

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт нефти и газа  
Кафедра «Пожарная безопасность»

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ А.Н. Минкин  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017г.

**ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**  
20.05.01 «Пожарная безопасность»

Обеспечение пожарной безопасности лесопильного цеха Богучанского  
лесоперерабатывающего комбината

Научный руководитель	_____	<u>доцент каф.ПБ.ИНиГ</u> <u>канд. техн.наук</u> должность, ученая степень	<u>Д.А. Едимичев</u> инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>С.А. Лезина</u> инициалы, фамилия
Рецензент	_____	<u>Зам. нач. каф. Тактики</u> <u>и аварийно-</u> <u>спасательных работ</u> <u>ФГБОУ ВО Сибирская</u> <u>аварийно-</u> <u>спасательная академия</u> <u>ГПС МЧС России,</u> <u>канд.пед.наук</u> должность, ученая степень	<u>Н.В. Москвин</u> инициалы, фамилия
Консультанты:			
Часть БЖД	_____	<u>доцент, канд.техн.наук</u> должность, ученая степень	<u>А.Н. Минкин</u> инициалы, фамилия
Экономическая часть	_____	<u>доцент, канд.техн.наук</u> должность, ученая степень	<u>С.Н. Масаев</u> инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____	<u>ассистент</u> должность, ученая степень	<u>О.В.Помолотова</u> инициалы, фамилия

Красноярск 2017

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт нефти и газа  
Кафедра «Пожарная безопасность»

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ А.Н. Минкин  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017г.

**ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ  
в форме дипломной работы**

Студенту Лезиной Светлане Александровне

---

Группа НГ12-01

---

Направление (специальность) 20.05.01 Пожарная безопасность

---

Тема выпускной квалификационной работы:

Обеспечение пожарной безопасности лесопильного цеха Богучанского лесоперерабатывающего комбината.

Утверждена приказом по университету № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Руководитель ВКР: Д. А. Едимичев, кандидат технических наук, доцент кафедры «Пожарная безопасность» Института нефти и газа.

Исходные данные для ВКР:

- 1 Характеристика предприятия ООО «Богучанский ЛПК»;
- 2 Результаты анализа производственного процесса предприятия.

Перечень разделов ВКР:

Введение;

1. Характеристика и состояние пожарной безопасности предприятия ООО «Богучанский ЛПК»;
2. Проектная часть;
3. Расчет сил и средств;
4. Безопасность жизнедеятельности;
5. Экономическое обоснование проекта;

Заключение;

Список использованных источников.

Руководитель ВКР

\_\_\_\_\_

подпись

Д.А. Едимичев

инициалы, фамилия

## Календарный график

### Выполнение этапов ВКР

Наименование и содержание этапов	Срок выполнения
Сбор информации по объекту	21.03.2017 – 10.04.2017
Аналитическая часть, инженерные расчеты	11.04.2017 – 16.05.2017
Графическая часть	17.05.2017 – 01.06.2017

Руководитель ВКР

\_\_\_\_\_

подпись

Д.А. Едимичев  
инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_

подпись

С.А. Лезина  
инициалы, фамилия

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017г.

## РЕФЕРАТ

Дипломная работа содержит пояснительную записку и графическую часть. Пояснительная записка включает в себя 74 страницы текста, 64 формулы, 1 диаграмму, 7 рисунков, 18 таблиц, 1 приложение, 19 использованных источников. Графическая часть состоит из 6 листов формата А1.

**СПРИНКЛЕРНЫЙ ОРОСИТЕЛЬ, АВТОМАТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ПОЖАРОТУШЕНИЯ, ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, АВТОМАТИЧЕСКАЯ ПОЖАРНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ, ИЗВЕЩАТЕЛЬ, ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ.**

Целью дипломной работы является обеспечение пожарной безопасности лесопильного цеха, предприятия ООО «Богучанский ЛПК» за счет внедрения мероприятий, препятствующих возникновению и развитию пожара.

В дипломной работе предложена спринклерная установка пожаротушения для улучшения пожарной безопасности в ООО «Богучанский ЛПК». Одним из мероприятий является установка автоматической пожарной сигнализации.

В работе приведены и кратко рассмотрены структура предприятия, производственная безопасность, пожарная безопасность, подсчитана экономическая эффективность автоматической установки пожаротушения и автоматической пожарной сигнализации.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Характеристика и состояние пожарной безопасности предприятия ООО «Богучанский ЛПК».....	6
1.1 Анализ статистических данных о пожарах, произошедших на аналогичных объектах в России.....	6
1.2 Характеристика предприятия ООО «Богучанский ЛПК».Производственные работы и выпускаемая продукции.....	9
1.3 Состояние пожарной безопасности ООО «Богучанский ЛПК».....	11
1.4 Лесопильный цех. Анализ состояния пожарной безопасности.....	13
2 Проектная часть.....	16
2.1 Определение категории помещения по пожароопасности .....	16
2.2 Основные расчетные параметры спринклерной установки пожаротушения .....	18
2.3 Гидравлический расчет спринклерной установки.....	21
2.4 Расчет фактического предела огнестойкости колонны.....	30
2.5 Расчет фактического предела огнестойкости двутавровой балки .....	35
2.6 Пожарная сигнализация.....	39
2.7 Расчет количества и определение мощности звуковых оповещателей.....	44
2.8 Расчет емкости аккумуляторных батарей.....	46
3 Расчет сил и средств .....	48
4 Безопасность жизнедеятельности.....	54
4.1 Общая характеристика объекта .....	54
4.2 Искусственное освещение.....	56
4.3 Шум .....	60

