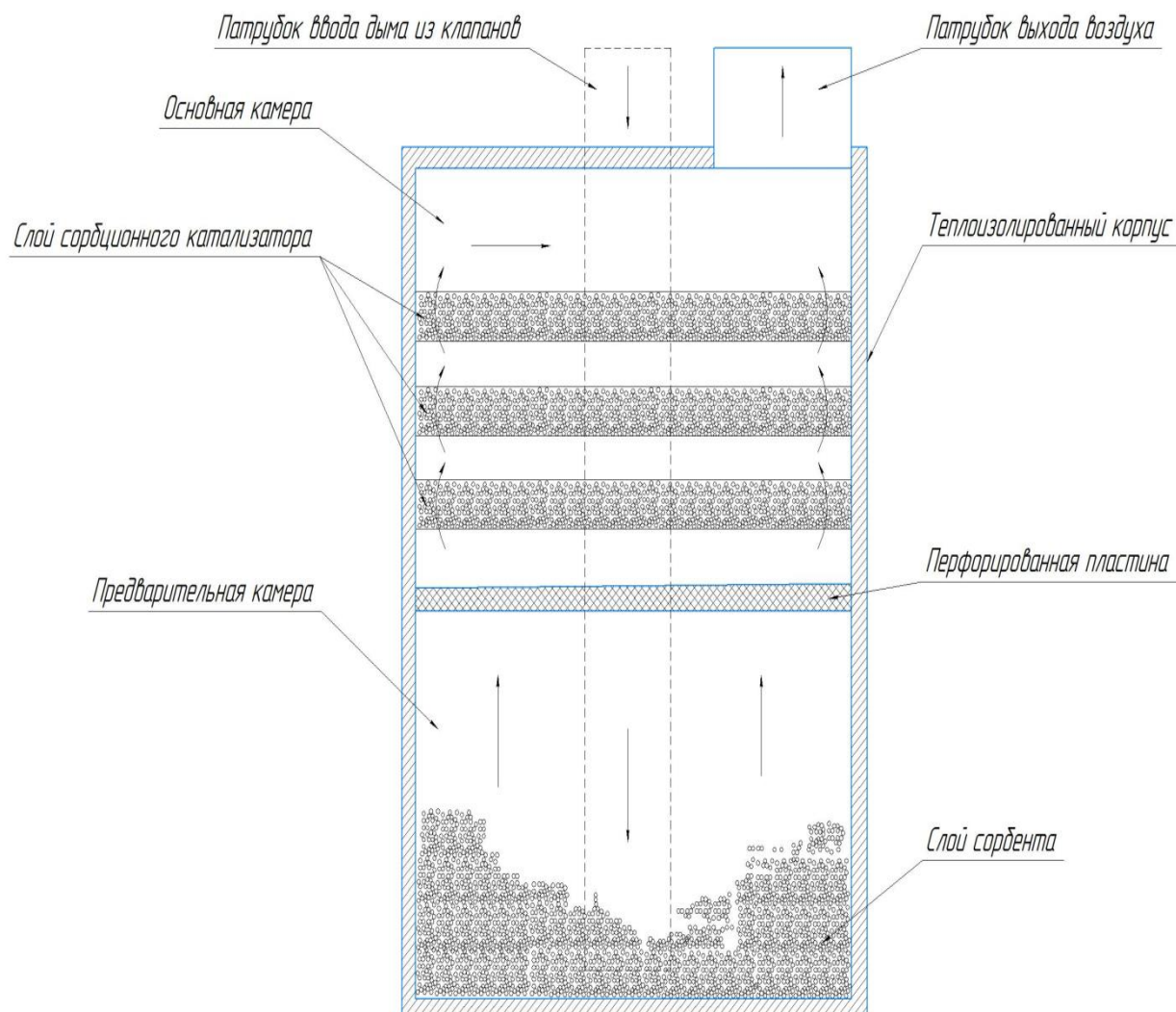


Рисунок 5 – Очистка выбросов

Для предотвращения загрязнения почвы предусматриваются следующие мероприятия:

- бетонирование с отбортовкой площадок слива, площадки компрессоров и организация сбора ливневых и талых вод;
- организация закрытой системы дренажа аппаратов и трубопроводов.

Сбросы от предохранительных клапанов сведены к минимуму, С целью снижения выбросов приняты меры по уменьшению вероятности

срабатывания предохранительных клапанов: расчетное давление аппаратов превышает рабочее давление не менее, чем на 3 кгс/см².

