

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт: Юргинский технологический институт
Направление подготовки: 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Профиль: «Защита в чрезвычайных ситуациях»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

| Тема работы |
|--|
| Повышение эффективности пожарной защиты деревообрабатывающего цеха исправительной колонии №41 |

УДК 614.841.4

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|---------|---------------------------|---------|------|
| 3-17Г51 | Иванов Евгений Евгеньевич | | |

Руководитель/ консультант

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---|----------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ЮТИ ТПУ/ Ст. преподаватель ЮТИ ТПУ | Солодский С.А./ Родионов П.В. | к.т.н./ - | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|----------------|---------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ЮТИ ТПУ | Лизунков В.Г. | к.пед.н., доцент | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|----------------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ЮТИ ТПУ | Солодский С.А. | к.т.н. | | |

Нормоконтроль

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------------------|---------------|---------------------------|---------|------|
| Ст. преподаватель ЮТИ ТПУ | Родионов П.В. | - | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Руководитель | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|--|----------------|---------------------------|---------|------|
| ООП 20.03.01 Техносферная безопасность» | Солодский С.А. | к.т.н. | | |

Юрга – 2020 г.

Планируемые результаты обучения по основной образовательной программе
направления 20.03.01 – Техносферная безопасность

| Код результатов | Результат обучения (выпускник должен быть готов) |
|----------------------------------|---|
| P1 | Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания, достаточные для комплексной инженерной деятельности в области техносферной безопасности. |
| P2 | Применять базовые и специальные знания в области техносферной безопасности для решения инженерных задач. |
| P3 | Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с организацией защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей, осуществлять надзорные и контрольные функции в сфере техносферной безопасности. |
| P4 | Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретацию полученных данных, на этой основе разрабатывать технику и технологии защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизации проектирования |
| P5 | Использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов, знания по охране труда и охране окружающей среды для успешного решения задач обеспечения техносферной безопасности |
| P6 | Обоснованно выбирать, внедрять, монтировать, эксплуатировать и обслуживать современные системы и методы защиты человека и природной среды от опасностей, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды |
| Универсальные компетенции | |
| P7 | Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности |
| P8 | Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности |
| P9 | Эффективно работать индивидуально и в качестве члена группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации. |
| P10 | Демонстрировать знания правовых, социальных, экономических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности. |
| P11 | Демонстрировать способность к самостоятельной работе и к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии |

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт: Юргинский технологический институт
 Направление подготовки: 20.03.01 «Техносферная безопасность»
 Профиль: «Защита в чрезвычайных ситуациях»

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ С.А. Солодский
 « ___ » _____ 2020 г.

ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

| |
|----------------------------|
| БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ |
|----------------------------|

Студенту:

| | |
|---------------|-----------------------------|
| Группа | ФИО |
| 3-17Г51 | Иванову Евгению Евгеньевичу |

Тема работы:

| | |
|---|-------------------------|
| Повышение эффективности пожарной защиты деревообрабатывающего цеха исправительной колонии №41 | |
| Утверждена приказом директора (дата, номер) | от 31.01.2020 г. № 13/С |

| | |
|---|---------------|
| Срок сдачи студентами выполненной работы: | 05.06.2020 г. |
|---|---------------|

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| | |
|--|--|
| Исходные данные к работе: | Объект исследования: деревообрабатывающий цех ИК №41 Количество объектов: 1 Здание двухэтажное Технологические операции по обработке древесины |
| Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов: (с точным указанием обязательных чертежей) | 1. Анализ нормативных и литературных источников по вопросам пожарной безопасности технологического процесса в сфере деревообработки; 2. Характеристика объекта исследования на предмет соответствия пассивной и активной противопожарной защиты; 3. Анализ пожарной безопасности технологического процесса по изготовлению межкомнатных дверей; 4. Определение рисков пожаров и взрывов на деревообрабатывающем производстве; 5. Разработка рекомендаций по обеспечению эффективной пожаровзрывозащиты на объектах |

| | |
|---|--|
| | производства исправительно-трудовой колонии; б. Расчет экономических затрат на внедрение новых пожарных извещателей в защищаемом помещении. |
| Перечень графического материала: | Расчеты и аналитика (4 листа А1) |
| Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов) | |
| Раздел | Консультант |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Лизунков В.Г., к.пед.н., доцент |
| Социальная ответственность | Солодский С.А., к.т.н. |
| Нормоконтроль | Родионов П.В. |
| Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: | |
| Реферат | |

| | |
|---|---------------|
| Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику | 10.02.2020 г. |
|---|---------------|

Задание выдал руководитель/ консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------------------|---------------|------------------------|---------|------|
| Ст. преподаватель ЮТИ ТПУ | Родионов П.В. | - | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|---------|-------------|---------|------|
| 3-17Г51 | Иванов Е.Е. | | |

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 97 страниц, 15 рисунков, 12 таблиц, 55 источников.

Ключевые слова: ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ИЗВЕЩАТЕЛИ, ДЕРЕВООБРАБОТКА, ЗАЩИТА, ДЫМОУЛАВЛИВАНИЕ

Объектом исследования является процесс пожаровзрывозащиты на объектах деревообрабатывающего производства исправительно-трудовой колонии № 41.

Предмет исследования – поиск путей оптимизации пожаровзрывозащиты на объектах производства исправительно-трудовой колонии.

Цель дипломной работы – разработка мероприятий по повышению эффективности пожарной защиты деревообрабатывающего цеха ИК-41.

Для достижения поставленной цели и решения задач в работе применены такие методы, как: наблюдение, моделирование, синтез, классификация, обобщение полученных данных.

Проанализированы нормативные и литературные источники по вопросам пожарной безопасности технологического процесса в сфере деревообработки; дана характеристика объекта исследования на предмет соответствия пассивной и активной противопожарной защиты; проанализирована пожарная безопасность технологического процесса по изготовлению межкомнатных дверей; определены риски пожаров и взрывов на деревообрабатывающем производстве; разработаны рекомендации по обеспечению эффективной пожаровзрывозащиты на объектах производства в исправительно-трудовой колонии; рассчитаны экономические затраты на внедрение новых пожарных извещателей в защищаемом помещении.

Результаты исследования можно использовать при проектировании системы пожарной защиты технологического производства.

Выпускная квалификационная работа оформлена в текстовом редакторе Microsoft Word 2007 и представлена в печатном и электронном виде.

Степень внедрения: начальная.

Область применения: пожарная безопасность технологического производства столярного участка деревообрабатывающего цеха.

Экономическая эффективность и значимость: высокая. Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты: СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования»; СП 3.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности; МДС 21-3.2001 Методика и примеры технико-экономического обоснования противопожарных мероприятий к СНиП 21-01-97*; НПБ 88-2001* Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования.

Abstract

The final qualifying work contains 97 pages, 15 figures, 12 tables, 55 sources.

Keywords: FIRE SAFETY, DETECTORS, WOODWORKING, PROTECTION, SMOKE EXTRACTION

The object of research is the process of fire and explosion protection at the objects of woodworking production of correctional labor colony No. 41.

The subject of the research is the search for ways to optimize fire and explosion protection at the production facilities of a correctional labor colony.

The purpose of the thesis is to develop measures to improve the effectiveness of fire protection of the woodworking shop IK-41.

To achieve this goal and solve problems, we use such methods as: observation, modeling, synthesis, classification, and generalization of the obtained data.

Analyzed regulatory and literature on fire safety of technological process in the field of woodworking; the characteristic of the object of study for compliance with passive and active fire protection; analysed fire safety of technological process for the manufacture of interior doors; determined the risks of fires and explosions on wood processing and production; recommendations for ensuring effective požarobezopasnosti on the objects of production in a labor camp; the economic costs of implementing new fire detectors in the protected area are calculated.

The results of the study can be used in the design of a fire protection system for technological production.

The final qualifying work is designed in the text editor Microsoft Word 2007 and is presented in print and electronic form.

Degree of implementation: initial.

Scope of application: fire safety of technological production of a joiner's section of a woodworking shop.

Economic efficiency and significance: high. Definitions, designations, abbreviations, and normative references

This paper uses references to the following standards: SP 5.13130.2009 «Fire protection Systems. Fire alarm and extinguishing systems are automatic. Norms and rules of design»; SP 3.13130.2009 fire protection Systems. Warning system and evacuation management of people during fire. Fire safety requirements; MDS 21-3. 2001 Methods and examples of technical and economic justification of fire prevention measures to SNIIP 21-01-97*; NPB 88-2001 * fire extinguishing and alarm Systems. Design rules and regulations.

Содержание

| | |
|---|----|
| Введение | 11 |
| 1 Обзор литературы | 13 |
| 1.1 Статистика и причины пожаров на деревообрабатывающих предприятиях | 13 |
| 1.2 Противопожарные мероприятия необходимые деревообрабатывающим предприятиям | 17 |
| 1.3 Анализ различных точек зрения на обеспечение противопожарной защиты деревообрабатывающих предприятий | 20 |
| 2 Объект и методы исследования | 27 |
| 2.1 Краткая характеристика объекта | 27 |
| 2.2 Анализ соответствия пассивной противопожарной защиты | 28 |
| 2.2.1 Определение требуемой степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности | 28 |
| 2.2.2 Анализ соответствия требованиям пожарной безопасности генерального плана | 38 |
| 2.2.3 Анализ соответствия требованиям пожарной безопасности объемно-планировочных решений | 40 |
| 2.2.4 Анализ соответствия требованиям пожарной безопасности противопожарных преград | 44 |
| 2.2.5 Анализ соответствия требованиям пожарной безопасности путей эвакуации | 45 |
| 2.3 Анализ соответствия требованиям пожарной безопасности систем активной противопожарной защиты | 50 |
| 2.3.1 Автоматическая пожарная сигнализация | 50 |
| 2.3.2 Анализ противодымной защиты и вентиляции | 51 |
| 2.3.3 Наружное и внутреннее водоснабжение, в том числе пожаротушение | 54 |

| | |
|--|----|
| 2.3.4 Анализ системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией | 56 |
| 3 Расчеты и аналитика | 57 |
| 3.1 Выбор типа пожарных извещателей для стоярного участка | 57 |
| 3.2 Размещение пожарных извещателей и трассировка шлейфа на стоярном участке | 61 |
| 3.3 Выбор прибора приемно-контрольного пожарного, его размещение | 64 |
| 3.3 Расчет количества пожарных извещателей в одном шлейфе | 66 |
| 3.4 Расчет емкости резервного источника питания | 68 |
| 3.5 Описание работы системы пожарной сигнализации | 71 |
| 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | 72 |
| 4.1 Расчет стоимости автоматической пожарной сигнализации | 72 |
| 4.2 Технико-экономического обоснование автоматической пожарной сигнализации | 72 |
| 5 Социальная ответственность | 79 |
| 5.1 Описание рабочего места диспетчера пожарного поста | 79 |
| 5.2 Характеристика опасных и вредных факторов среды | 80 |
| 5.2.1 Освещенность | 80 |
| 5.2.2 Микроклимат | 83 |
| 5.2.3 Шум | 84 |
| 5.2.4 Вибрация | 85 |
| 5.2.5 Загазованность и запыленность рабочей зоны | 85 |
| 5.3 Анализ выявленных опасных факторов среды | 85 |
| 5.4 Охрана окружающей среды | 86 |
| 5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности | 86 |
| 5.6 Выводы по разделу социальная ответственность | 87 |
| Заключение | 88 |
| Список используемых источников | 91 |

Введение

Несмотря на исчезновение деревянных оконных рам, дверных коробок в сборе, полов из массового гражданского строительства, производимый объем строганых пиломатериалов, столярных изделий, деталей мягкой, корпусной мебели, изготовленных из просушенной древесины, не стал снижаться. Не стали и менее пожароопасными все предприятия деревообработки – от небольших столярных мастерских до крупных цехов полного цикла.

Лесоперерабатывающие предприятия включают в специфику своей деятельности заготовку леса, механическую и химическую переработку древесины. Характерной особенностью технологических процессов предприятий является обращение в производстве большого количества пожароопасного древесного сырья. Для бесперебойной работы производства требуется создание резерва сырья и готовой продукции, что в свою очередь несёт дополнительную пожароопасную нагрузку.

Целью дипломной работы разработка мероприятий по повышению эффективности пожарной защиты деревообрабатывающего цеха ИК-41.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать нормативные и литературные источники по вопросам пожарной безопасности технологического процесса в сфере деревообработки;
- дать характеристику объекта исследования на предмет соответствия пассивной и активной противопожарной защиты;
- проанализировать пожарную безопасность технологического процесса по изготовлению межкомнатных дверей;
- определить риски пожаров и взрывов на деревообрабатывающем производстве;

- разработать рекомендации по обеспечению эффективной пожаровзрывозащиты на объектах производства исправительно-трудовой колонии;

- рассчитать экономические затраты на внедрение новых пожарных извещателей в защищаемом помещении.

Объектом исследования является процесс пожаровзрывозащиты на объектах деревообрабатывающего производства исправительно-трудовой колонии №41.

Предмет исследования – поиск путей оптимизации пожаровзрывозащиты на объектах производства исправительно-трудовой колонии.

Для достижения поставленной цели и решения задач в работе применены такие методы, как: наблюдение, моделирование, синтез, классификация, обобщение полученных данных.

Практическая значимость.

Полученные результаты работы могут быть положены в основу при обосновании проекта эффективной пожаровзрывозащиты на объектах деревообрабатывающего производства исправительно-трудовой колонии.

Научная значимость работы заключается в детальном анализе соответствия пассивной и активной противопожарной защиты технологического процесса и выявления возможных направлений повышения эффективности защиты.

Положения, выносимые на защиту:

- высокая удельная пожарная нагрузка в столярном цехе исправительной колонии №41;

- мероприятия, способные повысить эффективность противопожарной защиты анализируемого объекта: столярный участок оборудовать автоматической пожарной сигнализацией.

1 Обзор литературы

1.1 Статистика и причины пожаров на деревообрабатывающих предприятиях

Ежегодно во второй половине текущего года Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны России публикует статистику пожаров за прошедшие пять лет. Порядок учета пожаров определен приказом МЧС России от 21.11.2008 №714 «Об утверждении Порядка учета пожаров и их последствий» [1].

Так, согласно [2], за 2018 год в России произошло 132074 пожара. В основном пожары происходят в жилом секторе. Они составляют порядка 70% от общего числа пожаров [2].

В зданиях производственного назначения за 2018 год произошло 2813 пожаров, что составляет 2,13% от общего числа пожаров, а в зданиях складского назначения – 1402 пожара (1,06% от общего числа пожаров).

На рисунке 1 представлена обстановка с пожарами по видам объектов пожаров.

Согласно динамике, представленной на рисунке 1.1, количество пожаров в производственных зданиях и закрытых складах с 2016 г. по 2018 г. увеличилось на 0,2%. В 2016 году произошло 2693 пожара, а в 2018 году – 2813 пожаров.

В местах открытого хранения веществ, материалов, наоборот, наблюдается снижение количества пожаров на 0,18% от общего числа пожаров. В 2016 году на открытых складах произошло 3835 пожаров, а в 2018 году – 3385 пожара.

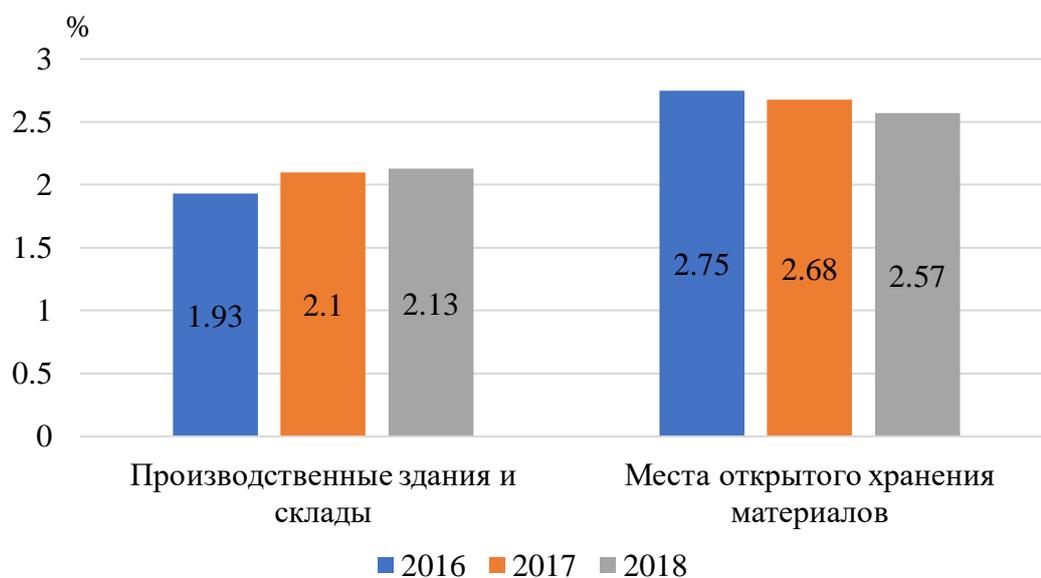


Рисунок 1.1 – Доля пожаров по видам объектов от общего количества пожаров

На рисунке 1.2 представлена динамика пожаров на складах пиломатериалов за 2015-2018 гг.

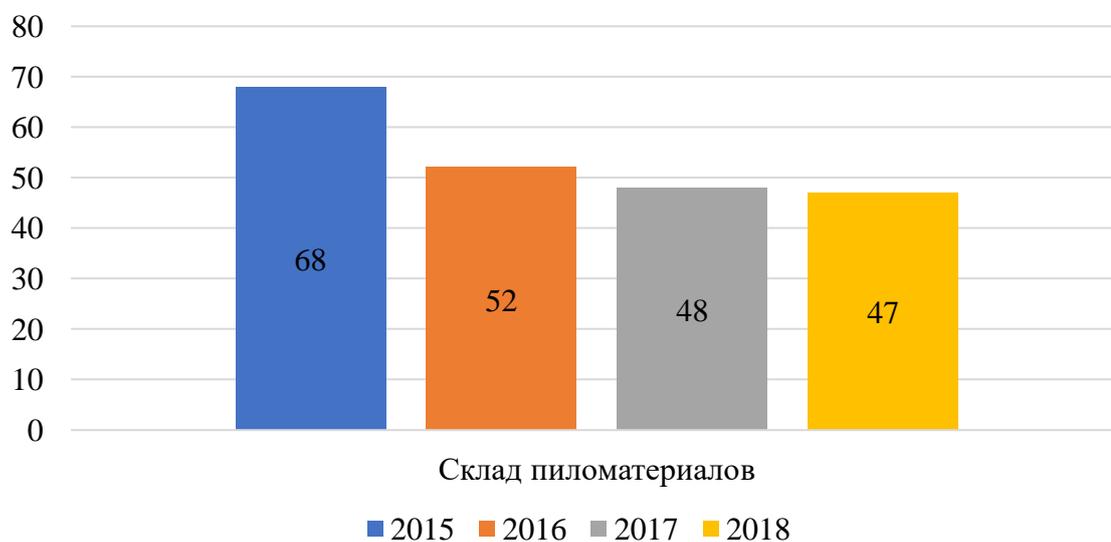


Рисунок 1.2 – Статистика пожаров на складах пиломатериалов, расположенных вне зданий

Количество пожаров за период 2015-2018 гг. снизилось.

На рисунке 1.3 представлены основные показатели обстановки с пожарами по основным причинам возникновения пожаров.

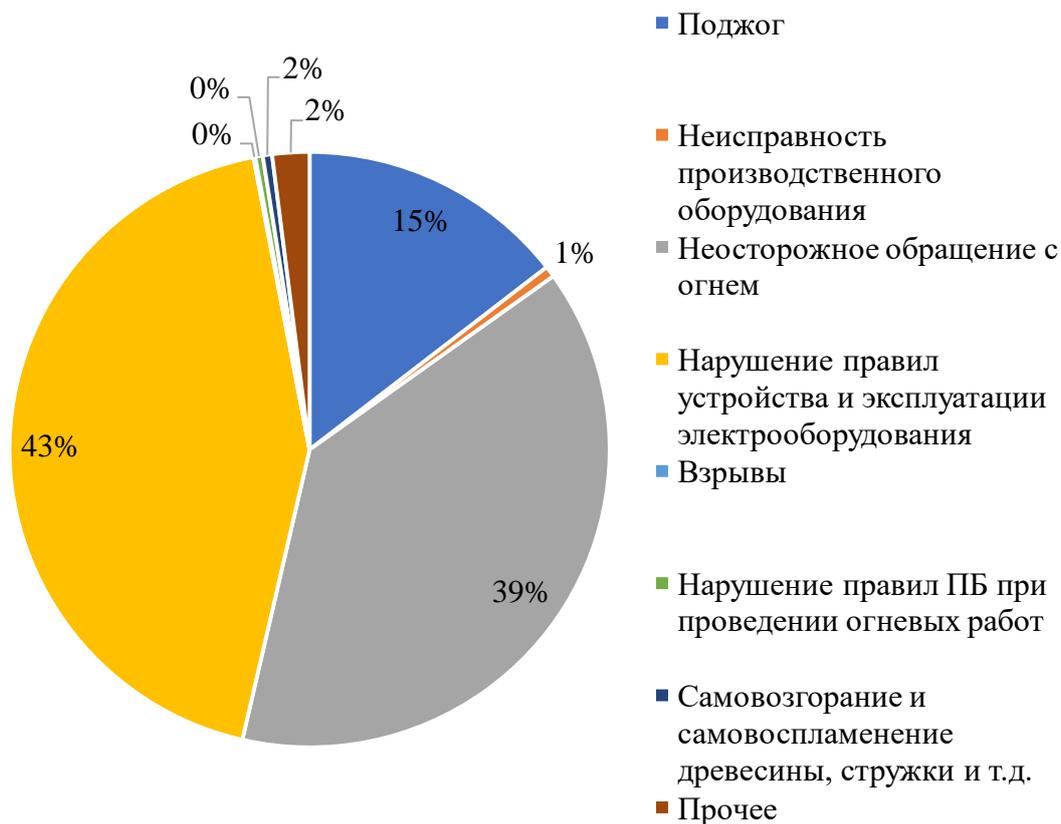


Рисунок 1.3 – Основные причины возникновения пожаров на предприятиях деревообработки за 2018 г. [2]

Таким образом, основные случаи возникновения очагов возгораний на территориях, внутри зданий, помещений мастерских, цехов, складов деревообрабатывающих предприятий происходят в результате:

1. Нарушений при монтаже, эксплуатации различных видов электрооборудования – технологического, осветительного, отопительного;
2. Наиболее частые причины – неплотные соединения жил электрических проводов, кабелей, выполненные с нарушениями ПУЭ, перегрузка двигателей деревообрабатывающих станков;
3. Механические повреждения кабельной продукции, находящейся под напряжением;
4. Неосторожное обращение с источниками огня – курение, огневые работы, такие как разогрев грунта, водяных систем отопления;

5. Газоэлектросварочные работы, проведенные на неподготовленных местах, не очищенных от горючих отходов, а также вследствие отсутствия контроля за ними в течение 2 часов по окончании;

6. Воспламенение быстровращающихся частей транспортирующего, деревообрабатывающего оборудования в результате сильного трения, перегрева из-за отсутствия контроля за регламентом смазочных работ;

7. Грубые нарушения ПБ при производстве работ по склеиванию, окраске, лакированию столярных изделий, корпусной мебели из массива древесины с использованием ЛВЖ, ГЖ;

8. Сильное искрообразование при механической обработке древесины при наличии в ней металлических включений;

9. Самостоятельное воспламенение, тление древесных отходов, пропитанных проливами нефтепродуктов – смазочных масел, топлива.

Анализируя причины пожаров, возникавших на предприятиях по обработке древесины, производству различных видов столярных изделий, сборки корпусной мебели, несложно сделать выводы, что идеальным решением, к которому следует стремиться, является минимизация пожарной нагрузки вокруг рабочих мест, и устранение возможных источников зажигания.

Основными задачами, стоящими перед собственниками, руководителями предприятий, также являются:

1. грамотное, регулярное обучение работников, дежурного персонала диспетчерских служб, пожарных постов, сотрудников охраны объектов мерам пб, действиям при пожаре;

2. поддержание противопожарного режима как на территории предприятий, так и внутри производственных цехов, складов, в том числе своевременной уборкой, вывозом древесных отходов, запрещением курения на всей территории производственного объекта;

3. своевременное обнаружение очагов возгораний как автоматическими установками сигнализации, тушения пожаров, так и с

помощью централизованной системы видеоконтроля, регулярных обходов территории, зданий сотрудниками охраны в ночной период;

4. ограничение возможного распространения огня, ядовитых дымовых продуктов внутри производственных, складских строений путем устройства противопожарных стен, перегородок с заполнением строительных проемов в них огнестойкими воротами, дверями, люками;

5. ограничение до необходимого технологического минимума использования ЛВЖ, ГЖ в производственных зданиях, исключить сверхнормативное хранение возле окрасочных камер, других рабочих мест.

1.2 Противопожарные мероприятия необходимые деревообрабатывающим предприятиям

Как уже отмечалось, предприятия деревообработки относятся к повышенной категории пожарной опасности. Практически на любом этапе производственного процесса образовывается большое количество опасных легковоспламеняемых отходов, стружки, щепы, древесной пыли. Системы аспирации цехов, как бы совершенны они ни были, не могут полностью удалить эти вещества из помещения. В таких условиях малейшая искра может привести к возгоранию, а наличие возле рабочих мест выстоянного сухого материала приведет к быстрому распространению огня.

Основными средствами для предотвращения значительного ущерба от пожара становится система пожарной сигнализации и установка автоматического пожаротушения. Оперативное срабатывание обеих систем обеспечивает общий модуль управления.

Тип огнетушащего вещества (ОВ) определяется двумя критериями: совместимостью с сырьем основного технологического процесса и экономической целесообразностью. Для тушения древесины подходят практически все ОВ:

- вода;

- инертные газы;
- порошки;
- аэрозоли в низкотемпературных модулях;
- пена любой кратности и простая вода.

Выбор ОВ для конкретного помещения предприятия деревообработки зависит от степени его пожароопасности.

Категория пожароопасности прописана в нормативном акте НПБ 105-03. преимущественное большинство помещений на деревообрабатывающем производстве отгостится к категории В3 «пожароопасные» [4]. В ПУЭ п. 7.3.41 указано, что помещения со станками для деревообработки относятся к зоне пожарной опасности ВII [5]. Согласно НПБ 88-2001 помещения деревообрабатывающих производств относятся к 2 группе распространения огня [6]. Это значит, что поступление огнетушащего вещества должно производиться сразу по всей защищаемой площади или объему помещения.

Надземные производственные цеха, склады сырья, товарной продукции, имеющие категорию В1 по пожарной опасности, оборудуются автоматическим пожаротушением (далее – АУПТ) при площади от 300 м², а автоматической сигнализацией о возникновении пожара (далее – АПС) – при площади меньше 300 м² [6].

Те же объекты с категориями пожароопасности В2-В3 защищаются АУПТ, если их площадь составляет от 1 тыс. м², а АПС – меньше 1 тыс. м² [6].

Камеры сушки, окраски, участки/помещения, в которых ведется приготовление лакокрасочной продукции, варка клеев, чья рецептура основана на применении ЛВЖ, ГЖ, алюминиевой пудры, синтетического каучука; а также циклоны/бункеры, предназначенные для сбора/накопления древесной пыли, оборудуются АУПТ независимо от занимаемой площади.

Эстакады, галереи закрытого типа, предназначенные для транспортировки лесных, пиломатериалов, древесных отходов, оборудуются АПС независимо от протяженности.

Наиболее экономически целесообразно использовать для пожаротушения древесины более дешевые, но не менее эффективные установки пожаротушения на основе воды: водяные (спринклерные и дренчерные), пенные и комбинированные.

Спринклерные установки срабатывают при превышении в зоне контроля температурного порога, при этом небольшие очагов возгорания могут распространиться за пределы зоны контролируемой одним разбрызгивателем. Допускается использование таких установок при наличии в цехах противопожарных разрывов и технологических дорожек между установками деревообработки. В этом случае использование спринклеров не только оправдано, но и целесообразно, так как водой не повреждается электрооборудование, находящееся вне зоны возгорания.

Дренчерные установки подходят для цехов с производственным процессом, дающим большое количество отходов: опилок, стружки, щепы. Для предотвращения быстрого распространения огня при срабатывании пожарной сигнализации тушение производится по всей площади цеха. Кроме того, дренчерные установки могут использоваться для создания водяных завес в технических и эвакуационных проходах между помещениями или производственными площадками в черте одного цеха.

Пенные установки могут быть как дренчерного, так и спринклерного типа и выполняют те же функции, но за счет использования пены более эффективно.

Для автоматических установок пожаротушения на основании водного пожаротушающего вещества предусмотрены несколько способов активации:

- тросовый;
- электрический;
- гидравлический;
- от системы пожарной сигнализации;
- комбинированный.

Для спринклерных установок существует дополнительный тип – срабатывание от разрушения теплового замка.

Учитывая, что вода и пена на ее основе относятся к неагрессивным огнетушащим веществам, допускается активация системы автоматического пожаротушения до окончания эвакуации персонала из зоны опасности. При этом согласно нормативам, ориентировочное время на эвакуацию из зоны возгорания для деревообрабатывающих цехов составляет 170 сек [7].

1.3 Анализ различных точек зрения на обеспечение противопожарной защиты деревообрабатывающих предприятий

Высокая пожарная нагрузка в виде дерева и отходов деревообработки, а также взрывоопасная древесная пыль обуславливает значительный пожарный риск. Например, среднedisперсная пыль, образующаяся при шлифовании, имеет нижний концентрационный предел распространения пламени от 12,6 г/м³ до 25 г/м³ [8]. Поэтому так важна разработка предупредительных и оперативных мер противопожарной защиты предприятий деревообработки.

По мнению Лысовой Т.С. при проектировании противопожарной защиты деревообрабатывающих предприятий и цехов необходимо [9]:

- обеспечить ограничение распространение пожара за счёт объемно-планировочных решений;
- обеспечить применение строительных конструкций и материалов, в том числе облицовочных, с нормированными показателями пожарной опасности;
- обеспечить предприятие/цех первичными средствами пожаротушения;
- установить систему автоматической пожарной сигнализации и пожаротушения;
- установить систему противодымной защиты людей от воздействия первичных опасных факторов пожара.

В статье [10] Барахсанов В.В. предлагает для повышения пожарной безопасности технологических процессов обработки древесины использовать местные отсосы и пневмотранспорт для непрерывного удаления от оборудования пыли, опилок, стружки и прочих отходов деревообработки.

Правильно сконструированная и смонтированная пневмоустановка обеспечивает почти полное удаление отходов и пыли. Основными элементами пневмотранспортной установки являются [11]: пылевой вентилятор с электродвигателем, воздушно-транспортная сеть, приемник для опилок, стружки и пыли, циклон с бункером. Данное оборудование при работе генерирует электростатические потенциалы, проявление которых в искровых зарядах грозит взрывом.

Емельянова В.А. [12] в своей статье об оценке эффективности проектного решения по модернизации СОУЭ для обеспечения пожарной безопасности деревообрабатывающего производства предлагает проводить модернизацию СОУЭ на основе технико-экономического обоснования, что позволит оптимизировать затраты с учётом функциональных характеристик оборудования, что, в свою очередь, позитивно сказывается не только на пожарной безопасности объекта, но и на его финансовой устойчивости.

Николаева В.М. и Данилова С.С. в статье [13] рассматривают общую классификацию автоматических установок пожаротушения. Для тушения возгораний чаще всего используется вода. По типу оросителей установки водяного пожаротушения подразделяются на сприклеры и дренчеры. К основным преимуществам водяных установок пожаротушения авторы относят безопасное использование установок для людей, а также неограниченный запас огнетушащего вещества.

Мингачев И.Р. и Псарев С.А. [14] также отмечают эффективность и доступность применения водяного пожаротушения. Авторы отмечают, что на сегодняшний день 90 % пожаров ликвидируются благодаря водяным установкам пожаротушения. Но также авторы отмечают и недостатки таких систем пожаротушения: существенные финансовые расходы на приобретение

воды, хранение воды в специальных резервуарах и дренажных сооружениях, а также наличие насосных станций, зачастую требуются дополнительные инженерные сооружения.

Об эффективности применения аэрозольного и порошкового тушения Рамазанов Д.И. говорит в своей статье [15]. Аэрозольные и порошковые системы тушения пожаров, как отмечает автор, используются как в автоматических системах пожаротушения, так и в мобильных средствах. Автоматические средства, в которых используется порошок, оснащают высокочувствительными датчиками, позволяющими локализовать очаг возгорания на начальной стадии.

Свиридов Н.С. и Мальцев А.С. [16] также отмечают эффективность использования порошковых установок пожаротушения. Помимо того, что порошковые модули обладают высокой огнетушащей способностью и быстродействием, современные порошки ещё и не содержат токсичных компонентов, что представляет их экологическую безопасность. Порошковые установки экономически выгоднее водяных, как отмечают авторы, в 2-3 раза.

Таранцев А.А. в статье [17] рассматривает вопросы эффективности спринклерной системы пожаротушения, часто используемой на предприятиях деревообработки.

В качестве усиления мер пожарной безопасности объектов по производству древесно-стружечных плит Яловец Н.Е. [18] предлагает помимо организации правильного хранения отходов производства (опилок) применять устройства для осаждения тяжёлых частиц древесной пыли из воздуха рабочей зоны с помощью управляемого водяного тумана.

Молчанов С.В., Клубань В.С. и Рубцов Д.Н. в статье [19] сделали обзор средств обеспечения пожарной безопасности систем удаления отходов мебельных и деревообрабатывающих производств. Благодаря чему авторы сделали вывод, что с целью обеспечения пожарной безопасности на объектах, относящихся к данной категории, необходимо применять системы аспирации.

Миханошина Ю.Л. и Сыпин Е.В. в статье [20] рассматривают возможности применения интеллектуальной автоматической системы точечного адаптивного пожаротушения. Основными преимуществами такой системы являются:

- раннее обнаружение пожара, что позволяет организовать своевременную эвакуацию сотрудников;

- за счет известного местоположения очага возгорания возможно локальное пожаротушение, что снижает материальный ущерб от порчи имущества огнетушащими веществами;

- также локальное тушение позволяет существенно уменьшать расходы на огнетушащее вещество;

- ни одно огнетушащее вещество не является универсальным; за счет знания природы горящего вещества, интеллектуальная система подбирает подходящее огнетушащее вещество.

Авторы отмечают, что создание подобной системы автоматического пожаротушения сложно, ресурсо- и энергозатратно, но не отменяет того факта, что стоит стремиться к более совершенным АУПТ. Применение таких систем актуально и для предприятий деревообработки.

В статье [21] авторы оценивают эффективности существующих на сегодняшний день систем автоматического пожаротушения. В статье рассмотрены преимущества и недостатки дренчерной, спринклерной, водяной, пенной, газовой, порошковой, аэрозольной систем пожаротушения. Авторы отмечают, что сприклерные и дренчерные установки пожаротушения отличаются высокой эффективностью работы только в случае их применения с учетом особенностей объекта. Сприклерные установки лучше подходят для складских и административных объектов. Эффективными системами являются комбинированные, использующие частично и дренчерные, и спринклерные устройства.

Ахмедова А.А. и Швецова Т.Г. в своей статье [22] обосновывают эффективность использования автоматических пожарных установок с

принудительным пуском сприклерных оросителей. В сприклерных оросителях такого типа вскрытие от теплового воздействия пожара является резервным, а основным режимом вскрытия является принудительное разрушающее воздействие на термоколбу. Такая система водяного пожаротушения позволяет реализовать оптимальную защиту для помещений, в которых нет возможности установить дымовые пожарные извещатели (деревобрабатывающие цеха – высокая запыленность). За счет существенного сокращения времени обнаружения и надежного тушения пожара малым количеством тонкораспыленной воды, максимально снижается негативное воздействие последствий пролитого огнетушащего вещества.

Необходимой составляющей комплексной защиты объекта является пассивная огнезащита. Под пассивной огнезащитой Соколов О.В. [23] имеет в виду огнезащитные покрытия или краски для металлоконструкций, огнезащитные герметики, подушки и т.д. Такая пассивная огнезащита предназначена для восстановления предела огнестойкости ограждающих конструкций, нарушенных пересечением кабелями, трубопроводами или другими коммуникациями, а также пассивная защита служит для придания необходимого предела огнестойкости узлам крепления и сочленения конструкций между собой.

Ильтинбаев И.Г. [24] в качестве обеспечения и повышения пожарной безопасности деревообрабатывающих предприятий предлагает:

- оборудовать объекты датчиками определения критических параметров производственных процессов, автоматического отключения технологических установок и оборудования в случае угрозы их перегрева или взрыва;
- сертифицировать производство по степени пожарной опасности;
- контролировать пополнение и исправность средств пожаротушения на предприятии;
- проводить учения и тренировки в целях повышения квалификации сотрудников в случае возникновения чрезвычайной ситуации на предприятии;

- поддерживать постоянное взаимодействие с органами исполнительной власти;

- усилить меры в области государственного пожарного надзора за объектами, относящимися к данной категории.

В заключение обзора литературы, хотелось бы отметить специфику надзора в области пожарной безопасности деревообрабатывающих предприятий. В связи с необходимостью снижения административной нагрузки на предприятия малого и среднего бизнеса, в стране идет реформа пожарного надзора. Введены формы чек-листов для самоподготовки предпринимателей к проведению контрольно-надзорных мероприятий. Купцов С.П. и Торопова М.В. в своей статье [25] рассматривают особенности применения проверочного чек-листа при осуществлении федерального государственного пожарного надзора за деревообрабатывающими цехами и столярными мастерскими. Такие чек-листы включают в себя вопросы на соответствие противопожарным требованиям систем вентиляции, систем отопления, огнезащитной обработки, категорирования объекта, исправности СОУЭ и т.д. Благодаря самостоятельной оценки противопожарных требований, согласно используемым чек-листам, руководители предприятий/цехов/участков могут не только избежать пожароопасных ситуаций, но и контролировать соблюдение пожарной безопасности на объекте.

Вывод по первой главе.

Предприятия деревообработки относятся к повышенной категории пожарной опасности.

Древесное волокно, щепа, опилки, легковоспламеняющиеся вещества, входящие в состав лаков, красок, пропиток, а также неисправное электрооборудование – все это в совокупности с человеческим фактором может послужить причинами взрывов и возгораний на деревообрабатывающем производстве, а наличие возле рабочих мест выстоянного сухого материала приведет к быстрому распространению огня.

Системы аспирации цехов, как бы совершенны они ни были, не могут полностью удалить эти вещества из помещения.

Основными средствами для предотвращения значительного ущерба от пожара становится система пожарной сигнализации и установка автоматического пожаротушения. Оперативное срабатывание обеих систем обеспечивает общий модуль управления.

Эффективным и сравнительно недорогим огнетушащим веществом для автоматических установок пожаротушения является вода.

2 Объект и методы исследования

2.1 Краткая характеристика объекта

Деревообрабатывающий цех исправительной колонии №41 располагается по адресу: г.Юрга, ул.Окрайная, 1, Кемеровская область, Россия.

В деревообрабатывающем цеху осуществляются следующие технологические операции: сушка и заготовка древесины; столярная обработка; сборка деревянных изделий; лаковое покрытие готовых изделий; шлифовка и полировка.

Здание двухэтажное, конструктивно выполнен по схеме со сборным железобетонным каркасом. Колонны на первом и втором этажах стальные, защищенные слоем бетона толщиной 20 мм.

Стены наружные фахверковые из кирпича толщиной 25 см с незащищенным каркасом. Внутренние стены и стены лестничных клеток кирпичные толщиной 38 см.

Перегородки гипсошлаковые и кирпичные толщиной 12 см.

Перекрытия из предварительно-напряженных железобетонных балок и ребристых плит ребрами вниз с защитным слоем бетона 30 мм до арматуры класса Вр-М. Наименьшая толщина ребер плит – 10 см, балок – 20 см.

Покрытие бесчердачное, по стальным балкам уложены железобетонные ребристые плиты, утепленные пенополистиролом. Кровля из бризола.

Шахты лифтов из листовой стали толщиной 3 мм. Лестницы бетонные по стальным косоурам. Двери из алюминиевых полотнищ с заполнением стекловатой толщиной 6 см. Ширина дверей – 0,9 м, маршей и площадок лестниц – 1,2 м.

Полы во всех помещениях деревянные.

Здание оборудовано противопожарным водопроводом. Количество работающих в смену: в помещении 2-60; 3-30; 4-80; 5-25.

Планы этажей представлены на рисунках 2.1 и 2.2.

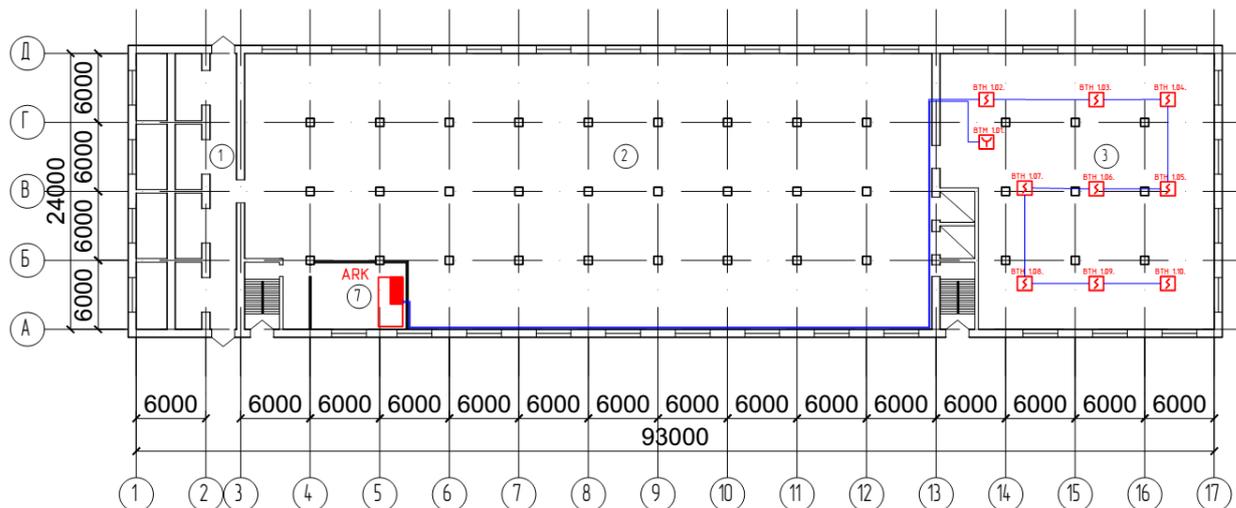


Рисунок 2.1 – План первого этажа

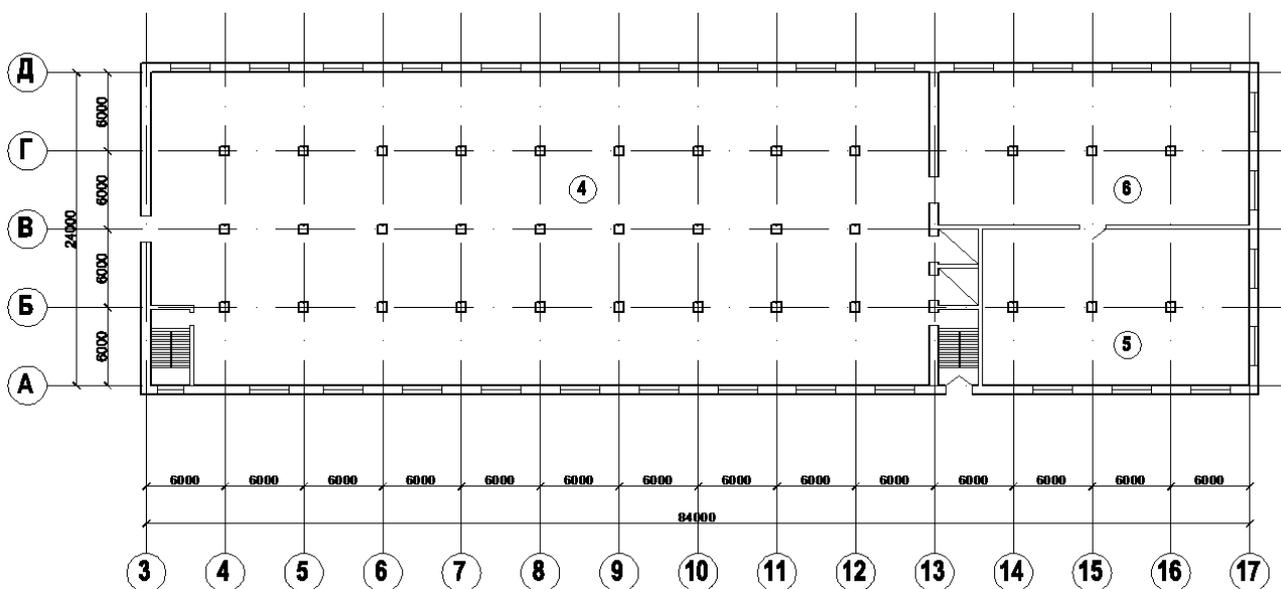


Рисунок 2.2 – План второго этажа

2.2 Анализ соответствия пассивной противопожарной защиты

2.2.1 Определение требуемой степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности

Требуемая степень огнестойкости производственных зданий определяется, исходя из категории здания по взрывопожарной и пожарной опасности, площади этажа и высоты здания в пределах пожарного отсека.