Единственным источником срабатывания предохранительных клапанов является теплоприток из окружающей среды при пожаре.

Краткосрочное воздействие на окружающую среду в результате воздействия пожаров, т. е. воздействие, возникающее после пожара в течение нескольких минут или нескольких дней, в основном относится к местной окружающей среде, в пределах зоны пожарного шлейфа и зоны стока воды.

Включают следующие загрязнители:

- оксиды азота (NO_x);
- оксиды серы (SO_x);
- некоторые металлы;
- галогенированные кислоты (HX);
- твердые частицы.

Долгосрочное воздействие на окружающую среду, возникающее в результате опасностей, связанных с пожаром, будет рассматриваться как воздействие, которое не ощущается или не признается сразу.

Были определены следующие опасности, имеющие некоторые долгосрочные последствия:

- некоторые металлы;
- полициклические ароматические углеводороды (ПАУ);
- полихлорированные дибензофураны (ПХДФ);
- полихлорированные дибензодиоксины (ПХДД);
- полибромированные дибензофураны (ПБДФ);
- полибромированные дибензодиоксины (ПБДД);
- полихлорированные дифенилы (ПХД);
- перфторированные соединения (ПФУ).

6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

В целях своевременной регистрации загораний предложено напротив стеллажа с барабанами алюминиевого порошка установить тепловизионные датчики с функцией подачи сигнала о превышении температуры стенок барабанов на приёмный прибор, размещённый в помещении операторной, а также установить извещатели пожарные пламени типа ИПП-Ех.

В целях пожаротушения склада алюминиевого порошка выполнить автоматическую подачу порошка от огнегасительной установки СИ-2 на тушение загораний на стеллажах с барабанами алюминиевого порошка в помещении склада. Пуск автоматической системы подачи порошка от огнегасительной установки СИ-2 на тушение загораний на стеллажах с барабанами алюминиевого порошка будет происходить из помещения операторной.

План мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на территории установки ТИБА ООО «Тольяттикаучук» представлен в таблице 8.

Таблица 8 – План мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на территории установки ТИБА ООО «Тольяттикаучук»

Вид работ	Срок исполнения	Исполнитель
Проектирование системы пожаротушения склада алюминиевого порошка	Июль 2021 г.	Лицензированная организация (подрядчик)
Монтаж системы пожаротушения склада алюминиевого порошка	Август 2021 г.	Лицензированная организация (подрядчик)
Пуско-наладочные работы	Сентябрь 2021 г.	Лицензированная организация (подрядчик)
Обслуживание системы пожаротушения склада алюминиевого порошка	Постоянно	Лицензированная организация (подрядчик)

Расчёт ожидаемых потерь от пожаров на территории установки ТИБА ООО «Тольяттикаучук» произведём по двум сценариям обеспечения пожарной безопасности:

- на территории установки ТИБА ООО «Тольяттикаучук» имеются существующие противопожарные системы;
- в помещении склада установки ТИБА ООО «Тольяттикаучук» выполнена автоматическая подача порошка от огнетушительной установки СИ-2 на тушение загораний на стеллажах с барабанами алюминиевого порошка.

Рассчитаем площадь пожара на территории установки ТИБА ООО «Тольяттикаучук» по формуле 8:

$$F''_{\text{пож}} = n(v_{\text{л}} B_{\text{св.г}})^2 2 \text{ м}^2, \quad (8)$$

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

$B_{\text{св.г}}$ – время свободного горения, мин.» [7].

$$F''_{\text{пож}} = 3,14(1 \times 7)^2 2 = 308 \text{ м}^2$$

Расчёт ожидаемых потерь на территории установки ТИБА ООО «Тольяттикаучук» от пожаров производится по формуле 9.

Данные для расчёта ожидаемых потерь на территории установки ТИБА ООО «Тольяттикаучук» от пожаров представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Данные для расчёта ожидаемых потерь

Показатель	Измерение	Первый вариант	Второй вариант
1	2	3	4
Площадь зданий установки ТИБА	м ²	1760	

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4
Стоимость технологического и производственного оборудования установки ТИБА	руб./м ²	200000	200000
Стоимость частей зданий установки ТИБА	руб./м ²	30000	30000
Вероятность возникновения загорания на установке ТИБА	1/м ² в год	2,2·10 ⁻⁵	
«Вероятность тушения пожара привозными средствами пожаротушения» [6]	P_2	0,86	
«Вероятность тушения пожара первичными средствами» [6]	P_1	0,79	
«Вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения» [6]	P_3	0,95	
«Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами» [6]	-	0,52	
«Коэффициент, учитывающий косвенные потери» [6]	k	1,63	