Категорированию по взрывопожарной и пожарной опасности в соответствии с [26] подлежат помещения и здания производственного и складского назначения. При этом помещения подразделяются на категории А, Б, В1-В4, Г, Д.

Исходя из характеристики здания, категорированию подлежат все 6 помещений: сушильный участок (1), заготовительный участок (2), столярный участок (3), механосборочный участок (4), участок лаковых покрытий (5), участок шлифовки и полировки изделий (6) (рис. 2.1 и 2.2).

Расчет категории здания и помещений по пожарной опасности выполним в соответствии с [26].

1. Сушильный участок.

Используемые вещества и их характеристика приведены в табл.2.1. Теплота сгорания веществ и материалов принята с использованием [27, 28].

Таблица 2.1 – Характеристика веществ и материалов по взрыво-, пожарной опасности, применяемых на сушильном участке

| Наименование материала | Количество, кг | Низшая теплота сгорания, МДж·кг ⁻¹ | Суммарная теплота сгорания, МДж |
|-------------------------|----------------|---|---------------------------------|
| Деревянные изделия | 25800 | 19,1 | 492780 |
| Пенополистирол ПСБ-С-35 | 275 | 41,75 | 11481,25 |
| ДСтП | 2210 | 19,1 | 42211 |
| ДВП/ДВПо | 2880 | 19,1 | 55008 |
| Фанера | 1700 | 19,1 | 32470 |

Суммарная теплота сгорания применяемых веществ $Q = 633950$ МДж

Площадь размещения пожарной нагрузки на сушильном участке $S = 216$ м².

Удельная пожарная нагрузка определяется по формуле:

$$g = \frac{Q}{S}, \quad (2.1)$$

$$g = \frac{633950}{216} = 2935 \text{ МДж} / \text{м}^2$$

где Q – суммарная пожарная нагрузка, МДж;

S – площадь помещения с пожарной нагрузкой, m^2 .

Данная удельная пожарная нагрузка согласно табл. Б1 [26] соответствует категории В1.

2. Заготовительный участок.

Используемые вещества и их характеристика приведены в табл.2.2. Теплота сгорания веществ и материалов принята с использованием [27, 28].

Таблица 2.2 – Характеристика веществ и материалов по взрыво-, пожарной опасности, применяемых на заготовительном участке

| Наименование материала | Количество, кг | Низшая теплота сгорания, МДж·кг ⁻¹ | Суммарная теплота сгорания, МДж |
|--|----------------|---|---------------------------------|
| Деревянные материалы | 33090 | 19,1 | 632019 |
| Пенополистирол ПСБ-С- 35 | 4875 | 41,75 | 203531 |
| Пенополистирол ПСБ-С- 50 | 75 | 41,75 | 3131 |
| ДСтП | 20500 | 19,1 | 391550 |
| ДВП/ДВПо | 14592 | 19,1 | 278707 |
| Фанера | 11050 | 19,1 | 211055 |
| Пластик ДБСП и пр. пластики и пласт. комплектующие | 400 | 19,1 | 7640 |

Суммарная теплота сгорания применяемых веществ $Q = 1727633$ МДж

Площадь размещения пожарной нагрузки на заготовительном участке $S = 1440$ m^2 .

Удельная пожарная нагрузка определяется по формуле (1.1):

$$g = \frac{1727633}{1440} = 1200 \text{ МДж} / m^2$$

Данная удельная пожарная нагрузка согласно табл. Б1 [26] соответствует категории В3.

Согласно п.Б.2 [26], при определении категорий В2 или В3 количество пожарной нагрузки Q не должно отвечать неравенству:

$$0,64 \cdot g_m \cdot H^2 \leq Q \quad (2.2)$$

$$0,64 \cdot 1400 \cdot 4,2^2 = 15805 \leq Q$$

где H – минимальное расстояние от поверхности пожарной нагрузки до нижнего пояса ферм перекрытия, м

Т.к. неравенство выполняется, то помещение относится к категории В2.

3. Столярный участок.

Используемые вещества и их характеристика приведены в табл.2.3. Теплота сгорания веществ и материалов принята с использованием [27, 28].

Таблица 2.3 – Характеристика веществ и материалов по взрыво-, пожарной опасности, применяемых в столярном участке

| Наименование материала | Количество, кг | Низшая теплота сгорания, МДж·кг ⁻¹ | Суммарная теплота сгорания, МДж |
|------------------------------|----------------|---|---------------------------------|
| Деревянные изделия | 1040 | 19,1 | 19864 |
| ДСтП | 2050 | 19,1 | 39155 |
| ДВП/ДВПо | 2000 | 19,1 | 38200 |
| Фанера | 1700 | 19,1 | 32470 |
| Пластик ДБСП и др. пластики. | 750 | 19,1 | 14325 |

Суммарная теплота сгорания применяемых веществ $Q = 144014$ МДж

Площадь размещения пожарной нагрузки на столярном участке $S = 522$ м².

Удельная пожарная нагрузка определяется по формуле (2.1):

$$g = \frac{144014}{522} = 276 \text{ МДж} / \text{м}^2$$

Данная удельная пожарная нагрузка согласно табл. Б1 [26] соответствует категории В3.

Согласно п.Б.2 [26], при определении категорий В2 или В3 количество пожарной нагрузки Q не должно отвечать неравенству (2.2):

$$0,64 \cdot 1400 \cdot 4,2^2 = 15805 \leq Q$$

Т.к. неравенство выполняется, то помещение относится к категории В2.

4. Механосборочный участок.

Так как на участке обращаются твердые негорючие вещества и материалы в холодном состоянии, то помещение относится к категории Д (таб.1, [26]).

5 Участок лаковых покрытий.

При расчете категории производственного помещения по взрывопожарной и пожарной опасности в качестве расчетного выбираем наиболее неблагоприятный вариант аварии, при котором во взрыве участвуют наибольшее количество веществ и материалов, наиболее опасных в отношении последствий взрыва.

Количество поступивших в помещение веществ, которые могут образовывать взрывоопасные газо-, паровоздушные смеси определяем, исходя из следующих предпосылок:

- происходит расчетная авария одного из лакокрасочных аппаратов;
- все содержимое аппарата поступает в помещение;
- происходит одновременная утечка веществ из трубопроводов, питающих аппарат по прямому или обратному потоку в течение времени, необходимого для отключения трубопроводов.

В качестве растворителя используется в техпроцессе бензол. Учитывая это, принимаем в расчетах параметры пожаро-, взрывоопасности растворителя и производим расчет как для индивидуального горючего вещества.

Расчет ΔP для индивидуальных горючих веществ может быть выполнен по формуле:

$$\Delta P = (P_{\max} - P_0) \cdot \frac{m \cdot Z}{V_{CB} \cdot \rho_{ГЛ}} \cdot \frac{100}{C_{ст}} \cdot \frac{1}{K_n}, \quad (2.3)$$
$$\Delta P = (882 - 101) \cdot \frac{57,34 \cdot 0,3}{847 \cdot 3,362} \cdot \frac{100}{2,68} \cdot \frac{1}{3} = 58,6 \text{ кПа}$$

где P_{\max} – максимальное давление взрыва стехиометрической газовой смеси в замкнутом объеме, определяемое экспериментально или по справочным данным. В нашем случае $P_{\max} = 882 \text{ кПа}$;

P_0 – начальное давление, кПа, допускается принимать равным $P_0 = 101 \text{ кПа}$;

m – масса паров ЛВЖ, вышедших в результате расчетной аварии в помещение, кг;

Z – коэффициент участия горючего во взрыве, который может быть рассчитан на основе характера распределения паров в объеме помещения (принимается $Z = 0,3$);

$V_{св}$ – свободный объем помещения, м^3 :

$$V_{св} = 0,8 \cdot V_{\Pi} = 0,8 \cdot a \cdot b \cdot h, \quad (2.4)$$

где $V_{св} = 0,8 \cdot (24 \cdot 12 - 3 \cdot 12) \cdot 4,2 = 847 \text{ м}^3$, где a , b , h – соответственно ширина, длина, высота, соответственно, м;

$0,8$ – коэффициент, учитывающий оборудование помещения;

$\rho_{г.п.}$ – плотность пара при расчетной температуре $t_p = 10^0 \text{ C}$, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$, вычисляемая по формуле:

$$\rho_{г.п.} = \frac{M}{V_0 \cdot (1 + 0,00367 \cdot t_p)}, \quad (2.5)$$

$$\rho_{г.п.} = \frac{78,11}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 10)} = 3,362 \text{ кг} / \text{м}^3$$

где M – молярная масса, $\text{кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$,

V_0 – молярный объем, равный $22,413 \frac{\text{м}^3}{\text{кмоль}}$,

t_p – расчетная температура, $^{\circ}\text{C}$.

K_n – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения. Допускается принимать K_n равным 3.

$C_{ст}$ – стехиометрическая концентрация паров ЛВЖ, % (об.),

вычисляемая по формуле:

$$C_{ст} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}, \quad (2.6)$$

$$C_{CT} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 7,5} = 2,68$$

где β - стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания:

$$\beta = n_c + \frac{n_H - n_x}{4} - \frac{n_o}{2}, \quad (2.7)$$

$$\beta = 6 + \frac{6 - 0}{4} - \frac{0}{2} = 7,5\%$$

где n_c, n_H, n_o, n_x - число атомов С, Н, О и галоидов в молекуле горючего вещества.

Объем жидкости V , m^3 , поступивший в помещение при расчетной аварии, определяется по формуле:

$$V = V_a + V_m, \quad (2.8)$$

$$V = 0,85 + 0,026 = 0,876 m^3$$

где V_a - объем аппарата, m^3 ;

V_m - объем жидкости, вышедшей из трубопроводов, m^3 .

При этом V_A принимаем равным объему смесителя:

$$V_A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H \cdot \varepsilon, \quad (2.9)$$

$$V_A = \frac{3,14 \cdot 1^2}{4} \cdot 1,2 \cdot 0,9 = 0,85 m^3$$

$$V_m = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot l, \quad (2.10)$$

$$V_m = \frac{3,14 \cdot 0,075^2}{4} \cdot 6 = 0,026 m^3,$$

где V_m - объем жидкости в трубопроводе, m^3 .

В расчете не учитывается объем жидкости, вышедшей из трубопровода до момента отключения, поскольку в исходных данных нет информации о производительности оборудования. Также принимаем протяженность трубопровода 6 м.

Площадь испарения при разливе на пол определяется, исходя из расчета, что 1 л смесей и растворов, содержащих 70 % и менее (по массе)

растворителей, разливается на площади 0,5 м², а остальных жидкостей - на 1 м² пола помещения.

Принимаем, что 1 л раствора разливается на площади 0,5 м². Тогда общая площадь пролива должна составить 438 м². Однако это больше размеров помещения, следовательно, площадь пролива ограничена размерами пола и за расчетную площадь принимаем площадь пола, 252 м².

Массу испаряющейся с открытой поверхности жидкости определяем по формуле:

$$m_u = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_s \cdot F_u \cdot \tau_{исп}, \quad (2.11)$$

$$m_u = 10^{-6} \cdot 5,93 \cdot \sqrt{78,11} \cdot 6,03 \cdot 252 \cdot 3600 = 286,7 \text{ кг}$$

где m_u – масса испаряющейся с открытой поверхности жидкости, кг;

$$\eta = 4,6 + \frac{6,6 - 4,6}{0,5 - 0,2} \times (0,4 - 0,2) = 5,93 \quad - \quad \text{коэффициент, зависящий от}$$

температуры и скорости движения воздуха (определили для условий скорости движения воздуха 0,4 м/с и температуры +10⁰С методом линейной интерполяции);

P_s – давление насыщенного пара жидкости, кПа;

$M = 78,11$ – молярная масса;

$F_u = 252$ – площадь испарения, м²;

$\tau_{исп} = 3600$ – продолжительность испарения, с.

$$P_s = 10^{6,10906 - \frac{1252,776}{225,178 + 10}} = 6,03 \text{ кПа}$$

Сравним $m_u = 286,7 \text{ кг}$ с массой вышедшей жидкости:

$$m_g = V \cdot \rho = 0,876 \cdot 873 = 764,7 \text{ кг}$$

где ρ – плотность бензола в жидкой фазе, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ $\rho = 873$;

Следовательно, за расчетное значение принимаем $m_u = 286,7 \text{ кг}$

Массу паров жидкости m , остающихся в помещении после вентиляции, определяем из выражения:

$$m = \frac{m_u}{K}, \quad (2.12)$$

$$m = \frac{286,7}{5} = 57,34 \text{ кг}$$

где m_u – масса паров бензола, испарившихся с поверхности пола, кг;

K – коэффициент вентиляции.

Коэффициент K определяется по формуле:

$$K = A \cdot T + 1, \quad (2.13)$$

$$K = 4 + 1 = 5$$

где A – кратность воздухообмена, создаваемого аварийной вентиляцией, ч⁻¹;

T – продолжительность поступления паров ЛВЖ в объем помещения, час.

Длительность испарения жидкости принимается равной времени ее полного испарения, но не более 3600 с.

6. Участок шлифовки и полировки изделий.

В помещении участка объемом $V_{\text{п}}=1238 \text{ м}^3$ размещено 10 деревообрабатывающих станков, осуществляющих распиловку, строгание и шлифовку древесины. В процессе обработки древесины выделяется древесная пыль, которая оседает на близлежащих поверхностях общей площадью $F=310 \text{ м}^2$. Средняя интенсивность отложения пыли равна $m_y= 40,4 \cdot 10^{-6} \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

Нижний концентрационный предел распространения пламени $k=2,2 \cdot 10^2 \text{ кг}/\text{м}^3$, удельная теплота сгорания $13,8 \cdot 10^6 \text{ Дж}/\text{кг}$. Критический размер частиц (средний размер частиц пыли, выше которого пылевоздушная смесь становится взрывобезопасной) древесной пыли d не менее 200 мкм.

Распределение пыли по дисперсности представлено в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Распределение пыли по дисперсности

| Фракция пыли, мкм | < 100 | ≤ 200 | ≤ 500 | ≤ 1000 |
|-----------------------------|-------|-------|-------|--------|
| Массовая доля, % (масс.) | 5 | 10 | 40 | 100 |

Соответствующий этому распределению коэффициент участия пыли во взрыве, определенный по [26], равен 0,1.

В качестве расчетного варианта принимаем, то при деревообработке пиломатериалов на исправном станке происходит непрерывное выделение пыли в помещение участка и ее осаждение на окружающие станок поверхности.

Определим давление взрыва, создаваемое при горении пылевоздушной смеси:

$$\Delta P = \frac{m \cdot H_T \cdot P_0 \cdot Z}{V_{св} \cdot \rho_B \cdot C_p \cdot T_0} \cdot \frac{1}{K_H}, \quad (2.14)$$

$$\Delta P = \frac{45,086 \cdot 13,8 \cdot 10^6 \cdot 101 \cdot 0,1}{990 \cdot 1,2 \cdot 1,01 \cdot 10^3 \cdot 283,15} \cdot \frac{1}{3} = 6,23 \text{ кПа}$$

где $m = 3600 \cdot m_y \cdot F = 3600 \cdot 40,4 \cdot 10^{-6} \cdot 310 = 45,086 \text{ кг}$ – масса древесной пыли (кг), поступающей в помещение в течение одного часа;

$H_T = 13,8 \cdot 10^6$ – удельная теплота сгорания пыли, Дж/кг;

$Z = 0,1$ – коэффициент участия пыли во взрыве;

$V_{св} = 0,8 \times V_{пом} = 0,8 \times 1238 = 990 \text{ м}^3$ свободный объем помещения, м^3 .

ρ_B – плотность воздуха при начальной температуре T_0 , $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$ (принимаем $1,2 \text{ кг/м}^3$);

C_p – теплоемкость воздуха, $\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$ (допускается принимать равной $1,01 \cdot 10^3$, $\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$);

T_0 – начальная температура воздуха, К ($T_0 = 273,15 + 10 = 283,15 \text{ К}$).

Поскольку полученное давление больше 5 кПа, то, в соответствии с [26], помещение относится к категории Б.

6. Определение категории здания.

$$S_{зод} = \sum_{i=1}^n S_i = S_{1-й этаж} + S_{2-й этаж} = 93 \times 24 + 84 \times 24 = 4248 \text{ м}^2$$

Принципы отнесения здания к той или иной категории по пожарной и взрывопожарной опасности регламентированы в статье 27 Федерального закона №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и п.п.6.1-6.10 [26].

Категории зданий, сооружений и строений по пожарной и взрывопожарной опасности определяются исходя из доли и суммированной

площади помещений той или иной категории опасности в этом здании, сооружении, строении.

Проверяем последовательно категорию здания.

Здание относится к категории «А», если в нем суммированная площадь помещений категории «А» превышает 5 % площади всех помещений или 200 м².

Площадь помещений категории «А» – 252 м².

Доля помещений категории «А» – $252/4248 \times 100\% = 5,93\%$

Следовательно, здание относится к категории «А» по п.6.2 [26].

В соответствие со ст.32 [29] деревообрабатывающий цех относится к классу функциональной пожарной опасности Ф 5.1.

В соответствии с п. 6.1.1 табл. 6.1 [30] требуемая степень огнестойкости здания должна быть не ниже III, требуемый класс конструктивной пожарной опасности – С0.

2.2.2 Анализ соответствия требованиям пожарной безопасности генерального плана

При экспертизе генерального плана объекта проработан следующий перечень вопросов [36, 37]:

- членение территории объекта на зоны или функциональные территории;
- учет рельефа местности;
- учет господствующего направления ветра;
- наличие въездов, подъездов, дорог;
- количество въездов на территорию объекта и расстояние между ними, ширина ворот для въезда автотранспорта;
- подъезды к зданиям, расстояние от дорог до зданий;
- наличие подъездов к пожарным водоемам;
- расстояние до пожарных гидрантов от дорог и зданий;

- пожарное депо: наличие, радиус обслуживания;
- противопожарные разрывы между зданиями и сооружениями.

Сводные данные о соответствии генплана противопожарным требованиям представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Соответствие генплана противопожарным требованиям

| № п/п | Вопросы, подлежащие проверке | Предусмотрено в проекте, м | Требуется по нормам, м | Ссылка на пункты норм | Вывод |
|---|---|---|---|-----------------------|--------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. Противопожарные разрывы | | | | | |
| 1.1. | Расстояние до здания II степени огнестойкости, С0 с северной стороны | 13,5 | 10 | Табл.1 [32] | Соотв. |
| 1.2 | Расстояние до здания III степени огнестойкости, С1 с северо-восточной стороны | 33,1 | 12 | Табл.1 [32] | Соотв. |
| 1.3 | Расстояние до здания III степени огнестойкости, С0 с восточной стороны | 40 | 10 | Табл.1 [32] | Соотв. |
| 1.4 | Расстояние до здания II степени огнестойкости, С0 с северо-западной стороны | 14 | 10 | Табл.1 [32] | Соотв. |
| 1.5 | Расстояние до здания IV степени огнестойкости, С1 с юго-западной стороны | 12 | 12 | Табл.1 [32] | Соотв. |
| 2. Расположение пожарного депо | | | | | |
| 2.1. | Время прибытия ближайшего пожарного подразделения | В летнее время – 2,5 мин | Время прибытия первого подразделения в городских поселениях и городских округах не должно превышать 10 мин. | п.1, ст.76 [29] | Соотв. |
| | | В зимнее время – 3,0 мин | | | |
| 3. Проходы и подъезды к зданиям, сооружениям и строениям | | | | | |
| 3.1. | Подъезд пожарных автомобилей | Имеется возможность подъехать со всех сторон к зданию | Подъезд пожарных автомобилей должен быть обеспечен с двух продольных сторон | п.8.1 [32] | Соотв. |

Продолжение таблицы 2.5

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------------------------------------|---|---|--|------------------|-----------|
| 3.2. | Ширина проездов для пожарной техники | Минимальная ширина проездов для пожарной техники составляет 12 м | Ширина должна быть 4,2 м при высоте зданий и сооружений от 13 до 46 м | п.8.6 [32] | Соотв. |
| 3.3. | Расстояние от внутреннего края проезда до стены здания, сооружения и строения | Расстояние от края проезда до стены здания составляет 4 м. | Расстояние от края проезда до стены здания для зданий высотой до 28 м должно составлять 5-8 м. | п.8.8 [32] | Не соотв. |
| 4. Расположение пожарных гидрантов | | | | | |
| 4.1 | Расстояние до пожарных гидрантов от дорог и зданий | Пожарный гидрант расположен вдоль дороги на расстоянии 3 м от края проезжей части и 6 м от стены здания | Пожарные гидранты надлежит располагать вдоль автомобильных дорог на – расстоянии не менее 2,5 м от края проезжей части, но не ближе 5 м от стен здания | ст. 68.п.16 [29] | Соотв. |

2.2.3 Анализ соответствия требованиям пожарной безопасности объемно-планировочных решений

В соответствии с п. 6.1.1 табл. 6.1 [30] требуемая площадь пожарного отсека в пределах этажа составляет 2600 м².