Расчёт материальных потерь:

$$M(\Pi) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2), \quad (9)$$

«где $M(\Pi_1)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения, руб./год;

$M(\Pi_2)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, ликвидированных подразделениями пожарной охраны, руб./год;

$M(\Pi_3)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения, руб./год» [7]:

$$M(\Pi_1) = JFC_m F_{\text{пож}} (1+k) p_1; \quad (10)$$

«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;

k – коэффициент, учитывающий косвенные потери;

p_1 – вероятность тушения пожара первичными средствами» [7].

$$M(\Pi_2) = JF(C_m F'_{\text{пож}} + C_k) 0,52(1+k)(1-p_1)p_2; \quad (11)$$

«где $F'_{\text{пож}}$ – площадь пожара за время тушения привозными средствами, м^2 ;

C_k – стоимость поврежденных частей здания, руб./ м^2 ;

p_2 – вероятность тушения пожара привозными средствами» [7].

Для первого варианта:

$$M(\Pi_1) = 2,2 \times 10^{-5} \times 1760 \times 30000 \times 308 \times (1+1,63) \times 0,86 = 809210,5 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 2,2 \times 10^{-5} \times 1760 \times (30000 \times 308 + 200000) \times 0,52 \times (1+1,63) \times (1 - 0,79) \times 0,86 = 90278,47 \text{ руб./год}.$$

Для второго варианта:

$$M(\Pi_1) = 2,2 \times 10^{-5} \times 1760 \times 30000 \times 4 \times (1+1,63) \times 0,86 = 10509,23 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 2,2 \times 10^{-5} \times 1760 \times (30000 \times 4 + 200000) \times 0,52 \times (1+1,63) \times (1 - 0,79) \times 0,86 = 3060,29 \text{ руб./год};$$

Общие ожидаемые потери от пожаров на территории установки ТИБА ООО «Тольяттикаучук»:

- если на территории установки ТИБА ООО «Тольяттикаучук» имеются существующие противопожарные системы:

$$M(\Pi)_1 = 809210,5 + 90278,47 = 899488,97 \text{ руб./год};$$

- если в помещении склада установки ТИБА ООО «Тольяттикаучук» выполнена автоматическая подача порошка от огнегасительной

установки СИ-2 на тушение загораний на стеллажах с барабанами алюминиевого порошка:

$$M(\Pi)_2 = 10509,23 + 3060,29 \cdot 13569,52 \text{ руб./год.}$$

Стоимость монтажа в помещении склада установки ТИБА ООО «Тольяттикаучук» автоматической подачи порошка от огнегасительной установки СИ-2 на тушение загораний на стеллажах с барабанами алюминиевого порошка представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Стоимость монтажа в помещении склада установки ТИБА ООО «Тольяттикаучук» автоматической подачи порошка от огнегасительной установки СИ-2

Виды работ	Стоимость, руб.
Проектирование системы пожаротушения склада алюминиевого порошка	100000
Проектирование системы контроля температуры стенок барабанов хранения алюминиевого порошка	100000
Стоимость оборудования системы контроля температуры и системы пожаротушения склада алюминиевого порошка с запасом огнетушащего порошка	4000000
Монтаж системы пожаротушения склада алюминиевого порошка	250000
Монтаж системы контроля температуры стенок барабанов хранения алюминиевого порошка	350000
Пуско-наладочные работы	200000
Итого:	5000000

Экономический эффект от монтажа в помещении склада установки ТИБА ООО «Тольяттикаучук» автоматической подачи порошка от огнегасительной установки СИ-2 составит:

$$И = \sum_{t=0}^T ([M(\Pi_1) - M(\Pi_2)] - [P_2 - P_1]) \times \frac{1}{(1+HD)^t} - (K_2 - K_1) \quad (12)$$

«где T – горизонт расчета (продолжительность расчетного периода);

t – год осуществления затрат;

$M(\Pi 1)$, $M(\Pi 2)$ – расчетные годовые материальные потери в базовом и планируемом вариантах, руб./год;

P_1 , P_2 – эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в t -м году, руб./год;

K_1 , K_2 – капитальные вложения на осуществление противопожарных мероприятий в базовом и планируемом вариантах, руб.;

$НД$ – постоянная норма дисконта, равная приемлемой для инвестора норме дохода на капитал» [7].

Расчёт денежных потоков от монтажа в помещении склада установки ТИБА ООО «Тольяттикаучук» автоматической подачи порошка от огнегасительной установки СИ-2 представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Расчёт денежных потоков

Год	$M(\Pi 1)-M(\Pi 2)$	D	$[M(\Pi 1)-M(\Pi 2)]D$	K_2-K_1	Денежные потоки
1	885919,45	0,91	806186,70	5000000	-4193813,3
2	885919,45	0,83	735313,14	-	735313,14
3	885919,45	0,75	664439,59	-	664439,59
4	885919,45	0,68	602425,23	-	602425,23
5	885919,45	0,62	549270,06	-	549270,06
6	885919,45	0,56	496114,89	-	496114,89
7	885919,45	0,51	451818,92	-	451818,92
8	885919,45	0,47	416382,14	-	416382,14
9	885919,45	0,42	372086,17	-	372086,17
10	885919,45	0,39	345508,59	-	345508,59

Интегральный экономический эффект от монтажа в помещении склада установки ТИБА ООО «Тольяттикаучук» автоматической подачи порошка от огнегасительной установки СИ-2 за десять лет составит 439545,43 рублей. Оборудование автоматической подачи порошка от огнегасительной установки СИ-2 в помещении склада установки ТИБА ООО «Тольяттикаучук» на тушение загораний на стеллажах с барабанами алюминиевого порошка экономически выгодно.

7 Разработка рекомендаций

В целях своевременной регистрации загораний предложено напротив стеллажа с барабанами алюминиевого порошка установить тепловизионные датчики с функцией подачи сигнала о превышении температуры стенок барабанов на приёмный прибор, размещённый в помещении операторной, а также установить извещатели пожарные пламени типа ИПП-Ех.

В целях пожаротушения склада алюминиевого порошка выполнить автоматическую подачу порошка от огнегасительной установки СИ-2 на тушение загораний на стеллажах с барабанами алюминиевого порошка в помещении склада.

Пуск автоматической системы подачи порошка от огнегасительной установки СИ-2 на тушение загораний на стеллажах с барабанами алюминиевого порошка будет происходить из помещения операторной.

Во время хранения алюминиевого порошка контроль пожарной безопасности барабанов хранения производится на ощупь, и в случае повышения температуры стенок барабанов, они удаляются из склада в специально отведенное место на площадке хранения барабанов из-под алюминиевого порошка.

Необходимо напротив стеллажа с барабанами алюминиевого порошка установить тепловизионные датчики с функцией подачи сигнала о превышении температуры стенок барабанов на приёмный прибор, размещённый в помещении операторной, а также установить извещатели пожарные пламени типа ИПП-Ех.

Необходимо учесть, что герметичные барабаны с алюминиевым порошком хранятся на складе в вертикальном положении, в один ярус, в количестве, не превышающем месячной нормы (не более 70 барабанов или 5 тонн).

Размещение рекомендуемой системы пожарной сигнализации в помещении склада алюминиевого порошка представлено на рисунке 6.