Требуемая площадь пожарного отсека больше площади любого этажа здания. Общая площадь здания составляет 4248 м².

Количество пожарных отсеков определим по формуле:

$$N_{омс} = \frac{S_{зд}}{S_{ПО}} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{S_{ПО}} = \frac{S_{1-й этаж} + S_{2-й этаж}}{S_{ПО}}, \quad (2.15)$$

$$N_{омс} = \frac{93 \times 24 + 84 \times 24}{2600} = 1,63 \approx 2$$

где $S_{зд}$ – площадь здания;

$S_{ПО}$ – площадь пожарного отсека.

Значение округляем в большую сторону.

Определяем количество противопожарных стен по формуле:

$$N_{n/c} = N_{омс} - 1, \quad (2.16)$$

$$N_{n/c} = 2 - 1 = 1$$

Вывод: в здании целесообразно выделить в качестве самостоятельных пожарных отсеков этажи.

В соответствии с п. 6.2.10 [32] технологические процессы с различной взрывопожарной и пожарной опасностью размещаются в отдельных помещениях; при этом помещения разных категорий А, Б, В1, В2, В3 отделяются одно от другого, а также эти помещения от помещений категорий В4, Г и Д и коридоров противопожарными перегородками и противопожарными перекрытиями.

При размещении в одном здании или помещении технологических процессов с различной взрывопожарной и пожарной опасностью предусматриваются мероприятия по предупреждению взрыва и распространения пожара. Эффективность этих мероприятий должна быть обоснована в проектной документации.

Согласно п. 6.1.37 [32] в противопожарных преградах, отделяющих помещения категорий А и Б от помещений других категорий, коридоров, лестничных клеток и лифтовых холлов, предусматриваются тамбур-шлюзы с постоянным подпором воздуха по [33]. Устройство общих тамбур-шлюзов для двух и более помещений указанных категорий не допускается.

В соответствии п. 5.4.7 [30] для выделения пожарных отсеков должны

применяться противопожарные стены 1-го типа и (или) перекрытия 1-го типа.

Стены первого типа должны иметь предел огнестойкости REI 150 (таб.23 [4]), перекрытия 1-го типа - предел огнестойкости REI 150 (таб.23 [29]).

Фактически не соответствуют пределу огнестойкости междуэтажные перекрытия, имеющие меньший предел огнестойкости REI 90, тип противопожарных стен – соответствует. Предлагается на перекрытиях дополнительно выполнить цементное покрытие толщиной не менее 2 см для обеспечения требуемого предела огнестойкости (таб.8, [31]).

Для здания III степени огнестойкости помещения категории А, Б, В1, В2, В3 выделяются противопожарными перегородками 1-го типа и противопожарными перекрытиями (междуэтажными и над подвалом) 3-го типа (п. 6.2.10 [32]).

Перегородки 1-го типа должны иметь предел огнестойкости EI 45 (таб.23 [29]), перекрытия 3-го типа - предел огнестойкости REI 45 (таб.23 [29]).

Фактически и перегородки, и перекрытия соответствуют требуемому типу и пределу огнестойкости (см. таб.1.5).

На рисунках 2.1 и 2.2. нанесены конструктивные решение противопожарных преград.

Согласно таб.23 [29] для противопожарной стены 1-го типа должно быть предусмотрено заполнение проема 1-го типа; в противопожарной перегородке 1-го типа - заполнение 2-го типа и тамбур-шлюз 1-го типа.

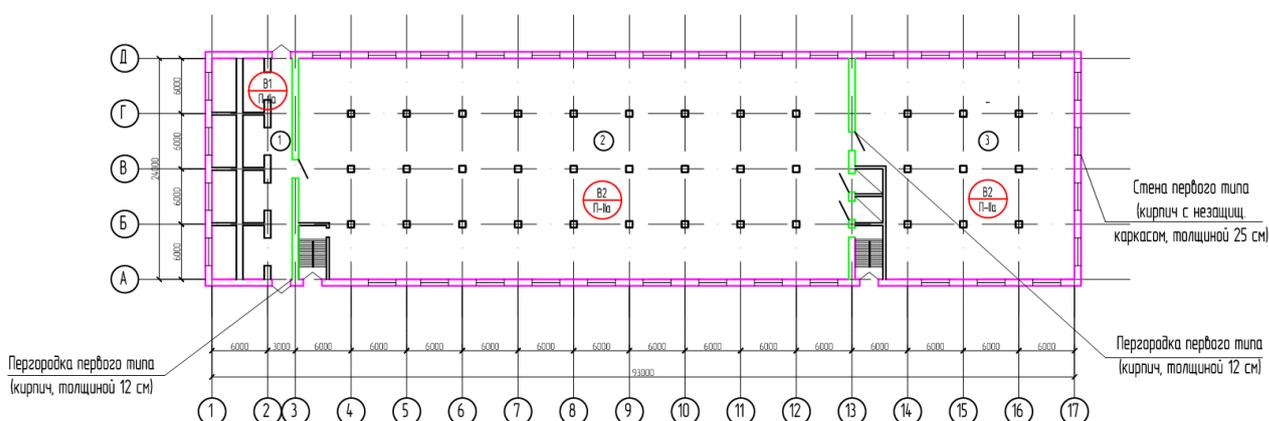


Рисунок 2.3 – План первого этажа

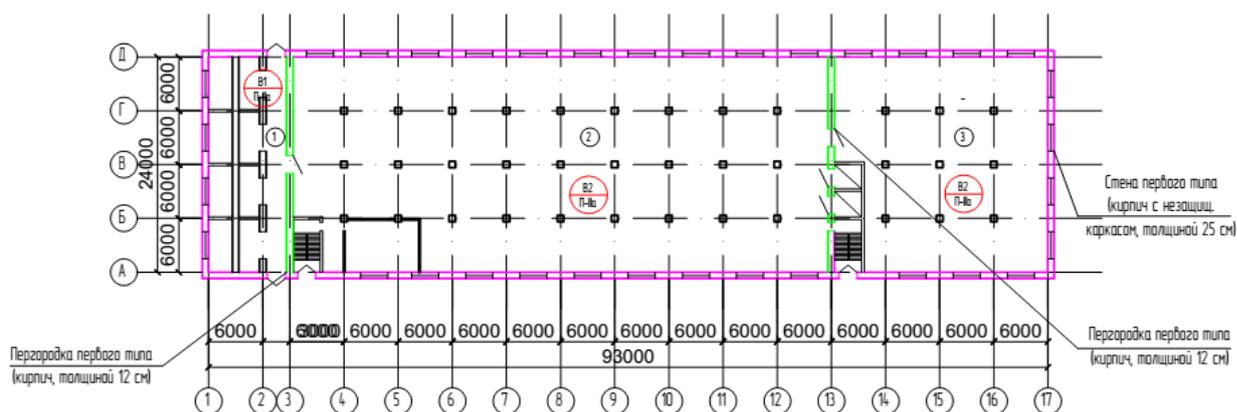


Рисунок 2.4 – План второго этажа

Согласно таб.24 [29] двери в наружных стенах должны иметь предел огнестойкости не ниже EI 60, окна – E 60; в перегородках двери (в т.ч. двери шахт лифтов) должны иметь предел огнестойкости EI 30.

Согласно таб.25 [29] тамбур-шлюз должен быть выгорожен перегородками 1-го типа (EI 45), перекрытием 3-го типа (REI 45) с заполнением проемов 2-го типа (EI 30).

Согласно ст.88 [29] противопожарные стены должны возводиться на всю высоту здания и обеспечивать нераспространение пожара в смежный пожарный отсек, в том числе при одностороннем обрушении конструкций здания со стороны очага пожара.

Места сопряжения противопожарных стен, перекрытий и перегородок с другими ограждающими конструкциями здания, сооружения, строения, пожарного отсека должны иметь предел огнестойкости не менее предела огнестойкости сопрягаемых преград.

Конструктивное исполнение мест сопряжения противопожарных стен с другими стенами зданий, сооружений и строений должно исключать возможность распространения пожара в обход этих преград.

Окна в противопожарных преградах должны быть не открывающимися, а противопожарные двери и ворота должны иметь устройства для самозакрывания. Противопожарные двери, ворота, шторы, люки и клапаны, которые могут эксплуатироваться в открытом положении, должны быть

оборудованы устройствами, обеспечивающими их автоматическое закрывание при пожаре.

Общая площадь проемов в противопожарных преградах не должна превышать 25 процентов их площади.

2.2.4 Анализ соответствия требованиям пожарной безопасности противопожарных преград

Фактические пределы огнестойкости строительных конструкций можно определить, воспользовавшись [31]. На основании полученных пределов огнестойкости строительных конструкций определим фактическую степень огнестойкости фабрики согласно таблице 21 [29].

Сводные данные о соответствии противопожарным требованиям противопожарных преград представлены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Сводные данные о соответствии противопожарным требованиям противопожарных преград

| Наименование конструкций | По проекту | | | По нормам | | | Вывод | |
|--|------------|---------|-----------------|-----------|--------|-------------------|-------|---|
| | Кф | Пф | Ссылка на норму | Кт | Пт | Ссылка на норму | К | П |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Колонны стальные, защищенные слоем бетона толщиной 20 мм | К0 | R45 | Табл.11 [31] | К0 | R45 | Табл. 21, 22 [29] | + | + |
| Колонны стальные незащищенные с толщиной стенок 15 мм | К0 | R 15 | Табл.11 [31] | К0 | R45 | Табл. 21, 22 [29] | + | - |
| Стены наружные фахверковые из кирпича толщиной 25 см с незащищенным каркасом | К0 | REI300 | Табл.11 [31] | К0 | E15 | Табл. 21, 22 [29] | + | + |
| Внутренние стены и стены лестничных клеток кирпичные толщиной 38 см. | К0 | REI 330 | Табл.10 [31] | К0 | REI 60 | Табл. 21, 22 [29] | + | + |

Продолжение таблицы 2.6

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|----|---------|-------------------------|----|----------|-------------------|---|---|
| Перегородки гипсошлаковые толщиной 12 см | K0 | REI 45 | Табл.10 [31] | K0 | Не норм. | Табл. 21, 22 [29] | + | + |
| Перегородки кирпичные толщиной 12 см | K0 | REI 150 | Табл.10 [31] | K0 | Не норм. | Табл. 21, 22 [29] | + | + |
| Перекрытия из предварительно-напряженных железобетонных балок и ребристых плит ребрами вниз с защитным слоем бетона 30 мм до арматуры класса Вр-М и легкий бетон. Наименьшая толщина ребер плит – 10 см | K0 | REI 90 | п.2.18. 2.27 таб.8 [31] | K0 | REI 45 | Табл. 21, 22 [29] | + | + |
| Балки перекрытий с защитным слоем бетона 30 мм до арматуры класса Вр-М и легкий бетон. Наименьшая толщина ребер плит – 20 см | K0 | REI 75 | таб.7 [31] | K0 | REI 45 | Табл. 21, 22 [29] | + | + |
| Стальные балки бесчердачного покрытия | K0 | R15 | Прим. К таб.11 [31] | K0 | R15 | Табл. 21, 22 [29] | + | + |

Оценка данных, приведенных в таб.2.6, показывает, что фактически здание имеет IV степень огнестойкости, что меньше требуемого.

Для доведения до требуемой степени огнестойкости (III) необходимо повысить предел огнестойкости стальных незащищённых колонн. Для этого предлагается металлические незащищенные колонны покрыть слоем штукатурки толщиной не менее 25 мм.

2.2.5 Анализ соответствия требованиям пожарной безопасности путей эвакуации

Исходные данные: фактическая степень огнестойкости – III (принимается, что она доведена до требуемой согласно рекомендациям в п.3.2.4), фактический

класс конструктивной пожарной опасности – С0, категория здания – А, площади с задания: 1-го этажа – 2232 м², 2-го этажа – 2016 м². Количество работающих в наибольшей работающей смене:

- сушильный участок (категория В1, площадь – 207,6 м²; площадь оборудования - 55 м²) – 12 чел.;
- заготовительный участок (категория В2, площадь – 1423,2 м², площадь оборудования – 560 м²) – 25 чел.;
- столярный участок (категория В2, площадь – 527 м², площадь оборудования – 205 м²) – 18 чел.;
- участок лаковых покрытий (категория А, площадь – 244,2 м², площадь оборудования – 75 м²) – 11 чел.;
- участок шлифовки и полировки изделий (категория Б, площадь – 276,7 м², площадь оборудования – 90 м²) – 9 чел.;
- механосборочный участок (категория Д, площадь – 1423,2 м², площадь оборудования – 825 м²) – 21 чел.

Согласно п.4.2.1, 4.2.2, 9.1.1, 9.1.2 [29] не менее двух эвакуационных выходов должны иметь:

- помещения подвальных и цокольных этажей, предназначенные для одновременного пребывания более 15 чел.;
- в помещениях подвальных и цокольных этажей, предназначенных для одновременного пребывания от 6 до 15 чел., один из двух выходов допускается предусматривать непосредственно наружу из помещений с отметкой чистого пола не ниже 4,5 метра и не выше 5 метров через окно или дверь размером не менее 0,75×1,5 метра, а также через люк размером не менее 0,6×0,8 метра;
- подвальные и цокольные этажи при площади более 300 м² или предназначенные для одновременного пребывания более 15 человек;
- помещения категорий А и Б с численностью работающих в наиболее многочисленной смене более 5 чел., категории В - более 25 чел. или площадью более 1000 м²;

- открытые этажерки и площадки, предназначенные для обслуживания оборудования, при площади пола яруса более 100 м² - для помещений категорий А и Б и более 400 м² - для помещений других категорий;

- этажи категорий А и Б при численности работающих в наиболее многочисленной смене более 5 чел., категории В - 25 чел.

Таким образом, не менее двух эвакуационных выходов должны иметь следующие помещения:

- заготовительный участок;
- участок лаковых покрытий;
- участок шлифовки и полировки изделий.

Один эвакуационный выход могут иметь следующие помещения:

- сушильный участок;
- столярный участок;
- механосборочный участок.

Анализ соответствия протяженности путей эвакуации выполним согласно требований п.9.2.7 [35]. Сводные данные внесем в таб.2.7.

Таблица 2.7 – Анализ соответствия протяженности путей эвакуации

| Наименование помещения | Категория по ВПйПО | Объем помещения, м ³ | НРС, чел | Свободная площадь, м ² | Плотность людского потока, чел/м ² | Максимальное расстояние до выхода по номам, м | Фактическое расстояние до выхода по номам, м | Вывод о соот. нормам |
|--------------------------|--------------------|---------------------------------|----------|-----------------------------------|---|---|--|----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Сушильный участок | В1 | 872 | 12 | 152,6 | 0,08 | 100 | 20,0 | + |
| Заготовительный участок | В2 | 5977 | 25 | 863,2 | 0,03 | 100 | 46 | + |
| Столярный участок | В2 | 2213 | 18 | 322 | 0,06 | 100 | 35,4 | + |
| Участок лаковых покрытий | А | 1025 | 11 | 169,2 | 0,07 | 40 | 23 | + |

Продолжение таблицы 2.7

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|--------------------------------------|---|------|----|-------|------|---------|------|---|
| Участок шлифовки и полировки изделий | Б | 1162 | 9 | 186,7 | 0,05 | 40 | 32,2 | + |
| Механосборочный участок | Д | 5977 | 21 | 598,2 | 0,04 | Не огр. | 46 | + |

Анализ суммарной ширины дверей на путях эвакуации выполним согласно п.9.2.11 и таб. 31 [35]. Сводные данные представим в виде таб.2.8.

Таблица 2.8 – Анализ суммарной ширины дверей на путях эвакуации

| Наименование помещения | Категория по ВПиПО | Общая ширина эвакуационных дверей, м ² | НРС, чел | Плотность людского потока на 1 м выхода, чел/м | Плотность людского потока на 1 м выхода по нормам, чел/м | Вывод о соот. нормам |
|--------------------------------------|--------------------|---|----------|--|--|----------------------|
| Сушильный участок | В1 | 4 | 12 | 3 | 110 | + |
| Заготовительный участок | В2 | 4 | 25 | 6,25 | 110 | + |
| Столярный участок | В2 | 2 | 18 | 9 | 110 | + |
| Участок лаковых покрытий | А | Выход не соответ. эвакуац. ст.89 [29] | 11 | - | 45 | - |
| Участок шлифовки и полировки изделий | Б | 2 | 9 | 4,5 | 45 | + |
| Механосборочный участок | Д | 2 | 21 | 10,5 | Не норм. | + |

На рисунках 2.5 и 2.6 приведены пути эвакуации людей и двери на пути эвакуации.

В результате анализа установлено, что на участке лаковых покрытий отсутствуют эвакуационные выходы (по нормам их требуется два), на участке шлифовки и полировки изделий одного эвакуационного выхода не достаточно.

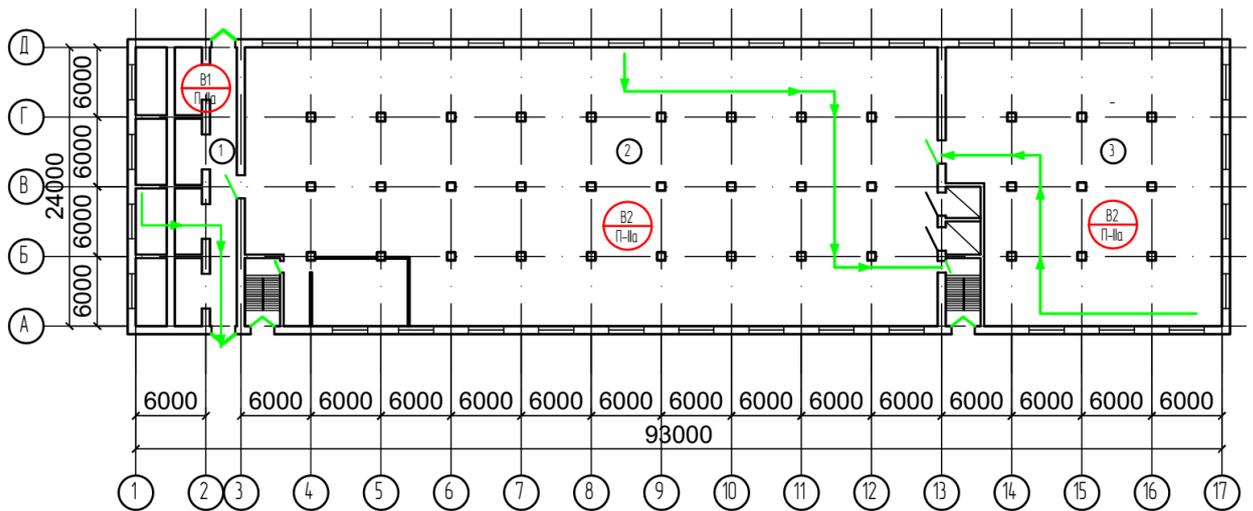
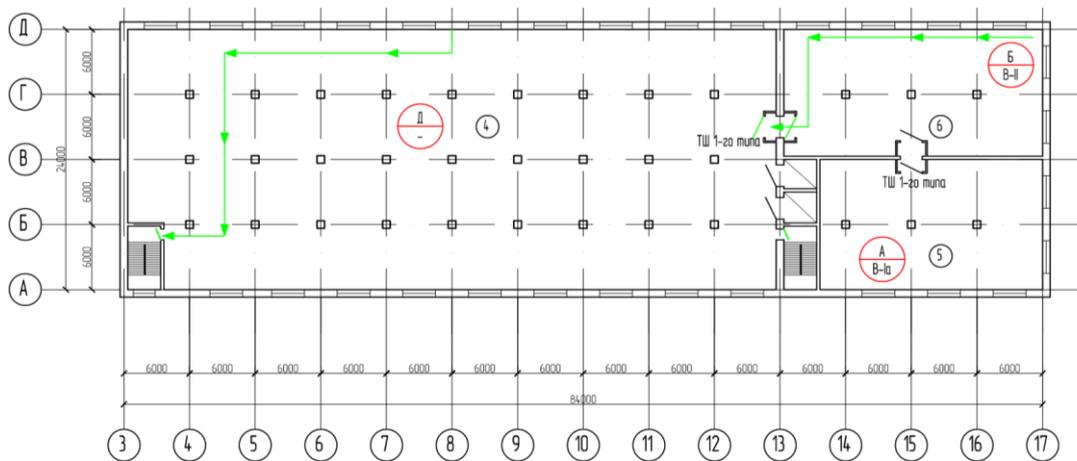


Рисунок 2.5 – Пути эвакуации и двери на путях эвакуации на первом этаже



Примечание: стрелками указано направление эвакуации из наиболее удаленной точки помещения, эвакуационные выходы выделены зеленым цветом.

Рисунок 2.6 – Пути эвакуации и двери на путях эвакуации на втором этаже

Предлагается в указанных помещениях сократить количество работающих в наибольшую работающую смену до 5 чел., исходя из возможностей технологического процесса. В этом случае на участке шлифовки и полировки изделий второй эвакуационный выход не потребуется, а на участке лаковых покрытий устроить эвакуационный выход через тамбур-шлюз в лестничную клетку.