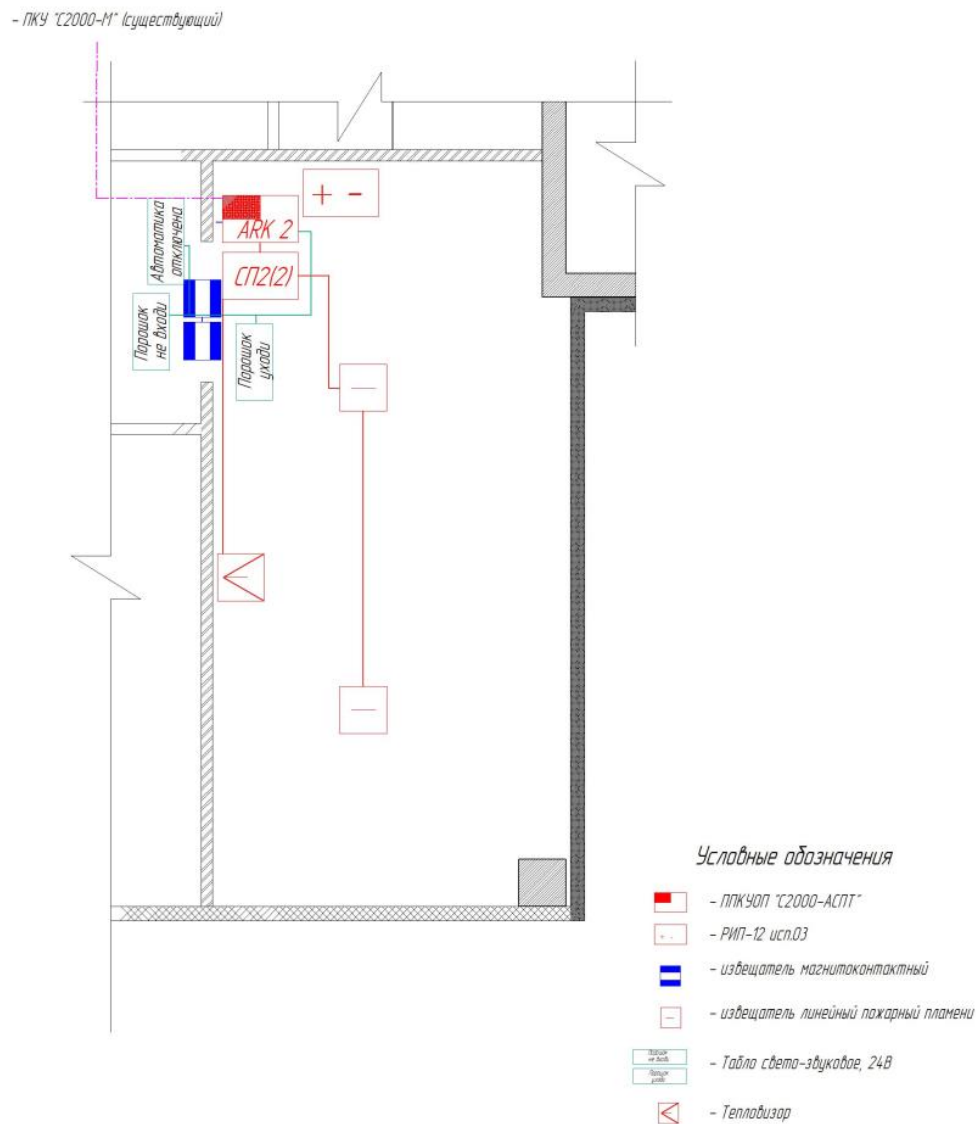


Рисунок 6 – Размещение рекомендуемой системы пожарной сигнализации в помещении склада алюминиевого порошка

Тушение загораний на стеллажах с барабанами алюминиевого порошка в помещении склада хранения алюминия производится вручную при помощи огнегасительной установки СИ-2, то есть работник направляет шланг с раструбом на очаг загорания; продувает шланги азотом, после чего подаёт азот в баллоны с порошком СИ-2 и открытием вентиля подаёт порошок к очагу пожара.

Необходимо выполнить автоматическую подачу порошка от огнегасительной установки СИ-2 на тушение загораний на стеллажах с барабанами алюминиевого порошка в помещении склада.

Размещение рекомендуемой автоматической системы подачи порошка от огнегасительной установки СИ-2 на тушение загораний на стеллажах с барабанами алюминиевого порошка представлено на рисунке 7.

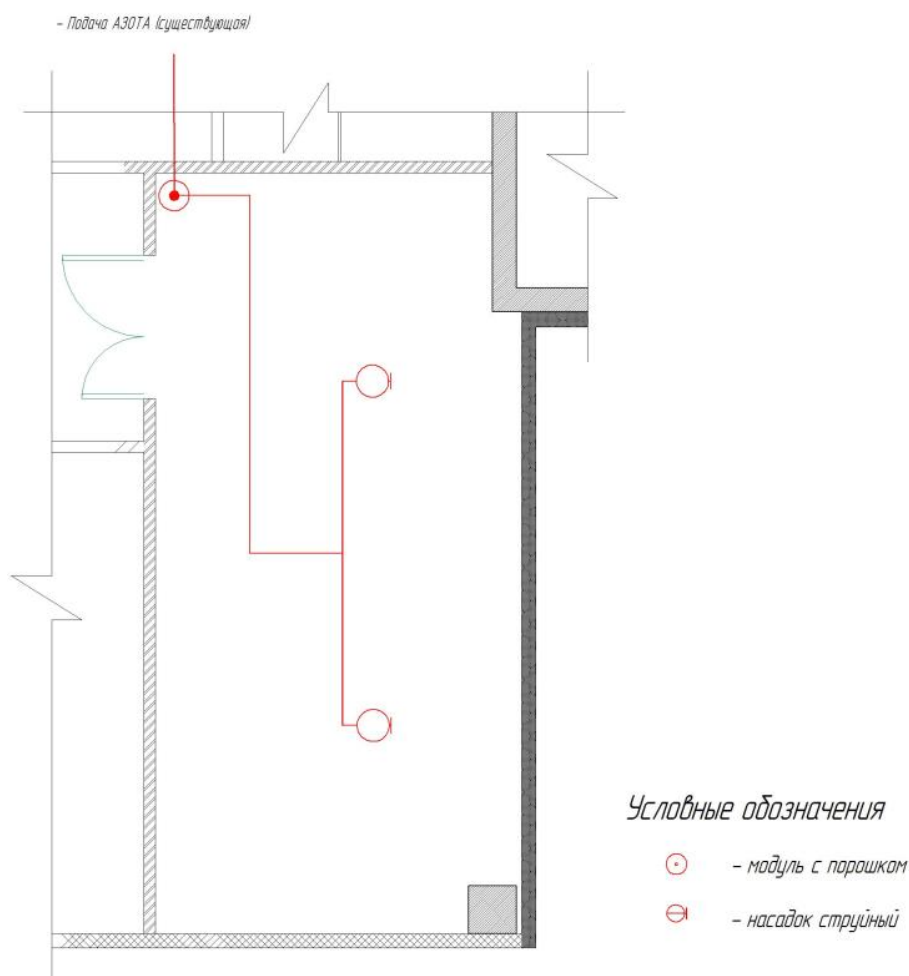


Рисунок 7 – Размещение рекомендуемой автоматической системы подачи порошка от огнегасительной установки СИ-2 на тушение загораний на стеллажах с барабанами алюминиевого порошка

Пуск автоматической системы подачи порошка от огнегасительной установки СИ-2 на тушение загораний на стеллажах с барабанами алюминиевого порошка будет происходить из помещения операторной.

Заключение

В ходе исследования характеристики объекта и анализа пожарной опасности было выяснено:

- характерной особенностью производства триизобутилалюминия является наличие в системе концентрированного раствора ТИБА, а также шлама, который обладает способностью быстро расслаиваться и забивать трубопроводы, аппараты; чистка трубопроводов, аппаратов сопряжена с большими трудностями ввиду исключительной пирофорности шлама;
- на наружных установках и в производственных помещениях размещены первичные средства пожаротушения и приборы сигнализации довзрывной концентрации углеводородов;
- допустимое (предельное) количество людей, которые могут одновременно находиться в помещении операторной не более 20 человек, в АБК на 2 этаже – не более 10 человек;
- в производственной деятельности такого предприятия, как ООО «Гольяттикаучук» из-за пожарной и взрывоопасности обращающихся в технологическом процессе веществ существует высокий риск возникновения загораний, пожаров и взрывов, которые могут привести к чрезвычайным ситуациям;
- установка ТИБА характеризуется повышенной взрывопожароопасностью;
- основные причины, которые могут вызвать взрыв или пожар – попадание воздуха в аппараты, содержащие ТИБА;
- с целью исключения контакта с воздухом ТИБА и его растворы хранят в атмосфере очищенного азота в герметично закрытых аппаратах.

В ходе исследования характеристики систем противопожарной защиты объекта исследования было выяснено:

- помещение операторной оборудовано автоматической системой пожарной сигнализации и оповещения при пожаре;
- водяной пар применяется для тушения очагов загорания на печи сжигания шлама;
- для каждого помещения, защищаемого автоматическим пожаротушением, предусматривается самостоятельная дренажная система с электроздвижками и оросителями типа ОПД;
- в насосных установлена громкоговорящая связь;
- также предусмотрена система оповещения людей о пожаре 2-го типа в случае возникновения пожара в помещении операторной.