2.3 Анализ соответствия требованиям пожарной безопасности систем активной противопожарной защиты

2.3.1 Автоматическая пожарная сигнализация

Согласно требованиям СП 5.13130.2009 [38] подлежат обязательному оборудованию автоматической пожарной сигнализацией: сушильный участок (п.8.2 [38]), столярный участок (п.9.2 [38]), участок лаковых покрытий (п.6 [38]), участок шлифовки и полировки изделий (п.6 [38]).

Все указанные участки, за исключением столярного, оборудованы автоматической пожарной сигнализацией (далее – АПС) с выводом приемного устройства в место круглосуточного пребывания людей.

Система пожарной сигнализации объекта построена на базе прибора приемно-контрольного пожарного «Яхонт-16И» и комплекса технических средств системы «Орион» НВП «Болид» г Королев.

Проектом предусматривается установка приборов приемно-контрольных пожарных малой емкости в каждом защищаемом здании. Конструкцией приборов предусмотрена сигнализация несанкционированного вскрытия корпуса. Блоки бесперебойного питания для выше названных приборов устанавливаются у приборов и имеют выход для дистанционного контроля заряда аккумуляторных батарей резервного питания.

Информация о состоянии шлейфов пожарной сигнализации зданий по интерфейсу RS 485 передается на пульт контроля и управления «С2000», который отображает на жидкокристаллическом индикаторе происходящие в системе события, хранит архив событий в энергонезависимом буфере с возможностью просмотра, сигнализирует тревоги на встроенном звуковом сигнализаторе, управляет релейными выходами приборов приёмно-контрольных и релейных блоков.

При помощи ПКУ «С2000» производится программирование конфигурационных параметров приборов, входящих в данную систему

автоматической пожарной сигнализации, устанавливаются пароли для ограничения доступа к функциям управления и программирования.

ПКУ «С2000» устанавливается в операторной с круглосуточным пребыванием обслуживающего персонала.

Для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током в проекте предусматривается защитное заземление корпусов приборов и щитовых конструкций, выполняемое в соответствии с ПУЭ, гл. 1.7.

Таким образом, предлагается столярный участок оборудовать автоматической пожарной сигнализацией.

2.3.2 Анализ противодымной защиты и вентиляции

Согласно п.7.2 [34] для рассматриваемого здания деревообрабатывающего цеха удаление продуктов горения при пожаре системами вытяжной противодымной вентиляции следует предусматривать:

- из коридоров без естественного проветривания при пожаре длиной более 15 м в зданиях с числом этажей два и более;
- производственных помещений категорий А, Б, В;
- из каждого производственного или складского помещения с постоянными рабочими местами (а для помещений высотного стеллажного хранения - вне зависимости от наличия постоянных рабочих мест), если эти помещения отнесены к категориям А, Б, В1, В2, В3 в зданиях I-IV степени огнестойкости, а также В4, Г или Д в зданиях IV степени огнестойкости.

Т.о., удаление продуктов горения при пожаре системами вытяжной противодымной вентиляции следует предусмотреть из: сушильного, заготовительного, столярного участков, участков лаковых покрытий, участка шлифовки и полировки изделий.

Согласно ст.88 [29] окна в противопожарных преградах должны быть не открывающимися. Исходя из этого, дымоудаление через оконные фрамуги в рассматриваемом проекте не допускается.

Согласно п.7.9 [34] при удалении продуктов горения непосредственно из помещений площадью более 3000 м² их необходимо конструктивно или условно разделять на дымовые зоны каждая площадью не более 3000 м² с учетом возможности возникновения пожара в одной из зон. Площадь помещения, приходящаяся на одно дымоприемное устройство, должна составлять не более 1000 м².

Согласно п.7.1 [34] системы противодымной вентиляции должны быть автономными для каждого пожарного отсека.

Учитывая площади пожарных отсеков, необходимо три шахты дымоудаления (для каждого этажа-отсека).

Количество дымоприемных устройств:

- сушильный цех - 1;
- заготовительный цех - 2;
- столярный цех - 1;
- цех лаковых покрытий – 1;
- участок шлифовки и полировки изделий - 1.

Согласно п.7.11-7.12 [34] вентиляторы для удаления продуктов горения следует размещать в отдельных помещениях с ограждающими строительными конструкциями, имеющими пределы огнестойкости не менее требуемых для конструкций пересекающих их воздуховодов или непосредственно в защищаемых помещениях при специальном исполнении вентиляторов. Вентиляторы противодымных вытяжных систем допускается (в соответствии с техническими данными предприятий-изготовителей) размещать на кровле и снаружи зданий с ограждениями для защиты от доступа посторонних лиц. Допускается установка вентиляторов непосредственно в каналах при условии обеспечения соответствующих пределов огнестойкости вентиляторов и каналов. Установка вентиляторов на наружных стенах фасадов допускается с учетом следующих требований:

- выброс продуктов горения над покрытиями зданий и сооружений на расстоянии не менее 5 м от воздухозаборных устройств систем приточной

противодымной вентиляции;

- выброс в атмосферу следует предусматривать на высоте не менее 2 м от кровли из горючих материалов;

- допускается выброс продуктов горения на меньшей высоте при защите кровли негорючими материалами на расстоянии не менее 2 м от края выбросного отверстия или без такой защиты при установке вентиляторов крышного типа с вертикальным выбросом.

Допускается выброс продуктов горения:

- через дымовые люки с учетом скорости ветра и снеговой нагрузки;
- через решетки на наружной стене (или через шахты у наружной стены) на фасаде без оконных проемов или на фасаде с окнами на расстоянии не менее 5 м по горизонтали и по вертикали от окон и не менее 2 м по высоте от уровня земли или при меньшем расстоянии от окон при обеспечении скорости выброса не менее 20 м/с;

- через отдельные шахты на поверхности земли на расстоянии не менее 15 м от наружных стен с окнами или от воздухозаборных устройств систем приточной общеобменной вентиляции других примыкающих зданий или систем приточной противодымной вентиляции данного здания.

Анализ принятых решений показал, что все требования на объекте соблюдены. На рисунках 2.7, 2.8 приведены схемы размещения дымоприемных устройств, обслуживающих помещения, а также дымовых шахт.

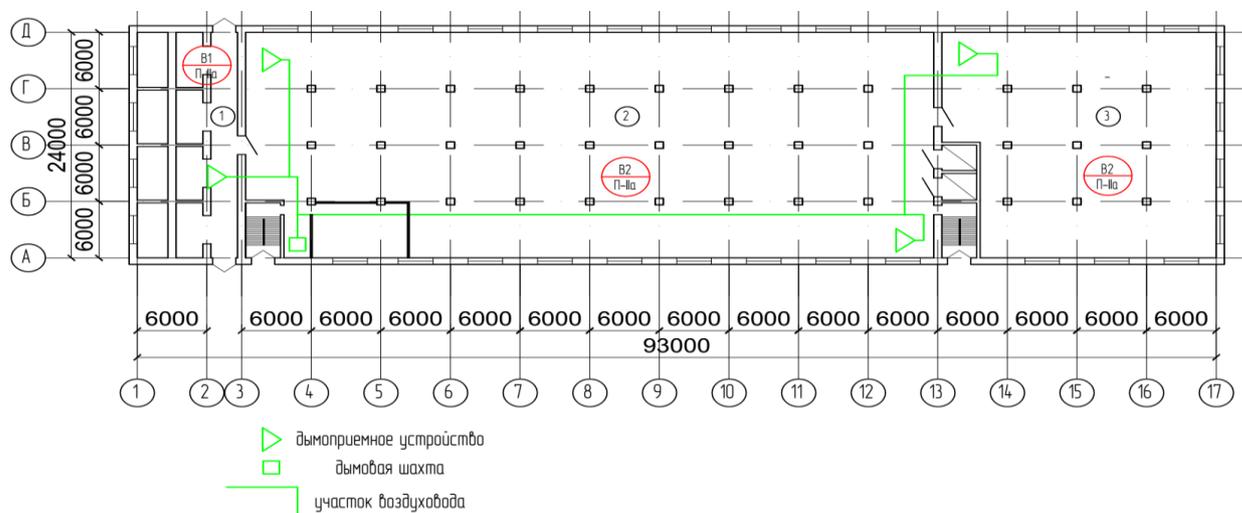


Рисунок 2.7 – План первого этажа

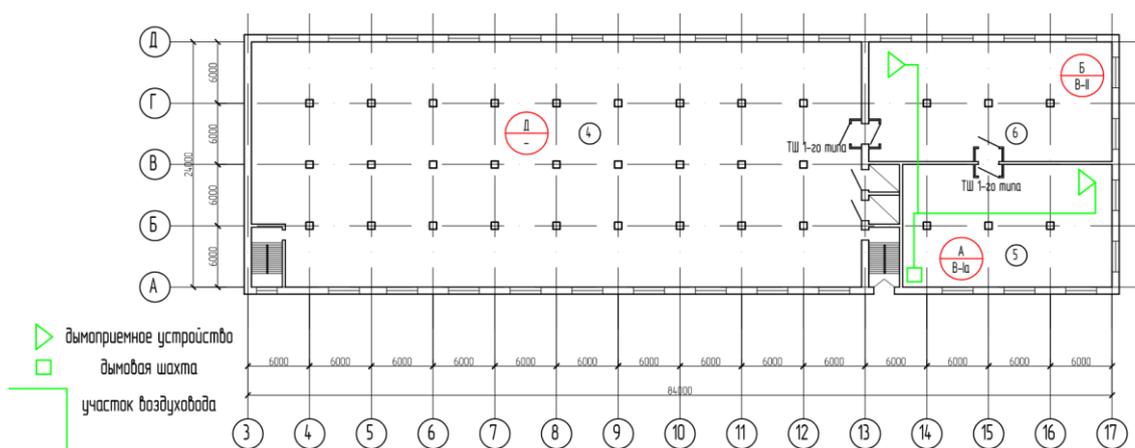


Рисунок 2.8 – План второго этажа

Таким образом, определены помещения, требующие проектирования противодымной вентиляции, определено требуемое количество дымоприемных устройств и дымовых шахт, рассмотрено соблюдение требований к размещению вентиляторного оборудования и выбросу продуктов горения. Установлено, что системы дымоудаления должна быть выполнена с механическим побуждением, а оконные фрамуги для этих целей использоваться запрещается.

2.3.3 Наружное и внутреннее водоснабжение, в том числе пожаротушение

Общий расчетный пожарный расход воды $Q_{\text{пож}}$ складывается из расхода на наружное пожаротушение $Q_{\text{нар}}$ (от гидрантов) в течение 3 часов (п. 6.3, СП 8.13130.2009 [40]) и на внутреннее пожаротушение $Q_{\text{вн}}$ от пожарных кранов в течение 3 часов – так как в исходных данных требования не оговариваются, то пожарные краны при проектировании не устанавливаем на системе автоматического пожаротушения, т.е. проектируются отдельно (п.4.1.10 СП 10.13130.2009 [39]), а также из расхода на спринклерные установки $Q_{\text{спр}}$ в (табл.5.1 [38]).

Для расчета запаса огнетушащих веществ определим и зададимся необходимыми исходными данными:

объем исследуемого объекта определим по формуле:

$$V_{з\partial} = (S_{эм1} + S_{эм2}) \cdot h_{эм}, \quad (2.17)$$

$$V_{з\partial} = (24 \times 93 + 24 \times 84) \cdot 4,2 = 17841,6 \text{ м}^3;$$

здания функциональной пожарной опасности Ф5.1;

число жителей в г.Юрга – не более 81 тыс. чел.

Согласно табл.1 СП 8.13130.2009 расчетное количество пожаров в населенном пункте – 2, расход воды на наружное пожаротушение составляет $Q_{нар} = 70 \text{ л/с}$. Согласно примечанию, расход воды на наружное пожаротушение в поселении должен быть не менее расхода воды на пожаротушение зданий, указанных в таблице 2, 3.

Согласно табл.3 СП 8.13130.2009 расход воды на наружное пожаротушение составляет $Q_{нар} = 20 \text{ л/с}$.

Согласно табл.2 СП 10.13130.2009 расход воды на внутреннее пожаротушение составляет $Q_{вн} = 2 \times 5 = 10 \text{ л/с}$.

Заготовительный участок согласно (п.9.2 [38]) подлежит оборудованию АУПТ. Ориентировочный минимальный расход воды на спринклерную установку пожаротушения составляет $Q_{спр} = 54 \text{ л/с}$ (группа помещения – 4.1; интенсивность орошения $0,3 \text{ л/(с} \times \text{м}^2)$, минимальная площадь орошения спринклерной АУПТ – 180 м^2 согласно таб. 5.1 [38]).

Продолжительность подачи воды составляет не менее 60 мин.

Общий расчетный пожарный расход воды составляет:

$$Q_{пож} = Q_{нар} + Q_{вн} + Q_{спр}, \quad (2.18)$$

$$Q_{пож} = 20 + 10 + 54 = 84 \text{ л/с}$$

Общий расчетный пожарный объем воды для тушения цеха:

$$W_{пож} = Q_{нар} \cdot \tau_{нар} + Q_{вн} \cdot \tau_{вн} + Q_{спр} \cdot \tau_{спр}, \quad (2.19)$$
$$W_{пож} = \frac{20 \cdot 3 \cdot 3600 + 10 \cdot 3 \cdot 3600 + 84 \cdot 60 \cdot 60}{1000} = 626,4 \text{ м}^3$$

2.3.4 Анализ системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией

В соответствии с таб. 2 СП 3.13130.2009 [41] на объекте необходимо предусматривать систему оповещения и управления эвакуацией (далее – СОУЭ) третьего типа. Учитывая специфику организации, принято решение об оборудовании цеха СОУЭ четвертого типа на базе оборудования «Танго» производства ЗАО НПО «Авангардспецмонтаж» г.Смоленск, который включает в себя речевое оповещение (передача специальных текстов), установку световых оповещателей «Выход» над дверями эвакуационных выходов и указателей направления движения, а также эвакуационных знаков пожарной безопасности, указывающих направление движения.

Включение системы оповещения в автоматическом режиме происходит от срабатывания двух пожарных извещателей.

СОУЭ людей при пожаре со средствами пожарной сигнализации выполняется без права отключения, с электропитанием по I-й категории.

В состав системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре входят:

- прибор управления техническими средствами оповещения «Танго-ПУ/БП-8» (на 8 зон);
- зональные коммутаторы – «Танго-ПУ/ЗК» 4 шт. (на 2 зоны оповещения каждый);
- выносная микрофонная консоль – «Танго-МК-8» на 8 зон;
- зональные вызывные устройства – «Танго-УВ» для обеспечения связи зоны оповещения с диспетчерской;
- переговорная трубка диспетчера - «Танго-УВ/Т»;
- активная колонка – «Танго-ОП5» – 5Вт;
- совместно с приборами системы используются:
- указатели путей эвакуации - оповещатели пожарные серии «АСТО»;
- блок резервного питания - ИРПА 124/2-3.

3 Расчеты и аналитика

3.1 Выбор типа пожарных извещателей для столярного участка

Согласно выполненному анализу (см.п.2.3.1) все участки, за исключением столярного, оборудованы АПС с выводом приемного устройства в место круглосуточного пребывания людей.

АПС объекта построена на базе прибора приемно-контрольного пожарного «Яхонт-16И» и комплекса технических средств системы «Орион» НВП «Болид» г Королев.

В столярном участке запроектируем отдельную АПС.

Столярный цех относится к цехам механической обработки древесины и сборки изделий, где пиломатериалы раскраивают на заготовки, строгают и т.п. Полученные детали поступают на сборочные конвейеры. Готовые изделия отделяют, упаковывают и отправляют потребителю.

В процессе механической обработки древесины около половины ее превращается в отходы, являющиеся сырьем для других производств. Поэтому для комплексной переработки сырья при основном производстве создается служба для переработки отходов и отправки на другие производства.

Пожарная опасность деревообрабатывающих производств характеризуется пожароопасными свойствами горючих веществ и материалов, обращающихся в производстве, их большими количествами; возможностью образования в отдельных цехах паро- и пылевоздушных горючих концентраций, появления источников зажигания и быстрого распространения пожара.

Наиболее опасным веществом на предприятиях деревообработки является древесина. Ниже приведены некоторые пожароопасные свойства наиболее часто используемой древесины [27].

Древесина буковая, измельченная, горючий материал. Температура самовоспламенения 490°C; температура тления 320°C; нижний

концентрационный предел распространения пламени 60 г/м^3 ; максимальное давление взрыва 810 кПа ; максимальная скорость нарастания давления $5,6 \text{ МПа/с}$.

Древесина грушевая, горючий материал. Температура самовоспламенения 500°C ; температура тления 320°C ; нижний концентрационный предел распространения пламени 100 г/м^3 ; максимальное давление взрыва 930 кПа ; максимальная скорость нарастания давления $18,5 \text{ МПа/с}$.

Древесина грушевая - орешник (50:50), горючий материал. Температура самовоспламенения 500°C ; температура тления 315°C ; нижний концентрационный предел распространения пламени 100 г/м^3 ; максимальное давление взрыва 930 кПа ; максимальная скорость нарастания давления $18,5 \text{ МПа/с}$.

Древесина дубовая, горючий материал. Влажность $8,9\%$ (масс.); плотность $600 - 710 \text{ кг/м}^3$; теплопроводность $0,35 - 0,81 \text{ Вт/(м}\times\text{К)}$; теплота сгорания – $(18221-19874) \text{ кДж/кг}$. Показатель горючести более $2,1$; температура воспламенения 238°C ; температура самовоспламенения 375°C , склонна к тепловому самовозгоранию; температура тления 298°C .

Древесина еловая, горючий материал. Влажность $8,7\%$; плотность $422-432 \text{ кг/м}^3$; теплопроводность $0,29 \text{ Вт/(м}\times\text{К)}$; теплота сгорания 20305 кДж/кг . Показатель горючести более $2,1$; температура воспламенения 241°C ; температура самовоспламенения 397°C ; склонна к тепловому самовозгоранию; температура тления 305°C ; нижний концентрационный предел распространения пламени 27 г/м^3 ; максимальное давление взрыва 550 кПа ; максимальная скорость нарастания давления $6,7 \text{ МПа/с}$.

Древесина, осевшая пыль изготовления древесно-стружечных плит, горючий материал. Температура самовоспламенения 490°C ; температура тления 320°C ; нижний концентрационный предел распространения пламени 60 г/м^3 ; максимальное давление взрыва 920 кПа ; максимальная скорость нарастания давления $10,2 \text{ МПа/с}$.

Древесина, осевшая пыль изготовления твердых волокнистых плит, горючий материал. Температура самовоспламенения 410°C; температура тления 310 °С; нижний концентрационный предел распространения пламени 100 г/м³.

Древесина сосновая, горючий материал. Влажность 9 %; плотность 414 – 510 кг/м³; теплопроводность 0,37 Вт/(м×К); теплота сгорания (18731 – 20853) кДж/кг. Показатель горючести более 2,1; температура самовоспламенения 399 °С; склонна к тепловому самовозгоранию; температура тления при самовозгорании 295 °С; нижний концентрационный предел распространения пламени 34 г/м³; максимальное давление взрыва 520 кПа; максимальная скорость нарастания давления 5,5 МПа/с; коэффициент дымообразования 717 м²/кг при 400 °С; токсичность продуктов горения 35,5±2,7 г/м³ при 400 °С.

Однако, кроме древесины, значительную опасность также представляют древесные опилки и пыль, нитроцеллюлозные лаки и шпатлевки, полиэфирные лаки, моторные и промышленные масла и др.

Согласно табл. М1 [38] производственные здания с производством и хранением изделий из древесины могут оборудоваться дымовыми, тепловыми либо извещателями пламени.

В соответствии с экспериментальными данными развития очага пожара древесины [52] возможно формирование тестовых очагов ТП-1 (открытое горение древесины) и ТП-2 (тление древесины).

Очаг ТП-1 характеризуется интенсивным тепловыделением, сильным восходящим потоком, дымом. Наиболее пригодными являются тепловые и дымовые пожарные извещатели.

Очаг ТП-2 характеризуется очень незначительным тепловыделением, слабым восходящим потоком, дымом. Наиболее пригодными являются дымовые и комбинированные пожарные извещатели.

Т.о., для защиты объекта принимаем дымовые извещатели.

Принимаем дымовые извещатели ИП212-63 «ДАНКО» [53].

Учитываем, что принятые извещатели не адресные.

Также принимаем ручные пожарные извещатели ИПР-55М, используя каталог [53].

Извещатель ИП212-63М предназначен для обнаружения загораний в закрытых помещениях, сопровождающихся появлением дыма. Извещатель регистрирует оптическое излучение, отраженное от частиц дыма, и передает информацию на приемно-контрольный прибор.

Извещатель предназначен для круглосуточной и непрерывной работы с любым ПКП, обеспечивающим напряжение питания в шлейфе сигнализации в диапазоне от 9 до 30 В и воспринимающим сигнал «Пожар» в виде дискретного уменьшения внутреннего сопротивления извещателя в прямой полярности.

Извещатель с помощью встроенного оптического индикатора красного цвета обеспечивает индикацию состояний:

«ДЕЖУРНЫЙ РЕЖИМ» – мигание индикатора с периодом 7 с;

«ПОЖАР» – мигание индикатора с частотой около 2 Гц.

Извещатель обеспечивает подключение выносного оптического индикатора.

Чувствительность извещателя (удельная оптическая плотность среды, контролируемой извещателем, при которой формируется извещение «ПОЖАР») находится в пределах от 0,05 до 0,2 дБ/м.

Электрическое питание извещателя осуществляется постоянным напряжением величиной от 9 до 30 В с возможной переполусовкой питающего напряжения длительностью до 100 мс и периодом повторения не менее 0,7 с.

Электропитание извещателей производится от ШС.

Ток потребления при напряжении питания 20 В не более 75 мкА.

Падение напряжения на извещателе в режиме «ПОЖАР» от 5,5 до 8,5 В.

Максимально допустимый ток извещателя в режиме «ПОЖАР» без учета выносного оптического индикатора не более 25 мА.

Автоматическая компенсация запылённости дымовой камеры.

Сигнал срабатывания извещателя сохраняется после окончания воздействия на извещатель продуктов горения (дыма). Сброс сигнала

производится отключением или переполюсовкой питания извещателя на время не менее 3 с.

Диапазон рабочих температур от -30 до +55 °С.

Относительная влажность воздуха до 93% при 40 °С.

Величина сопротивления между контактами 3 и 4 извещателя не более 2 Ом.

Степень защиты оболочки устройства IP40 по ГОСТ 14254.

Извещатели сохраняют работоспособность при воздействии фоновой освещенности от искусственного и/или естественного освещения 12 000 лк.

Габаритные размеры не более 105×50 мм.

Масса извещателя с розеткой не более 0,14 кг.

Средний срок службы не менее 10 лет.

Средняя наработка на отказ не менее 60000 ч.

3.2 Размещение пожарных извещателей и трассировка шлейфа на столлярном участке

Размещение пожарных извещателей и трассировку шлейфа АПС производим в соответствии с требованиями [38].

Согласно п.13.2 [38] одним шлейфом пожарной сигнализации с пожарными извещателями, не имеющими адреса, допускается оборудовать зону контроля, включающую:

- помещения, расположенные не более чем на двух сообщающихся между собой этажах, при суммарной площади помещений 300 м² и менее;
- до десяти изолированных и смежных помещений суммарной площадью не более 1600 м², расположенных на одном этаже здания, при этом изолированные помещения должны иметь выход в общий коридор, холл, вестибюль и т. п.;
- до двадцати изолированных и смежных помещений суммарной площадью не более 1600 м², расположенных на одном этаже здания, при этом

изолированные помещения должны иметь выход в общий коридор, холл, вестибюль и т.п., при наличии выносной световой сигнализации о срабатывании пожарных извещателей над входом в каждое контролируемое помещение;

- неадресные шлейфы пожарной сигнализации должны объединять помещения в соответствии с их разделением на зоны защиты.

Кроме того, шлейфы пожарной сигнализации должны объединять помещения таким образом, чтобы время установления места возникновения пожара дежурным персоналом при полуавтоматическом управлении не превышало $1/5$ времени, по истечении которого можно реализовать безопасную эвакуацию людей и тушение пожара. В случае, если указанное время превышает приведенное значение, управление должно быть автоматическим.

Максимальное количество неадресных пожарных извещателей, питающихся по шлейфу сигнализации, должно обеспечивать регистрацию всех предусмотренных в применяемом приемно-контрольном приборе извещений.

Точечные пожарные извещатели следует устанавливать под перекрытием. При невозможности установки извещателей непосредственно на перекрытии допускается их установка на тросах, а также стенах, колоннах и других несущих строительных конструкциях.

Учитывая высоту помещений, равную 4,2 м, согласно таблице 13.3 [38] средняя площадь, контролируемая одним извещателем, составляет 70 м², максимальное расстояние между извещателями – 8,5 м; между извещателем и стеной – 4,0 м.

Согласно паспорту на извещатель ИП212-63 «ДАНКО» [53] при размещении и эксплуатации извещателей необходимо руководствоваться НПБ 88-2001 «Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования». Согласно НПБ 88-2001 средняя площадь, контролируемая одним ПИ, расстояние между ПИ и стеной аналогичны требованиям, приведённым в [38].

Согласно приложению Н [38] предусматриваем ручные пожарные извещатели:

- вдоль эвакуационных путей, в коридорах, у выходов из цехов, складов;
- на лестничных площадках этажа.

Трассировка шлейфа должна проводиться в соответствии с требованиями нормативно-технической документации и п. 13.15 [38].

Согласно требованиям:

- электрические проводные шлейфы пожарной сигнализации и соединительные линии следует выполнять самостоятельными проводами и кабелями с медными жилами. Электрические проводные шлейфы пожарной сигнализации, как правило, следует выполнять проводами связи, если технической документацией на приборы приемно-контрольные пожарные не предусмотрено применение специальных типов проводов или кабелей;

- диаметр медных жил проводов и кабелей должен быть определен из расчета допустимого падения напряжения, но не менее 0,5 мм.

- принимаем предварительно провод КСВВ 2×0,5.

Размещение пожарных извещателей приведено на рисунке 3.1.

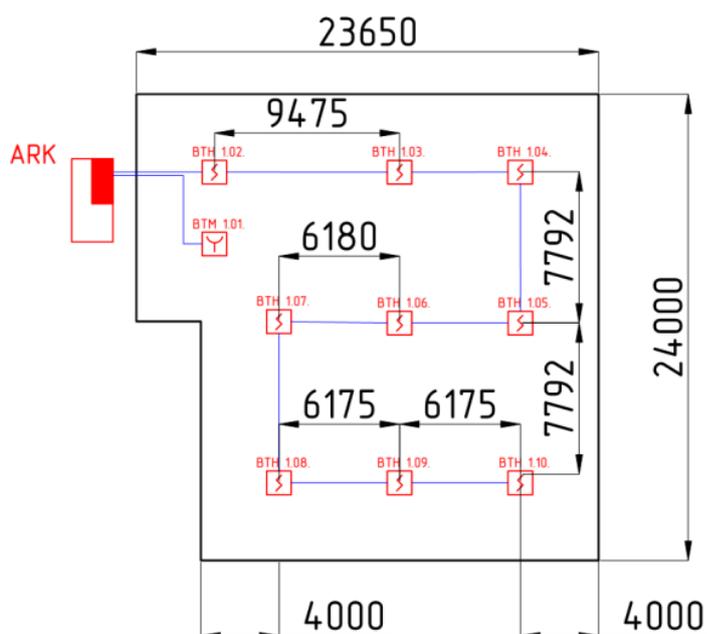


Рисунок 3.1 – Размещение пожарных извещателей в защищаемом помещении

Объединяем извещатели в шлейфы и присоединяем к приемно-контрольному оборудованию.

3.3 Выбор прибора приемно-контрольного пожарного, его размещение

Анализируя стоимость приемно-контрольных приборов, принимаем решение о закупке «Гранит-16». Согласно техническим характеристикам принятые типы пожарных извещателей прибор поддерживает.

Согласно требований пп.13.14.5-13.14.9 [38] приборы приемно-контрольные и приборы управления следует устанавливать на стенах, перегородках и конструкциях, изготовленных из негорючих материалов.

Установка указанного оборудования допускается на конструкциях, выполненных из горючих материалов, при условии защиты этих конструкций стальным листом толщиной не менее 1 мм или другим листовым негорючим материалом толщиной не менее 10 мм. При этом листовой материал должен выступать за контур устанавливаемого оборудования не менее чем на 0,1 м.

Расстояние от верхнего края приемно-контрольного прибора и прибора управления до перекрытия помещения, выполненного из горючих материалов, должно быть не менее 1 м.

При смежном расположении нескольких приемно-контрольных приборов и приборов управления расстояние между ними должно быть не менее 50 мм.

Приборы приемно-контрольные и приборы управления следует размещать таким образом, чтобы высота от уровня пола до оперативных органов управления и индикации указанной аппаратуры соответствовала требованиям эргономики.

Прибор приемно-контрольный «ГРАНИТ-16» предназначен для охраны различных объектов, оборудованных электроконтактными и токопотребляющими охранными и пожарными извещателями.

В таблице 3.1 приведены основные технические характеристики прибора.

Таблица 3.1 – Технические характеристики ППКП «Гранит-16»

| Параметр | Значение |
|---|---------------|
| Информационная ёмкость (кол-во шлейфов) | 16,24 |
| Информативность (кол-во видов извещений) | 9 |
| Напряжение на входе ШС при номинальном сопротивлении шлейфа | 17±2 В |
| Суммарная токовая нагрузка в шлейфе в дежурном режиме, не более | 1,5 мА |
| Параметры выходов ПЦН («сухой контакт»): напряжение/ток, до | 72 В/50 мА |
| Ток потребления по выходу «12В» для питания извещателей, не более | 250 мА |
| Ток потребления по выходу «ОПВ», не более | 200 мА |
| Ток потребления по выходу «СИР» для питания внешнего звукового оповещателя, 12 В (обязательно наличие в приборе аккумулятора), не более | 500 мА |
| Ток потребления по выходу «ЛАМП» для питания световых оповещателей, не более | 200 мА |
| Регистрируются нарушения лож./ охр. шлейфа длительностью, более | 350 мс |
| Не регистрируются нарушения лож./ охр. шлейфа длительностью, менее | 250 мс |
| Напряжение питания сети (переменный ток 50 Гц) | 187...242 В |
| Напряжение питания от аккумулятора | 11,8...14,0 В |
| Мощность, потребляемая от сети, не более | 20 ВА |
| Номинальная емкость резервного аккумулятора | 7 Ач |
| Ток потребления от аккумулятора в дежурном режиме (при отсутствии внешних потребителей), не более | 150 мА |
| Масса без аккумулятора, не более | 2,5 кг |
| Габаритные размеры | 325x260x90 мм |
| Степень защиты оболочкой | IP10 |
| Вероятность эффективного срабатывания | 0,97 |
| Средняя наработка на отказ прибора в режиме охраны или режиме снятия с охраны, не менее | 40 000 ч. |
| Срок службы, не менее | 10 лет |
| Условия эксплуатации | |
| Диапазон рабочих температур | -30...+50 °С |
| Относительная влажность воздуха при +40°С, не более | 93% |

В исполнении с выносной панелью обеспечивается удаленное управление прибором по 3-х проводной линии на расстоянии до 200 м. Позволяет подключить в зависимости от исполнения 16 шлейфов сигнализации. Управление кнопками или электронными ключами ТМ.

Прибором можно также управлять Proximity-картами, набором цифрового кода кнопками, специальными двухкнопочными брелоками и/или

ключами ТМ с помощью универсального считывателя «Портал» варианты 2...8, 9 и 10 производства НПО «Сибирский Арсенал».

Выдает сигнал тревоги при нарушении или пожаре на объекте на пульт централизованного наблюдения (ПЦН). При отключении питания прибор запоминает состояние включенных ШС.

Оптимизирована работа пожарных ШС. Например, если ШС находился в состоянии «Неисправность», а затем в этом шлейфе сработал пожарный извещатель, то будет выдано извещение «Внимание». Однако, при наличии извещения «Внимание» и возникновении неисправности в ШС, извещение «Неисправность» выдаваться не будет.

Передача сигналов тревоги на ПЦН осуществляется независимо от вида питания разрывом линий ПЦН, с помощью контактов реле.

Автоматический переход на питание от аккумуляторной батареи при отсутствии напряжения сети. Сигнал «Тревога» при этом не выдается.

Работает с токопотребляющими извещателями, с напряжением питания 10-25 В.

3.3 Расчет количества пожарных извещателей в одном шлейфе

Шлейф сигнализации (может быть пожарной или охранной сигнализации), иногда называют «лучом». Шлейф представляет собой элемент, который соединяет в единую электрическую цепь приемно-контрольный прибор и пожарные извещатели или другие элементы управления и индикации. Проще говоря, это медный многожильный кабель, по которому передается электрический сигнал. В аналоговых системах, шлейф подключают к контактам, и идет контроль замкнут/разомкнут контакт.

При выборе приемно-контрольного прибора в его характеристиках не указывается, какое количество пожарных извещателей можно подключить в его шлейф сигнализации.

Схема электрического подключения пожарных извещателей к ПКП

«Гранит 16/24» представлена на рис.3.2.

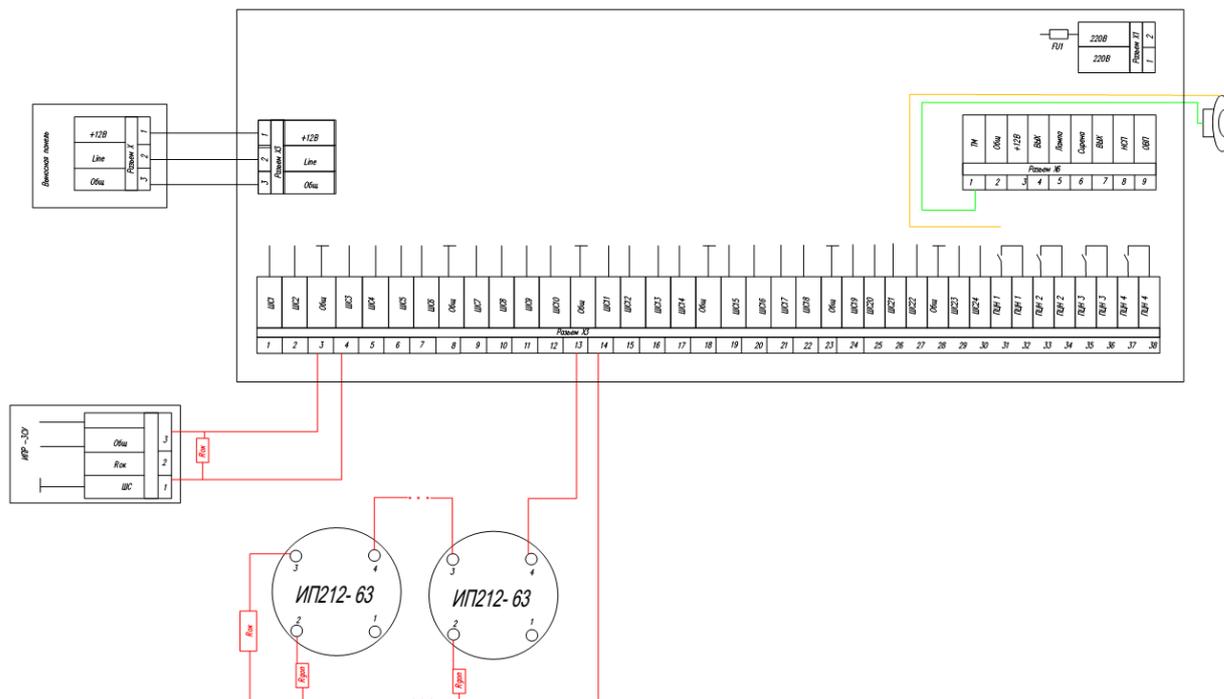


Рисунок 3.2 – Схема подключения пожарных извещателей к ПКП «Гранит 16/24»

В нашем случае принят прибор «Гранит 16». В данном приборе (в зависимости от исполнения) может быть установлено от 16 до 24 шлейфов сигнализации.

То есть на 1 шлейф сигнализации можно подключить определенное количество извещателей. Для расчета необходимо знать максимальный ток, который проходит через шлейф. Из технических характеристик на прибор этот ток составляет 1,5 мА [54].

На практике не рекомендуется нагружать шлейф на полный ток (1,5 мА). Для устойчивой работы следует использовать 70-80% от максимального тока. Поэтому, в расчетах принимаем значение максимального тока 1,125 мА.

В случае, если в шлейф подключать только однотипные извещатели, то их максимальное расчетное количество определится по формуле:

$$n = \frac{I_{доп}}{I_1}, \quad (3.1)$$

$$\text{ИП212-63 «ДАНКО»}: n_1 = \frac{I_{доп}}{I_1} = \frac{1,125}{0,075} = 15 \text{ шт.};$$

$$\text{ИПР-55М} - 7 \text{ шт.}: n_2 = \frac{I_{доп}}{I_2} = \frac{1,125}{0,025} = 45 \text{ шт.}$$

Следовательно, принятую схему размещения пожарных извещателей и шлейфов в подразделе 3.2 (рис.3.1) оставляем без изменений.

Общая схема автоматической пожарной сигнализации представлена на рисунке 3.3.

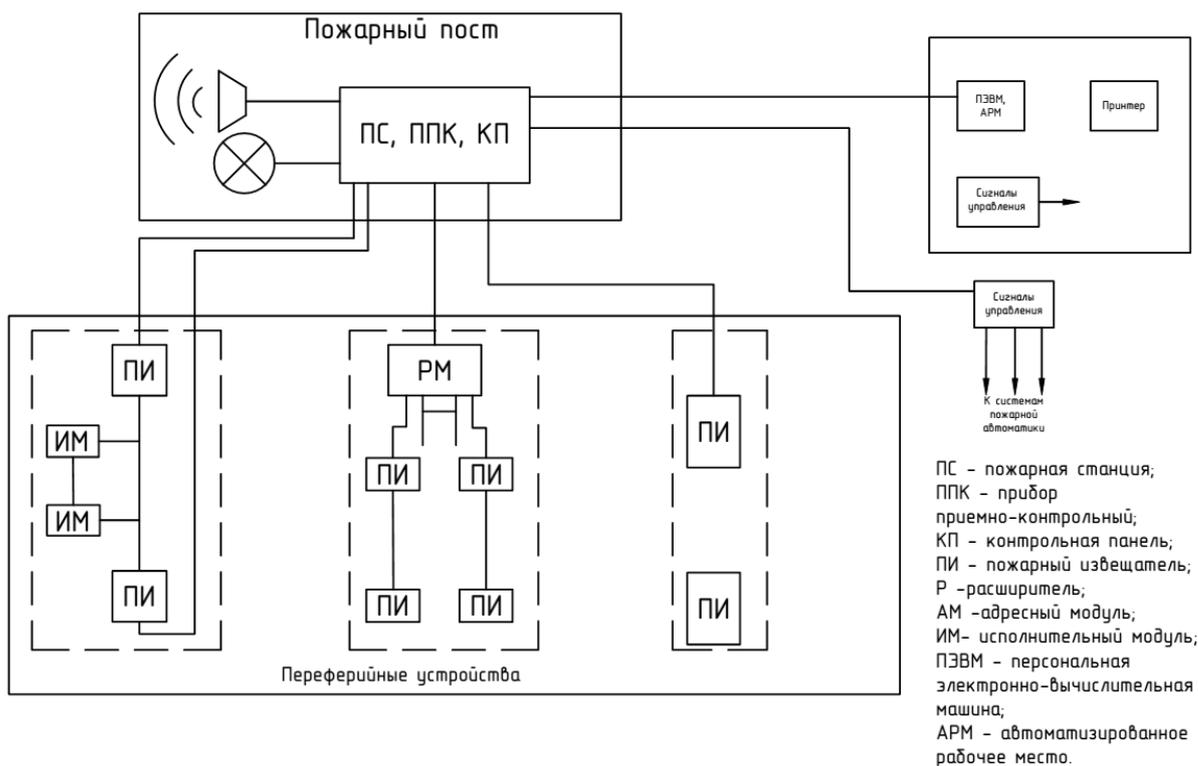


Рисунок 3.3 – Общая схема автоматической пожарной сигнализации

3.4 Расчет емкости резервного источника питания

Приемно-контрольный прибор работает от стандартной сети переменного тока (220 В, частота 50 Гц), но в случае отключения электропитания должен отработать резервный источник. В качестве резервного источника питания используется аккумуляторная батарея. Согласно требованиям [38] в случае отключения энергоснабжения резервный источник

должен отработать в течении 24 часов в дежурном режиме и 1 час в режиме пожар.

В нашем случае выбран ППКП «Гранит 16».

К прибору подключены следующие извещатели:

ИП212-63 «ДАНКО» - 8 шт.;

ИПР-55М – 1 шт.

Согласно паспортным характеристикам для ППКП «Гранит 16» [54]:

напряжение на входе ШС при номинальном сопротивлении шлейфа - $17 \pm 2В$;

суммарная токовая нагрузка в шлейфе в дежурном режиме, не более 1,5 мА;

Ток потребления от аккумулятора в дежурном режиме (при отсутствии внешних потребителей), не более 150 мА.

Согласно паспортным характеристикам для ИП212-63 «ДАНКО» [53] ток потребления при напряжении питания 20 В не более 75 мкА.

Согласно паспортным характеристикам для ИПР-55М [55] ток потребления при напряжении питания 20 В не более 25 мкА.

Под емкостью аккумулятора понимается количество энергии, которую он может аккумулировать. Емкость выражается в ампер часах (А×ч).

Для подбора емкости аккумулятора, необходимо знать, какой ток потребляет нагрузка. В данном случае нагрузка – это приемно-контрольный прибор и пожарные извещатели.

Аккумулятор в подобных устройствах применяют на напряжение 12В. Так как эксплуатация устройств осуществляется в помещении, то аккумуляторы используют (свинцово-кислотные) герметичного исполнения.

В расчетах током, потребляемым соединительными проводами в шлейфе пожарной сигнализации, пренебрегаем, так как сопротивление пожарных извещателей очень большое и составляет десятки тысяч Ом, а сопротивление шлейфов не будет превышать и 100 Ом.

Ток нагрузки в дежурном режиме или режиме «Пожар» определяется по формуле:

$$I_n = I_{\text{пкп}} + \sum_{i=1}^n (N_i \cdot I_{\text{пш}(i)}), \quad (3.2)$$

где $I_{\text{пкп}}$ – ток, потребляемый приемно-контрольным прибором в дежурном режиме или режиме «Пожар»;

$I_{\text{пш}(i)}$ – ток, потребляемый i -м пожарным извещателем в дежурном режиме или режиме «Пожар»;

N_i – число i -х извещателей;

n – количество групп извещателей.

Тогда ток нагрузки составит:

$$I_n = 150 + (8 \cdot 75 + 1 \cdot 25) \cdot 10^{-3} = 150,6 \text{ мА}$$

Емкость аккумуляторной батареи выразим через формулу времени работы автоматической пожарной сигнализации от аккумуляторной батареи:

$$T = \frac{C_a}{I_n}, \quad (3.3)$$

В формуле переводим единицы измерения мА в А, т.е. 0,1506 А. Время работы согласно требованиям составляет 24 часа. Тогда емкость аккумулятора составит:

$$C_a = T \cdot I_n = 24 \cdot 0,1506 = 3,62 \text{ А/ч}$$

Учтем поправочный коэффициент, зависящий от полученной емкости.

Коэффициент равен при $k = 0,75$.