По результатам проверочных расчётов систем противопожарной защиты было выяснено:

- для обеспечения безопасной эксплуатации оборудования автоматической системы пожарной сигнализации и защиты обслуживающего персонала от поражений электротоком на данном объекте оборудовано заземляющее устройство;
- дымовые пожарные извещатели установлены на потолке, на пути наиболее вероятного движения дымовых потоков;
- резервное питание для АПС осуществляется от аккумуляторных батарей 12В, 7а/ч – 2 шт. и обеспечивает работу установки в течение 1 часа;
- гарантированный напор в сети противопожарного водопровода идущего в здание, составляет 50 м. вод. ст., этого напора недостаточно для обеспечения требуемого давления перед наиболее удалённым от установки пожаротушения;
- для запитки системы пожаротушения водой предусматривается собственная насосная станция;
- автоматическая установка пожаротушения соответствует требованиям ГОСТ Р 50800-95 «Установки пенного пожаротушения автоматические. Общие технические требования»;

- результаты расчёта системы оповещения и эвакуации людей показали, что для требуемой слышимости звуковых сигналов СОУЭ выполняется условие $S_{п+} < SP_L$.

В соответствии с санитарной группой производственного процесса работники и сотрудники пожарных подразделений должны соблюдать правила личной гигиены, должны быть обеспечены: спецодеждой; спецобувью; защитными средствами; медицинским обслуживанием; санитарно-бытовыми помещениями.

Специальная одежда сотрудников и работников должна храниться в подвешенном виде в металлических шкафах в раздевалках пожарных подразделений. Средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения (СИЗОД) в свободное от работы время должны храниться на посту ГДЗС подразделения.

Единственным источником срабатывания предохранительных клапанов является теплоприток из окружающей среды при пожаре.

Краткосрочное воздействие на окружающую среду в результате воздействия пожаров, т. е. воздействие, возникающее после пожара в течение нескольких минут или нескольких дней, в основном относится к местной окружающей среде, в пределах зоны пожарного шлейфа и зоны стока воды.

Включают следующие загрязнители:

- оксиды азота (NO_x);
- оксиды серы (SO_x);
- галогенированные кислоты (HX);
- твердые частицы.

Долгосрочное воздействие на окружающую среду, возникающее в результате опасностей, связанных с пожаром, будет рассматриваться как воздействие, которое не ощущается или не признается сразу.

Были определены следующие опасности, имеющие некоторые долгосрочные последствия:

- полициклические ароматические углеводороды (ПАУ);

- полихлорированные дибензофураны (ПХДФ);
- полихлорированные дибензодиоксины (ПХДД);
- полибромированные дибензофураны (ПБДФ);
- полибромированные дибензодиоксины (ПБДД);
- полихлорированные дифенилы (ПХД);
- перфторированные соединения (ПФУ).

Предложено напротив стеллажа с барабанами алюминиевого порошка установить тепловизионные датчики с функцией подачи сигнала о превышении температуры стенок барабанов на приёмный прибор, размещённый в помещении операторной, а также установить извещатели пожарные пламени типа ИПП-Ех.

В целях пожаротушения склада алюминиевого порошка выполнить автоматическую подачу порошка от огнегасительной установки СИ-2 на тушение загораний на стеллажах с барабанами алюминиевого порошка в помещении склада. Пуск автоматической системы подачи порошка от огнегасительной установки СИ-2 на тушение загораний на стеллажах с барабанами алюминиевого порошка будет происходить из помещения операторной.

Разработан план мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на территории установки ТИБА ООО «Тольяттикаучук».

Интегральный экономический эффект от монтажа в помещении склада установки ТИБА ООО «Тольяттикаучук» автоматической подачи порошка от огнегасительной установки СИ-2 за десять лет составит 439545,43 рублей. Оборудование автоматической подачи порошка от огнегасительной установки СИ-2 в помещении склада установки ТИБА ООО «Тольяттикаучук» на тушение загораний на стеллажах с барабанами алюминиевого порошка экономически выгодно.

Список используемых источников

1. Акустический расчёт [Электронный ресурс]. URL: <http://www.0-1.ru/discuss/?id=9256> (дата обращения: 17.04.2021)
2. Виноградов А. П., Савицкая Т. В., Горанский А. В. База данных по пожаровзрывобезопасности опасных производственных объектов // Успехи в химии и химической технологии. 2011. №1 (117). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/baza-dannyh-po-pozharovzryvobezopasnosti-opasnyh-proizvodstvennyh-obektov> (дата обращения: 17.05.2021).
3. Машорин Д.В. Анализ возникновения аварий при эксплуатации химически опасных объектов // Экономика и управление в XXI веке: тенденции развития. 2014. №16. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-vozniknoveniya-avariy-pri-ekspluatatsii-himicheskii-opasnyh-obektov> (дата обращения: 17.05.2021).
4. Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях пожарной охраны [Электронный ресурс] : Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 11 декабря 2020 года № 881н. <https://docs.cntd.ru/document/573191712> (дата обращения: 17.04.2021).
5. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, рекомендуемых к защите автоматическими установками тушения и обнаружения пожара [Электронный ресурс] : НПБ 110-03. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/normativnye-pravovye-akty-mchs-rossii/775> (дата обращения: 17.04.2021).
6. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.4.009-83. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003611> (дата обращения: 18.04.2021).
7. Пособие к СНиПу 21-01-97* [Электронный ресурс] : МДС 21-3.2001. URL: http://pzhproekt.ru/nsis/Rd/Mds/21-3_2001.htm (дата обращения: 18.04.2021).