Тогда уточненное значение емкости равно:

$$C_a = \frac{3,62}{0,75} = 4,83 \text{ А/ч}$$

Определив требуемую емкость аккумуляторной батареи, осуществляем подбор аккумулятора. Выбираем батарею из каталога [28]. Подбор делают по наиболее близкой емкости, которая указана у существующих моделей аккумуляторов. Принимаем свинцово-кислотный аккумулятор фирмы Delta (модель Delta DTM 1205) напряжением 12В, емкостью 5А/ч.

3.5 Описание работы системы пожарной сигнализации

Обнаружив очаг пожара (обнаружение происходит по дыму), извещатель ИП212-63М формирует и отправляет сигнал на ППКП «Гранит-16», обрабатывающему его, где формируется сигнал «Тревога» и указывается номер задействованного шлейфа (всего задействовано два шлейфа).

Обслуживающий персонал после сработки обходит защищаемый участок.

В случае обнаружения возгорания человек может задействовать ручной пожарный извещатель ИПР-55М, откуда сигнал о сработке также поступит на приемно-контрольный прибор «Гранит-16».

В случае неисправности извещателя формируется сигнал на приемно-контрольном приборе «Гранит-16» об неисправности.

В случае отсутствия напряжения на приемно-контрольном приборе задействуется через автоматический ввод резерва аккумуляторная батарея Delta DTM 1205, которая может обеспечить автономную работу автоматической пожарной сигнализации в течение не менее 24 часов.

4.1 Расчет стоимости автоматической пожарной сигнализации

Для расчета учитывается стоимость оборудования, которая указана в интернет магазине [53] выше. Все данные сводим в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Сводная стоимость автоматической пожарной сигнализации

| Наименование и тех. характеристика | Тип. марка | Завод изготовитель, город | Ед. ичм. | Кол-во | Стоимость одной единицы, руб | Общая стоимость |
|--|------------------|--|----------|--------|------------------------------|-----------------|
| Извещатель пожарный дымовой | ИП212-63 «ДАНКО» | ООО НПО «Сибирский Арсенал», г. Новосибирск | шт | 9 | 415 | 3735 |
| Извещатель пожарный ручной | ИПР-55М | «Арсенал безопасности», г.Севастополь | шт | 1 | 184 | 184 |
| Прибор приемно-контрольный | Гранит-16 | ООО НПО «Сибирский Арсенал». г. Новосибирск | шт | 1 | 5810 | 5563 |
| Кабель для систем охранно-пожарной сигнализации | КСВВ 2×0,5 | ООО «Торгово-Промышленный Дом Паритет». г.Москва | м | 158,9 | 4,66 | 740 |
| АКБ | Delta DTM 1205 | Delta, Атланта (США) | шт | 1 | 1174 | 1174 |
| Другие материалы, накладные расходы, сметная прибыль, зарплата монтажников | | | | | | 42604 |
| Итого | | | | | | 54000 |

4.2 Техничко-экономического обоснование автоматической пожарной сигнализации

Техничко-экономическое обоснование противопожарных мероприятий выполним, воспользовавшись методикой [42].

В качестве оценки эффективности предлагаемых противопожарных решений рассмотрим внедрение автоматической пожарной сигнализации в столярном участке. Успех эвакуационных и спасательных мероприятий во многом зависит от своевременного обнаружения пожара и оповещения людей.

Здание 2-этажное. Площадь застройки здания – 2232 м². Общая развернутая площадь здания – 4248 м².

Для внутреннего пожаротушения в здании имеется противопожарный водопровод. Наружное пожаротушение предусматривается от гидрантов городской водопроводной сети. Отступлений от проектного решения в конструктивном решении здания не обнаружено. Внешний осмотр несущих и ограждающих строительных конструкций позволяет сделать вывод об их удовлетворительном состоянии.

Здание оснащено первичными средствами пожаротушения. Здание оборудовано автоматической пожарной сигнализацией.

Статистическая величина вероятности возникновения пожара составляет $5,0 \times 10^{-6}$ 1/м² в год (по данным, приведенным в [42]).

Пожарная нагрузка в помещениях здания является однородной и ее максимальное значение составляет $g = 1750$ МДж / м².

В процессе эксплуатации объекта в течение его срока функционирования возможно возникновение загораний, которое или ликвидируется, или переходит из начальной стадии в развитой пожар. В существующем здании возможны следующие случаи возникновения пожара:

- возникшее загорание ликвидируется первичными средствами пожаротушения, площадь пожара не более 4 м²;
- загорание обнаруживается системой автоматической сигнализации, сигнал о пожаре поступает в пожарную охрану и за время до 15 мин пожарные подразделения приступают к началу тушения до развития пожара на большой площади;
- автоматическая пожарная сигнализация не срабатывает по какой-либо причине, пожарные подразделения прибывают после развития пожара на

значительной площади.

Стоимость 1 м² объекта составляет:

- в 1-м варианте – 8860 руб./м² (при оборудовании автоматической пожарной сигнализацией);
- во 2-м варианте – 7858 руб./м² (при отсутствии автоматической пожарной сигнализации);
- в том числе стоимость оборудования в здании – 4430 руб./м².

Определяем составляющие математического ожидания годовых потерь при тушении пожара первичными средствами по формуле:

$$M(\Pi_1) = J \cdot F \cdot C_m \cdot F_{\text{пож}} \cdot (1+k) \cdot p_1, \quad (4.1)$$

$$M(\Pi_1) = 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot 4248 \cdot 4430 \cdot 4 \cdot (1+0,9) \cdot 0,79 = 565 \text{ руб.}$$

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

F – площадь объекта, м²;

C_m – стоимость оборудования в здании, 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 пожаротушения (при линейной скорости развития пожара 0,54 м/мин).

При своевременном прибытии пожарных подразделений в пределах 15 мин принимаем условие, что развитие пожара возможно в пределах одного помещения или между помещениями, разделенными перегородками с пределом огнестойкости не более 0,25 ч. Обрушения основных строительных конструкций в здании III степени огнестойкости не происходит, возможен только переход пожара в смежное помещение. Площадь пожара в этом случае определяется линейной скоростью горения и временем до начала тушения.

Площадь пожара за время тушения привозными средствами определим по формуле:

$$F'_{\text{пож}} = n \cdot (v_l \cdot B_{\text{св.г}})^2, \quad (4.2)$$

$$F'_{\text{пож}} = 3,14 \cdot (0,54 \times 15)^2 = 206,0 \text{ м}^2$$

где $v_{л}$ – линейная скорость распространения горения по поверхности, м/мин;
 $B_{св.г.}$ – время свободного горения, мин;

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных подразделениями Государственной противопожарной службы, прибывшими по сигналу системы автоматической пожарной сигнализации и начавшими тушение в течение 15 мин, рассчитываем по формуле:

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot C_m \cdot F'_{пож} \cdot (1+k) \cdot (1-p_1) \cdot p_2 \cdot 0,52, \quad (4.3)$$

$$M(\Pi_2) = 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot 4248 \cdot 8860 \cdot 206 \cdot (1+0,9) \cdot (1-0,79) \cdot 0,974 \cdot 0,52 = 7834 \text{ руб.}$$

где $F'_{пож}$ – площадь пожара за время тушения привозными средствами;
 $0,52$ – коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами;

p_2 – вероятность тушения пожара привозными средствами пожаротушения (принимается при нормативном расходе воды 84 л/с на цели пожаротушения по п.3.3.3);

C_m – стоимость 1 м² объекта по первому варианту, руб/м².

Вероятность тушения пожара привозными средствами p_2 определяется в зависимости от нормативного расхода воды на наружное пожаротушение (табл. 2, [17]).

В помещении возможен объемный пожар, регулируемый вентиляцией.

Рассчитываем продолжительность пожара по формуле:

$$t = \frac{P \cdot A_i}{6285 \cdot A \cdot \sqrt{h}}, \quad (4.4)$$

$$t = \frac{1750 \times 16,5}{6285 \times 3 \cdot \sqrt{4,2}} = 0,747$$

где P_i – пожарная нагрузка, приведенная к древесине, кг;

A – площадь проемов помещений, м²;

h – высота проемов, м²;

$n_{ср}$ – средняя скорость выгорания древесины, кг/м²·мин;

n_i – средняя скорость выгорания веществ и материалов, кг/м²·мин.

По графику рис. 6 [42] в зависимости от продолжительности пожара и проемности помещения определяем эквивалентную продолжительность пожара для конструкций перекрытия. Она составляет 2,0 ч. Предел огнестойкости перекрытия здания составляет 1,25 ч (75 мин). Следовательно $t_{экс} > П_0$ и в результате пожара возможно обрушение перекрытия и переход горения с этажа на этаж.

Предполагается, что в течение 30 мин происходит свободное развитие пожара по площади, после чего прибывшие подразделения Государственной противопожарной службы локализуют горение, однако еще через 45 мин пожара происходит обрушение перекрытия.

В результате свободного распространения горения в течение 30 мин и с учетом перехода горения в смежные помещения, возможного обрушения конструкций перекрытия через 75 мин, распространения горения по всей площади этажа, площадь пожара составит:

$$F''_{пож} = \pi \cdot (Y_n \cdot B_{св.г})^2, \quad (4.5)$$

$$F''_{пож} = 3,14 \cdot (0,54 \times 30)^2 \cdot 2 = 1648 \text{ м}^2$$

Для описанного варианта развития пожара величина ожидаемых годовых потерь составит:

$$M(П_3) = J \cdot F \cdot C_m \cdot F''_{пож} \cdot (1+k) \cdot [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_2], \quad (4.6)$$

$$M(П_3) = 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot 4248 \cdot 8860 \cdot 1648 \cdot (1+0,9) \cdot [1 - 0,79 - (1 - 0,79) \cdot 0,974] = 3217 \text{ руб}$$

Таким образом, математическое ожидание годовых потерь от пожаров на объекте при условии оборудования автоматической системой пожарной сигнализации составит:

$$M(П) = M(П_1) + M(П_2) + M(П_3), \quad (4.7)$$

$$M(П) = 565 + 7834 + 3217 = 11616 \text{ руб}$$

При нерабочем системе автоматической пожарной сигнализации или ее отсутствии сообщение о возникновении пожара может увеличиться до 30 мин.

Площадь пожара в этом случае составит:

$$F'_{\text{пож}} = 3,14 \cdot (0,54 \times 30)^2 = 824,1 \text{ м}^2$$

Стоимость 1 м² здания с его содержимым в этом случае составляет 7858 руб.

С учетом этого ожидаемые годовые потери от таких пожаров составят:

$$M(P_2) = 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot 4248 \cdot 7858 \cdot 824,1 \cdot (1+0,9) \cdot (1-0,79) \cdot 0,974 \cdot 0,52 = 27796 \text{ руб.}$$

$$M(P_3) = 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot 4248 \cdot 7858 \cdot 1648 \cdot (1+0,9) \cdot [1-0,79 - (1-0,79) \cdot 0,974] = 2853 \text{ руб}$$

$$M(P) = 565 + 27796 + 2853 = 31214 \text{ руб}$$

Рассчитываем значение показателя уровня пожарной опасности для здания для условия оборудования автоматической пожарной сигнализацией и ее отсутствия.

Для существующего состояния здания (без сигнализации):

$$Y_{\text{по}} = \frac{31214}{4248 \cdot 7858} = 9,35 \text{ коп / 100 руб}$$

При наличии системы автоматической пожарной сигнализации:

$$Y_{\text{по}} = \frac{11616}{4248 \cdot 8860} = 3,08 \text{ коп / 100 руб}$$

Рассчитываем интегральный экономический эффект I при норме дисконта 10%:

$$R(t) = 31214 - 11616 = 19598 \text{ руб}$$

Расчетные данные сведем в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Сводные расчетные данные

| Год осуществления проекта | R_t | $З$ | $Д$ | Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта $(R_t - З_t) \times Д$ |
|---------------------------|-------|------|------|---|
| 1 | 19598 | | 0,91 | 17834,18 |
| 2 | 19598 | 5000 | 0,83 | 12116,34 |
| 3 | 19598 | 5000 | 0,75 | 10948,5 |
| 4 | 19598 | 5000 | 0,68 | 9926,64 |
| 5 | 19598 | 5000 | 0,62 | 9050,76 |
| 6 | 19598 | 5000 | 0,56 | 8174,88 |
| 7 | 19598 | 5000 | 0,51 | 7444,98 |
| 8 | 19598 | 5000 | 0,47 | 6861,06 |
| 9 | 19598 | 5000 | 0,42 | 6131,16 |
| 10 | 19598 | 5000 | 0,38 | 5547,24 |

Капитальные затраты, связанные с оборудованием автоматической пожарной сигнализацией всего комплекса составят 54000 руб.

Интегральный эффект при расчете за период 10 лет составляет:

$$I = 94036 - 54000 = 40036 \text{ руб}$$

$$I = \sum_{i=1}^n (R_i - Z_i) \cdot D_i - K_n \quad (4.8)$$

T принято сроку службы АУПС.

$$I = (19598 - 0) \cdot 0,91 + (19598 - 5000) \cdot 0,83 + (19598 - 5000) \cdot 0,75 + (19598 - 5000) \cdot 0,68 + (19598 - 5000) \cdot 0,68 + (19598 - 5000) \cdot 0,62 + (19598 - 5000) \cdot 0,56 + (19598 - 5000) \cdot 0,51 + (19598 - 5000) \cdot 0,47 + (19598 - 5000) \cdot 0,42 + (19598 - 5000) \cdot 0,38 - 54000 = 40036 \text{ руб}$$

В результате работы над разделом выполнен расчет стоимости автоматической пожарной сигнализации для оборудования столярного участка. Стоимость оборудования составляет 11396 рублей, стоимость строительно-монтажных работ – 42604 рубля, общая стоимость устройства автоматической пожарной сигнализации – 54000 рублей.

Кроме того, выполнен расчет показателей уровня пожарной опасности для рассматриваемого объекта при условии оборудования автоматической пожарной сигнализацией столярного участка и в случае ее отсутствия.

Так, при отсутствии системы автоматической пожарной сигнализации уровень пожарной опасности составляет 9,35 коп/100 руб., а при ее наличии – 3,08 коп/100 руб. (выше в 3 раза!).

Расчет экономического эффекта от внедрения автоматической пожарной сигнализации в столярном цеху согласно расчету составит 40036 руб. (за 10 лет). Таким образом, внедрение автоматической пожарной сигнализации является целесообразным мероприятием.

5 Социальная ответственность

5.1 Описание рабочего места диспетчера пожарного поста

Рабочее место диспетчера пожарного поста располагается в здании и представляет собой письменный стол и кресло.

Основным рабочим положением является положение «сидя».

В ходе выполнения работ диспетчер осуществляет наблюдение за работой контрольно-измерительных приборов и автоматики. Каждый час совершает контроль и регистрацию данных в журнале с последующим введением этих данных в компьютер.

Рабочее место для выполнения работ в положении «сидя» организуется в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.032-78 [43].

В положении «сидя» у диспетчера возникает наименьшее чувство утомления и дискомфорта. На рабочем месте предусмотрена рациональная планировка, порядок и постоянство размещения предметов, а также средств труда и документации. Предметы, которые требуются чаще, расположены в зоне легкой досягаемости рабочего пространства.

На рабочем месте диспетчера также находятся:

- план помещений с расшифровкой по защищаемым направлениям;
- инструкция по эксплуатации установки и о порядке действия оперативного (дежурного) персонала при получении сигналов о пожаре и неисправности СПС;
- местная и городская телефонная связь;
- исправные электрические фонари (не менее 3-х штук);
- приборы приемно-контрольные и приборы управления;
- система дистанционного пуска электроприборов автоматического пожаротушения;
- система дымоудаления (управляется автоматически, представляет собой станцию пожарной сигнализации с подключенными к ней датчиками);

- устройства отключения пожарных насосов, электродвигателей и систем обеспечения незадымленности, включая устройства дистанционного пуска электроустановок и т. д.;

- устройства управление освещением эвакуации, светоуказателями.

Записи в документацию вносятся шариковой ручкой.

Диспетчер пожарного поста в процессе работы может подвергаться влиянию следующих опасных и вредных производственных факторов [44]:

- недостаточная освещенность рабочего места;
- недостаточные параметры микроклимата;
- шум, вибрация оборудования;
- аварийные ситуации (неисправности оборудования), создающие травмоопасные ситуации, пожары, взрывы.

5.2 Характеристика опасных и вредных факторов среды

5.2.1 Освещенность

Диспетчерский пункт (пожарный пост) должен иметь достаточное естественное и искусственное освещение (не менее 150 лк для люминесцентных ламп и не менее 100 лк для ламп накаливания).

Кроме рабочего освещения должно быть предусмотрено аварийное, обеспечивающее освещенность на рабочих поверхностях не менее 50 лк (п.13.14.12 [13]).

В помещении пожарного поста в дневное время используется естественное освещение, а в вечернее и ночное – искусственное.

Естественное освещение осуществляется через боковые окна, а искусственное – комбинацией общего освещения с местным. Помещение пожарного поста согласно [45] освещается таким образом, чтобы гарантировать возможность безопасного обслуживания автоматики. В качестве источника освещения используются люминесцентные лампы, обеспечивающие

освещенность 200 лк. Для формирования направленного светового потока лампы заключают в специальную арматуру, защищающую глаза и предохраняющую лампы от загрязнения, механических повреждений и негативного воздействия окружающей среды.

Аварийное освещение предназначено для работы в аварийных условиях. Освещенность составляет 75 лк. Кроме того, аварийное освещение обеспечивает работу пульта управления, а также проход по площадкам. Аварийное освещение питается от независимого источника энергии (отдельного трансформатора). Для осмотра оборудования у персонала имеются переносные электрические фонари.

В рассматриваемых условиях разряд зрительной работы – III; подразряд зрительной работы – ε (экран); контраст объекта различения с фоном – большой; характеристика фона – светлый.

Геометрические параметры помещения – $8,37 \times 5,88 \times 4,2$ м.

Для помещения с нормальными воздушными условиями выберем светильник типа ШОД (люминесцентный светильник, соответствующий широкому типу кривой силы света, относящийся классу отраженного света светильника по светораспределению).

Определим расчетную высоту подвеса светильника h_n :

$$h_n = H - h_c - h_p, \text{ м}, \quad (5.1)$$

$$h_n = 4,2 - 0,5 - 0,8 = 2,9 \text{ м}$$

где H – высота помещения, м;

h_c – высота свеса светильника от потолка, м ($h_c = 0 \div 1,5 \text{ м}$);

h_p – высота освещаемой рабочей поверхности ($h_p = 0,8 \text{ м}$).

Произведем размещение осветительных приборов, используя соотношение для лучшего расстояния между светильниками $\lambda = L/h$.

Примем, что $\lambda = 1,1$, тогда,

$$L = \lambda \cdot h_n, \text{ м}, \quad (5.2)$$

$$L = 1,1 \cdot 2,9 = 3,19 \text{ м},$$

Расстояние от стен помещения до крайних светильников:

$$\frac{L}{3} = \frac{3,19}{3} = 1,06 \text{ м} \quad (5.3)$$

Для равномерного общего освещения люминесцентные светильники обычно располагают рядами.

Исходя из размеров помещения ($A=8,37$ м и $B=5,88$ м), размеров светильников типа ШОД (длина $a=1,53$ м и ширина $b=0,284$ м) и расстояния между ними, определяем, что число светильников в ряду должно быть 2, и число рядов – 2, т.е. всего светильников должно быть 4 (рис. 6.1).

Найдем индекс помещения по формуле:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)}, \quad (5.4)$$

$$i = \frac{49,22}{2,9 \cdot (8,37 + 5,88)} = 1,19$$

где A и B – длина и ширина помещения, м;

S – площадь помещения, м²;

h – высота подъема лампы над рабочей поверхностью, м.

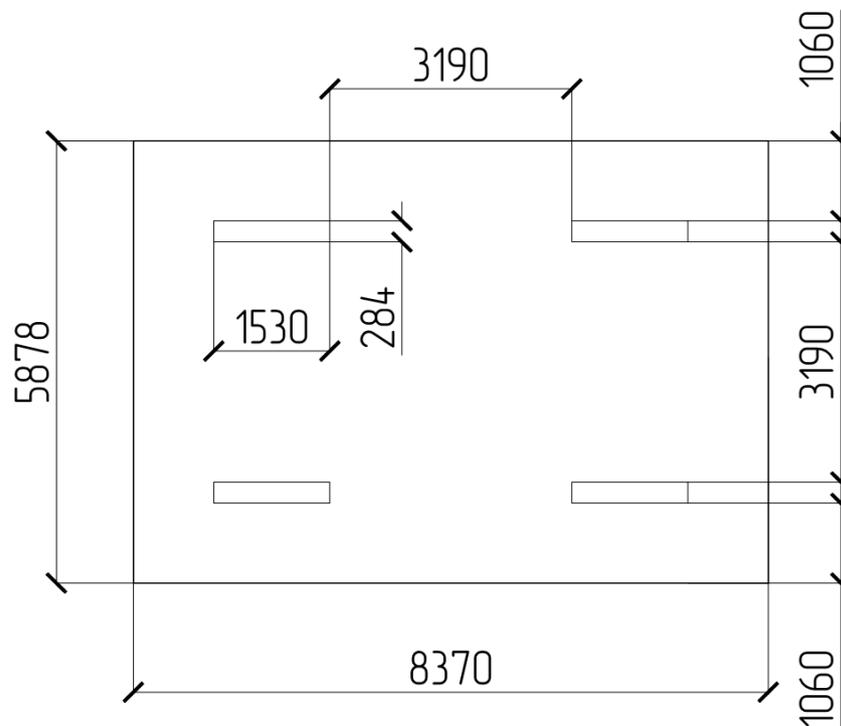


Рисунок 5.1 – Схема расположения светильников

Величина светового потока лампы определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot Z}{n \cdot \eta}, \quad (5.5)$$

$$\Phi = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 49,22 \cdot 1,1}{4 \cdot 0,55} = 7383 \text{ лм}$$

где E – минимальная освещенность, лк;

S – площадь помещения, м²;

k – коэффициент запаса;

n – число ламп в помещении;

Z – коэффициент неравномерности освещения, зависящий от типа ламп;

η – коэффициент использования светового потока, который показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность (в долях единицы).

По полученному в результате расчета требуемому световому потоку выбираем ближайшую стандартную лампу. Из приложения 2 [46] выбираем 2 лампы TL-D 58W/950 и общим световым потоком 7400 лм.

Допускается отклонение светового потока лампы не более чем на (-10%) – (+20%).

$$\frac{\Phi_1 - \Phi}{\Phi} \times 100\% = \frac{7400 - 7383}{7383} \times 100\% = 0,23\%$$

Входит в диапазон от -10 до +20%.

Таким образом, световой поток соответствует требованиям.

Освещение в помещении пожарного поста находится в пределах норм требований технических нормативных правовых актов

5.2.2 Микроклимат

Параметрами, определяющими микроклимат на рабочем месте, являются: температура воздуха, относительная влажность воздуха, скорость его движения. От микроклимата рабочей зоны в значительной мере зависят самочувствие и работоспособность человека. Нормирование параметров

микроклимата осуществляется в соответствии с требованиями [47] с учетом энергозатрат работающих, временного выполнения работ, периодов года. Согласно ГОСТ 12.1.005-88 [48] могут быть установлены оптимальные и допустимые микроклиматические условия, приведенные в табл. 5.1.

Согласно п.13.14.12 [38] на пожарном посту должны быть соответствующие параметры воздуха: стандартная температура – от 18 до 25 °С, влажность – не более 80 %.

Таблица 5.1 – Оптимальные и допустимые нормы микроклимата

| Период года | | Холодный | | Теплый | |
|--|-------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| Категория работ по уровню энергозатрат, Вт | | Іб (140-174) | ІІб (233-290) | Іб (140-174) | ІІб (233-290) |
| Температура воздуха, °С | оптимальная | 21-23 | 17-19 | 22-24 | 19-21 |
| | допустимая | 19-24 | 15-22 | 20-28 | 16-27 |
| Температура поверхностей, °С | оптимальная | 20-24 | 16-20 | 21-25 | 18-22 |
| | допустимая | 18-25 | 14-23 | 19-29 | 15-28 |
| Относительная влажность воздуха, % | оптимальная | 60-40 | 60-40 | 60-40 | 60-40 |
| | допустимая | 15-75 | 15-75 | 15-75 | 15-75 |
| Скорость движения воздуха, м/с | оптимальная | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,2 |
| | допустимая | 0,1-0,2 | 0,2-0,4 | 0,1-0,3 | 0,2-0,5 |

5.2.3 Шум

Высокий уровень звукового давления оказывает вредное влияние на нервную систему и органы слуха человека, вызывая переутомление, раздражение, ухудшение слуха, снижение работоспособности. При постоянном шуме (более 80 дБ) возможно возникновение сердечнососудистых заболеваний, снижение памяти. Уровни шума на рабочих местах должны соответствовать значениям ГОСТ 12.1.003-83 [49].

На пожарном посту уровень шума находится в допустимых требованиях. Отсутствуют установки и оборудование, создающие повышенное звуковое давление.

5.2.4 Вибрация

Опасность вибрации связана с резонансными частотами. При совпадении частот колебания рабочих мест и колебаний внутренних органов, головного мозга человека могут возникнуть повреждение и разрыв внутренних органов. Постоянное воздействие вибрации может привести к возникновению очагов застойного возбуждения в мозге. Затем может произойти физическое расстройство конечностей опорно-двигательного аппарата. Уровень вибрации должен соответствовать ГОСТ 12.1.012-2004 [50].

На пожарном посту уровень вибраций находится в допустимых пределах. Отсутствуют установки и оборудование, создающие повышенные вибрационные воздействия.

5.2.5 Загазованность и запыленность рабочей зоны

Воздух рабочей зоны производственного помещения должен соответствовать санитарно-гигиеническим требованиям по параметрам микроклимата, содержанию вредных веществ (газа, пара, аэрозоли) и частиц пыли, приведенным в ГОСТ 12.1.005-88 [51].

Уровни загазованности и запыленности рабочей зоны находятся ниже значений, при которых не требуется применение средств защиты органов дыхания.

В помещении пожарного поста отсутствуют источники загазованности и запыленности воздуха.

5.3 Анализ выявленных опасных факторов среды

Помещение пожарного поста не является потенциально опасным, так как не содержит элементы, вещества и материалы, представляющие риск

травмирования, увечья людей и способствующие возникновения пожаро-взрывоопасных ситуаций.

5.4 Охрана окружающей среды

В процессе эксплуатации помещения пожарного поста выбросы вредных веществ в атмосферу не осуществляются. Поэтому специальных защитных мероприятий не планируется.

5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Эксплуатация рабочего места диспетчера пожарного поста должна соответствовать требованиям СП 5.13130.2009 Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования [38], СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение [55] и других действующих технических нормативных правовых актов.

В помещении пожарного поста установлен компьютер. И к работе с ними есть определенные требования. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».

Эксплуатация ПЭВМ в помещениях без естественного освещения допускается только при наличии расчетов, обосновывающих соответствие нормам естественного освещения и безопасность их деятельности для здоровья работающих.

Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям действующей нормативной документации. Окна в помещениях, где эксплуатируется вычислительная техника, преимущественно должны быть ориентированы на север и северо-восток.

Оконные проемы должны быть оборудованы регулируемыми устройствами типа: жалюзи, занавесей, внешних козырьков и др.

Площадь на одно рабочее место пользователей ПЭВМ с ВДТ на базе электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) должна составлять не менее 6 м², в помещениях культурно-развлекательных учреждений и с ВДТ на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные) - 4,5 м

Диспетчер несет ответственность за:

- нарушение требований инструктивных указаний, полученных перед началом работы;
- нарушение трудовой и производственной дисциплины;
- сохранность, правильное использование вверенного ему оборудования.

В зависимости от характера нарушений и их последствий работники могут быть привлечены к ответственности в порядке, установленном законодательством.

5.6 Выводы по разделу социальная ответственность

Анализ вредных и опасных производственных факторов рабочего места диспетчера пожарного поста показал, что оно в целом отвечает предъявляемым требованиям.

В разделе выполнен расчет искусственного освещения, определены основные решения, предусмотренные для создания безопасных и здоровых условий труда для диспетчера пожарного поста, проработаны правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Заключение

Несмотря на исчезновение деревянных оконных рам, дверных коробок в сборе, полов из массового гражданского строительства, производимый объем строганых пиломатериалов, столярных изделий, деталей мягкой, корпусной мебели, изготовленных из просушенной древесины, не стал снижаться. Не стали и менее пожароопасными все предприятия деревообработки – от небольших столярных мастерских до крупных цехов полного цикла.

Количество пожаров в производственных зданиях и закрытых складах с 2016 г. по 2018 г. увеличилось на 0,2%. Древесное волокно, щепа, опилки, разнообразные легковоспламеняющиеся вещества, входящие в состав лаков, красок, пропиток, а также неисправное или изношенное электрооборудование – все это в совокупности с человеческим фактором становится причинами взрывов и возгораний на деревообрабатывающем производстве.

Целью работы является разработка мероприятий по повышению эффективности пожарной защиты деревообрабатывающего цеха исправительной колонии №41.

Объектом исследования является деревообрабатывающий цех исправительной колонии №41, который расположен в г. Юрга, Кемеровской области. В деревообрабатывающем цеху осуществляются следующие технологические операции: сушка и заготовка древесины; столярная обработка; сборка деревянных изделий; лаковое покрытие готовых изделий; шлифовка и полировка.

Здание колонии двухэтажное, конструктивно выполнено по схеме со сборным железобетонным каркасом. Полы во всех помещениях деревянные. Здание оборудовано противопожарным водопроводом.

Согласно проведенному анализу соответствия пассивной противопожарной защиты объекта выявлено, что фактически не соответствуют пределу огнестойкости междуэтажные перекрытия, имеющие меньший предел

огнестойкости REI 90, тип противопожарных стен – соответствует. Предлагается на перекрытиях дополнительно выполнить цементное покрытие толщиной не менее 2 см для обеспечения требуемого предела огнестойкости

Для здания III степени огнестойкости помещения категории А, Б, В1, В2, В3 выделяются противопожарными перегородками 1-го типа и противопожарными перекрытиями (междуэтажными и над подвалом) 3-го типа). Перегородки 1-го типа должны иметь предел огнестойкости EI 45, перекрытия 3-го типа - предел огнестойкости REI 45.

Согласно выполненному анализу соответствия требованиям пожарной безопасности систем активной противопожарной защиты все участки, за исключением столярного, оборудованы АПС с выводом приемного устройства в место круглосуточного пребывания людей.

АПС объекта построена на базе прибора приемно-контрольного пожарного «Яхонт-16И» и комплекса технических средств системы «Орион» НВП «Болид» г Королев.

В столярном участке запроектировали отдельную АПС.

Для защиты объекта приняли дымовые извещатели ИП212-63 «ДАНКО». Принятые извещатели не адресные.

Также приняли ручные пожарные извещатели ИПР-55М.

Извещатель ИП212-63М предназначен для обнаружения загораний в закрытых помещениях, сопровождающихся появлением дыма. Извещатель регистрирует оптическое излучение, отраженное от частиц дыма, и передает информацию на приемно-контрольный прибор.

Извещатель предназначен для круглосуточной и непрерывной работы с любым ПКП, обеспечивающим напряжение питания в шлейфе сигнализации в диапазоне от 9 до 30 В. Извещатели объединены в шлейфы и присоединены к приемно-контрольному оборудованию.

Анализируя стоимость приемно-контрольных приборов, принято решение о покупке «Гранит-16». Согласно техническим характеристикам принятые типы пожарных извещателей прибор поддерживает. Прибор

приемно-контрольный «ГРАНИТ-16» предназначен для охраны различных объектов, оборудованных электроконтактными и токопотребляющими охранными и пожарными извещателями. Работает с токопотребляющими извещателями, с напряжением питания 10-25 В. В работе приведены основные технические характеристики прибора.

Обнаружив очаг пожара (обнаружение происходит по дыму), извещатель ИП212-63М формирует и отправляет сигнал на ППКП «Гранит-16», обрабатывающему его, где формируется сигнал «Тревога» и указывается номер задействованного шлейфа (всего задействовано два шлейфа).

Обслуживающий персонал после сработки обходит защищаемый участок. В случае обнаружения возгорания человек может задействовать ручной пожарный извещатель ИПР-55М, откуда сигнал о сработке также поступит на приемно-контрольный прибор «Гранит-16».

В случае отсутствия напряжения на приемно-контрольном приборе задействуется через автоматический ввод резерва аккумуляторная батарея Delta DTM 1205, которая может обеспечить автономную работу автоматической пожарной сигнализации в течение не менее 24 часов.

По результатам расчетов проектируемой АПС в столярном цехе, произведено технико-экономическое обоснование запланированных противопожарных мероприятий. Выполнен расчет стоимости автоматической пожарной сигнализации для оборудования столярного участка. Стоимость оборудования составляет 11396 рублей, стоимость строительно-монтажных работ – 42604 рубля, общая стоимость устройства автоматической пожарной сигнализации – 54000 рублей.

Экономического эффект от внедрения автоматической пожарной сигнализации в столярном цеху составил 40036 руб. Таким образом, внедрение автоматической пожарной сигнализации является целесообразным мероприятием.

Цель работы достигнута, задачи выполнены.

Список используемых источников

1. Приказ МЧС России от 21.11.2008 N 714 (ред. от 08.10.2018) «Об утверждении Порядка учета пожаров и их последствий» (Зарегистрировано в Минюсте России 12.12.2008 N 12842) [Электронный ресурс] URL: Режим доступа – http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82616/ (дата обращения 26.04.2020)
2. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. – М.: ВНИИПО, 2019, – 125 с.
3. СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» (утв. приказом МЧС РФ от 25 марта 2009 г. N 175). С изменениями и дополнениями от: 1 июня 2011 г. [Электронный ресурс] URL: Режим доступа – <https://base.garant.ru/195658/> (дата обращения 24.04.2020)
4. НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности УТВЕРЖДЕНЫ приказом МЧС России от 18.06.2003 г. N 314. [Электронный ресурс] URL: Режим доступа – <http://docs.cntd.ru/document/1200032102> (дата обращения 15.03.2020)
5. ПУЭ: правила устройства электроустановок (7-е издание) (Дата введения 2003-01-01) [Электронный ресурс] URL: Режим доступа – <https://www.elec.ru/library/direction/pue.html> (дата обращения 18.04.2020)
6. Нормы пожарной безопасности НПБ 88-2001 "Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования" (утв. приказом ГУГПС МВД РФ от 4 июня 2001 г. N 31) (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс] URL: Режим доступа – <https://base.garant.ru/3922830/> (дата обращения 12.02.2020)

7. Система тушения деревообработки. [Электронный ресурс] URL: Режим доступа – <https://dc-region.ru/sistema-pozharotusheniya-derevoobrabotki> (дата обращения 12.02.2020)

8. Храмцов А.А., Щербакова Е.В. Основные направления совершенствования системы безопасности мебельного производства / В сборнике: безопасный и комфортный город. Сборник научных трудов по материалам всероссийской научно-практической конференции. – 2018. – С. 182-184.

9. Семёнова В.Б., Винцюн З.Р., Лысова Т.С. Проектирование предприятий по производству древесных плит / В сборнике: Древесные плиты: теория и практика. 22-я Международная научно-практическая конференция. Под. ред. А.А. Леоновича. – 2019. – С. 69-73.

10. Барахсанов В.В. Разработка рекомендаций по обеспечению пожарной безопасности на деревообрабатывающем предприятии / Достижения науки и образования. – 2018. – № 18 (40). – С. 16-20.

11. Шилов А.В., Потапова С.О. К вопросу пожарной безопасности на деревоперерабатывающих предприятиях / Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2018. – Т. 1. № 9. – С. 1001-1006.

12. Емельянова В.А. Оценка эффективности проектного решения по модернизации системы оповещения и управления эвакуацией людей для обеспечения пожарной безопасности деревообрабатывающего производства / Безопасность труда в промышленности. – 2020. – № 4. – С. 34-39.

13. Николаева В.М., Данилова С.С. Системы автоматического пожаротушения / Аллея науки. – 2018. – Т. 5. № 10 (26). – С. 331-336.

14. Мингачев И.Р., Псарев С.А. О автоматических системах пожаротушения / Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2018. – Т. 1. № 9. – С. 602-604.

15. Рамазанов Д.И. Современные системы автоматического пожаротушения / В сборнике: Инновации природообустройства и защиты

окружающей среды. Материалы I Национальной научно-практической конференции с международным участием. – 2019. – С. 437-439.

16. Свиридов Н.С., Мальцев А.С. Современные разработки в системе автоматического порошкового пожаротушения / Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2017. – Т. 1. – С. 529-532.

17. Таранцев А.А., Танклевский Л.Т., Снегирев А.Ю., Цой А.С., Копылов С.Н., Мешман Л.М. Оценка эффективности спринклерной установки пожаротушения / Пожарная безопасность. – 2015. – № 1. – С. 72-79.

18. Яловец Н.Е., Цурпал А.Ю., Каргаполова Е.О. Анализ пожарной опасности предприятия по производству древесно-стружечных плит / В сборнике: Техносферная безопасность. Материалы Шестой Всероссийской молодежной научно-технической конференции с международным участием. Ответственный редактор Н. Н. Новиков. – 2019. – С. 115-116.

19. Молчанов С.В., Клубань В.С., Рубцов Д.Н. Пожарная безопасность систем аспирации в деревообработке и мебельном производстве / Технологии техносферной безопасности. – 2013. – № 3 (49). – С. 4-8.

20. Миханошина Ю.Л., Сыпин Е.В. Проектирование интеллектуальной автоматической системы точечного адаптивного пожаротушения / Южно-Сибирский научный вестник. – 2016. – № 2 (4). – С. 108-111.

21. Янников И.М., Куклин В.С., Першакова Д.А. Оценка эффективности существующих систем автоматического пожаротушения / В сборнике: проблемы и перспективы развития науки, материалы международной научно-практической конференции: в 3 частях. – 2017. – С. 64-67.

22. Ахмедова А.А., Шевцова Т.Г. Проектирование автоматической системы водяного пожаротушения / В сборнике: Пищевые инновации в биотехнологии. Сборник тезисов VI Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Под общей редакцией А.Ю. Просекова. – 2018. – С. 94-95.

23.Соколов О.В. Пассивная огнезащита и системы автоматического пожаротушения - необходимые составляющие комплексной защиты объекта / В сборнике: Пожарная безопасность общественных и жилых зданий. Нормативы, проектирование, устройство и эксплуатация. Материалы научно-технической конференции. Составитель С.А. Турсенев. – 2018. – С. 44-45.

24.Ильтинбаев И.Г. Обеспечение пожарной безопасности деревообрабатывающих производств / Наук. – 2019. – № 41. – С. 286-292.

25.Купцов С.П., Торопова М.В. Использование чек-листов для определения уровня пожарной защиты объекта / Молодые ученые - развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК). – 2019. – № 1-1. – С. 335-336.

26.СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» (УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом МЧС России от 25 марта 2009 г. N 182. [Электронный ресурс] URL: Режим доступа – <http://docs.cntd.ru/document/1200071156> (дата обращения 16.01.2020)

27.Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справ. изд.: в 2 книгах; кн. 1/А. Н. Баратов, А.Я. Корольченко, Г.Н. Кравчук и др. – М., Химия. 1990. – 496 с.

28.Пожарная опасность веществ и материалов, применяемых в химической промышленности [Текст] : Справочник / Под общ. ред. канд. техн. наук И. В. Рябова. - Москва : Химия, 1970. - 336 с.

29.Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». – М.: Проспект 2009. – 144 с.

30.СП 2.13130.2012 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты. – М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2012. – 41 с.

31.«Пособие по определению пределов огнестойкости конструкций пределов распространения огня по конструкциям и групп возгораемости материалов» (к СНиП II-2-80)/ЦНИИСК им. Кучеренко. – М.: Стройиздат,

1985. – 66 с.

32.СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям. – М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2013. – 186 с.

33.СП 7.13130.2013 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности. - М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 41 с.

34.СП 1.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы. - М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 43 с.

35.Пожарная безопасность в строительстве: Учебник / Вагин А.В., Мироньчев А.В., Терехин С.Н., Кондрашин А.В., Филиппов А.Г. Под общ. ред. О.М. Латышева. - СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России; Астерион, 2013. - 192 с.

36.Вершина Г. А. Охрана труда : учеб. пособие / Г. А. Вершина, А. М. Лазаренков. - Мн. : ИВЦ Минфина, 2014. – 487с.

37.Пожарная профилактика в строительстве: Учебник / Грушевский Б.В., Яковлев А.И., Кривошеев И.Н. и др.; Под ред. Кудаленкина В.Ф. - М.: ВИПТШ МВД СССР, 1985. - 454 с.

38.СП 5.13130.2009 Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования. - М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 103 с.

39.СП 10.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности (дата введения 2009-05-01) [Электронный ресурс] URL: Режим доступа – <http://docs.cntd.ru/document/1200071153> (дата обращения 21.05.2020)

40.СП 8.13130.2009 Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности. (дата введения 2009-05-01) [Электронный ресурс] URL: Режим доступа – <http://docs.cntd.ru/document/1200071151> (дата обращения 21.05.2020)

41.СП 3.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности (утвержден и введен в действие Приказом МЧС России от 25 марта 2009 г. N 173. [Электронный ресурс] URL: Режим доступа – <http://docs.cntd.ru/document/1200071145> (дата обращения 21.05.2020)

42.МДС 21-3.2001 Методика и примеры технико-экономического обоснования противопожарных мероприятий к СНиП 21-01-97*. - М.: ОАО «ЦНИИПРОМЗДАНИЙ», 2001. – 44 с.

43.ГОСТ 21958-76 Система «человек-машина». Зал и кабины операторов. Взаимное расположение рабочих мест. Общие эргономические требования // [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/. Дата обращения: 26.05.2020 г

44.ГОСТ 12.0.003-2015 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация // [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200136071>. Дата обращения: 26.05.2020 г

45.СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 – М.: ИПК Издательство стандартов, 2011. – 18 с.

46.Челноков, А. А. Охрана труда : учебник для вузов / А. А. Челноков, И. Н. Жмыхов ; под общ. ред. А. А. Челнокова. - Мн. : Вышэйш. шк., 2011. - 671с.

47.СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». [Электронный ресурс] Режим доступа – <https://base.garant.ru/4173106/> (дата обращения: 26.05.2020)

48.ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. [Электронный ресурс] Режим доступа – <http://docs.cntd.ru/document/1200003608>. (дата обращения: 26.05.2020)

49.ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).

Шум. Общие требования безопасности (с изменением февраль 2002) – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 23 с.

50.ГОСТ 12.1.012-2004 «Вибрационная безопасность. Общие требования». – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 38 с.

51.ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования (с изменением январь 2000) – М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. – 12 с.

52.Ватин, Н.И., Епишин, С.Е. Пожарные извещатели. Методические указания по дисциплине «Инженерные системы зданий и сооружений». – Санкт-Петербург, 2005 г. – 8 с.

53.Средства и системы охранно-пожарной сигнализации. Торговый дом «Тинко». [Электронный ресурс] Режим доступа – <http://www.tinko.ru/> (дата обращения 22.04.2020)

54.Гранит-16, Гранит-24. Руководство по эксплуатации САПО.425513.020РЭ. [Электронный ресурс] Режим доступа – <http://granitsecurity.ru/upload/iblock/80d/80d2a106aa5de0c35e5366407f1a42d2.pdf> (дата обращения 22.04.2020)

55.Извещатель пожарный ручной «ИПР-55-М». Паспорт ОКП 437111 ТУ 4371-020-56433581-2008 С-RU.ПБ16.В.00306. [Электронный ресурс] Режим доступа – https://shop.bolid.ru/files/net_shop_files/856749974.pdf (дата обращения 23.04.2020)