8. Правила устройства электроустановок [Электронный ресурс] : ПУЭ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200030218> (дата обращения: 02.04.2021).

9. Сангинов Е.А., Панин А.Н., Саратовских С.П., Бравая Н.М. Триизобутилалюминий и основания Льюиса - модификаторы каталитических свойств металлоценовых систем в полимеризации пропилена и свойств формирующегося полимера // ВМС. Серия А. 2006. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/triizobutilalyuminiy-i-osnovaniya-lyuisa-modifikatory-kataliticheskikh-svoystv-metallotsenovyh-sistem-v-polimerizatsii-propilena-i> (дата обращения: 17.05.2021).

10. Серебренников С. Ю., Прохоренко К. В., Чернов С. В., Грубиян М. Б. Тушение взрывчатых веществ и твердых ракетных топлив аэрозольно-порошковым методом // Пожаровзрывобезопасность. 2013. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tushenie-vzryvchatyh-veschestv-i-tverdyh-raketnyh-topliv-aerazolno-poroshkovym-metodom> (дата обращения: 17.05.2021).

11. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара [Электронный ресурс] : СП 4.13130.2013. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200101593> (дата обращения: 02.04.2021).

12. Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение [Электронный ресурс] : СП 8.13130.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565391175> (дата обращения: 04.04.2021).

13. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы [Электронный ресурс] : СП 1.13130.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565248961> (дата обращения: 06.04.2021).

14. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 3.13130.2009. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/svody-pravil/675> (дата обращения: 10.04.2021).

15. Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и

правила проектирования [Электронный ресурс] : СП 484.1311500.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566249686> (дата обращения: 09.04.2021).

16. СНиП II-89-80* Генеральные планы промышленных предприятий [Электронный ресурс] : СП 18.13330.2019. URL: <https://docs.cntd.ru/document/564221198> (дата обращения: 18.04.2021).

17. СНиП 2.04.02-84* Водоснабжение Наружные сети и сооружения [Электронный ресурс] : СП 31.13330.2012. URL: <https://base.garant.ru/70287242/> (дата обращения: 18.04.2021).

18. СНиП 31-03-2001 Производственные здания [Электронный ресурс] : СП 56.13330.2010. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200008167> (дата обращения: 18.04.2021).

19. Терехнев В. В., Подгрушный А. В. Пожарная тактика. Основы тушения пожара [Электронный ресурс]. URL: <http://punkt12.ru/docs/biblioteka/terebnev.taktika-2012.pdf> (дата обращения: 18.04.2021).

20. Установки пенного пожаротушения автоматические. Общие технические требования [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 50800-95. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200006829> (дата обращения: 18.04.2021).

21. Environmental impact of fire [electronic resource]. URL: <https://firesciencereviews.springeropen.com/articles/10.1186/s40038-016-0014-1> (date of application: 01.03.2021).

22. Iran investigating cause of fire at industrial facility near Tehran [electronic resource]. URL: <https://www.israelhayom.com/2020/08/04/iran-investigating-cause-of-fire-at-industrial-facility-near-tehran/> (date of application: 12.03.2021).

23. The Environmental Impact of Fire [electronic resource]. URL: <https://www.wpi.edu/sites/default/files/docs/Departments-Programs/Fire-Protection/RFEnvironmentalImpactOfFire.pdf> (date of application: 13.03.2021).

24. Fire fighting pumping systems at [electronic resource]. URL: <https://www.mepcafe.com/2018/04/fire-fighting-pumping-systems-at.html> (date of application: 14.03.2021).

25. Fires in Industrial and Manufacturing Properties [electronic resource]. URL: <https://www.nfpa.org/-/media/Files/News-and-Research/Fire-statistics-and-reports/Building-and-life-safety/osIndustrial.pdf> (date of application: 05.02.2021).