4.4 Чистота воздушной среды.....	60
4.5 Вибрация .....	61
4.6 Средства индивидуальной защиты.....	61
4.7 Электробезопасность .....	62
5 Экономическое обоснование работы .....	63
5.1 Оценка экономического ущерба.....	63
5.2 Расчет прямых потерь.....	64
5.3 Затраты на локализацию, ликвидацию и расследование последствий пожара.....	65
5.4 Расчет потерь из-за неиспользованных производственных возможностей.....	66
5.5 Материальные затраты .....	67
5.6 Расчет срока окупаемости предлагаемых мероприятий .....	68
Заключение .....	70
Список сокращений .....	71
Список использованных источников .....	72
Приложение А Схема расстановки сил и средств для тушения пожара в лесопильном цехе .....	74

## ВВЕДЕНИЕ

Значение лесной промышленности в экономике России определяется колоссальными запасами древесины, широким территориальным распространением лесных ресурсов и тем, что в настоящее время почти любая сфера народного хозяйства использует древесину или ее производные. Российская Федерация занимает второе место в мире по запасам древесины и пятое по объемам ее заготовки, что предопределяет ее большой и очень значительный потенциал как основного поставщика лесной продукции на мировом рынке.

Лесоперерабатывающий комплекс России включает заготовку леса, механическую и химическую переработку древесины. Характерной особенностью технологических процессов лесоперерабатывающих комплексов является обращение в производстве большого количества пожароопасного древесного сырья, и как следствие образование пожароопасных отходов. Для ритмичной и бесперебойной работы комплекса требуется создание запасов сырья, готовой продукции; создание промежуточных складов пиломатериалов, коры, опилок, щепы. Все это сгораемые материалы, поэтому обеспечение пожарной безопасности является одной из главных задач для успешного функционирования предприятия.

Целью дипломной работы является повышение пожарной безопасности лесопильного цеха, предприятия ООО «Богучанский ЛПК» за счет внедрения мероприятий, препятствующих возникновению и развитию пожара.

Для достижения поставленной цели поставлены следующие задачи:

1. проанализировать состояние объекта и выявить нарушения требований пожарной безопасности;
2. разработать мероприятия, направленные на повышение пожарной безопасности в лесопильном цехе, обосновать предложенные мероприятия расчетами;
3. произвести расчет сил и средств, необходимых для ликвидации пожара;
4. произвести экономическую оценку представленных мероприятий.



# 1 Характеристика и состояние пожарной безопасности предприятия ООО «Богучанский ЛПК»

## 1.1 Анализ статистических данных о пожарах, произошедших на аналогичных объектах в России

Деревообрабатывающее производство является важной составляющей лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности России. Особое внимание на деревообрабатывающих заводах или комбинатах уделяется вопросу пожарной безопасности, так как данное производство имеет повышенную пожарную опасность. Это связано с тем, что производство характеризуется большим количеством сложных производственных процессов и немалыми количествами легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) и горючих жидкостей (ГЖ), а также легковоспламеняющимися материалами, такими как: древесная пыль, древесина, растворители, различные лакокрасочные вещества, клеи. Основными причинами пожаров на данных предприятиях также являются: короткое замыкание неисправной проводки и электродвигателя, курение в неположенных местах, несоблюдение правил хранения лаков и красок. К пожару может привести скопление отходов (стружки, опилок, щепы и т.д.), вследствие нерегулярной уборки на рабочем месте.

В 2015 г. МЧС России всего зарегистрировано 146209 пожаров. Объекты пожаров и нанесенный материальный ущерб указаны в таблице 1.

Таблица 1. Объекты пожаров и нанесенный ущерб в 2015 г. на территории РФ

Объекты пожаров:	Кол-во пожаров, ед.	Прямой материальный ущерб от пожаров, тыс. руб.
Производственные здания и складские помещения производственных предприятий	3369	5524401
Склады, базы и торговые помещения	3789	5202817
Административно-общественные здания	2883	1028965
Жилой сектор (жилые дома, общежития, дачи, садовые домики, надворные постройки и т.п.)	100778	5244779
Строящиеся объекты	979	153147

## Окончание таблицы 1

Объекты пожаров:	Кол-во пожаров, ед.	Прямой материальный ущерб от пожаров, тыс. руб.
Сооружения, установки	919	318030
Транспортные средства (морские, речные и воздушные суда и т.д.)	20810	2573435
Железнодорожный подвижной состав	113	52543
Сельскохозяйственные объекты	2994	2275805
Горные выработки, пласты угля и т.д.	1	13081
Прочие объекты пожаров	9574	

## Доля ущерба от пожаров

- Производственные здания и складские помещения производственных предприятий
- Жилой сектор
- Склады, базы и торговые помещения
- Транспортные средства
- Сельскохозяйственные объекты
- Административно-общественные здания
- Сооружения, установки

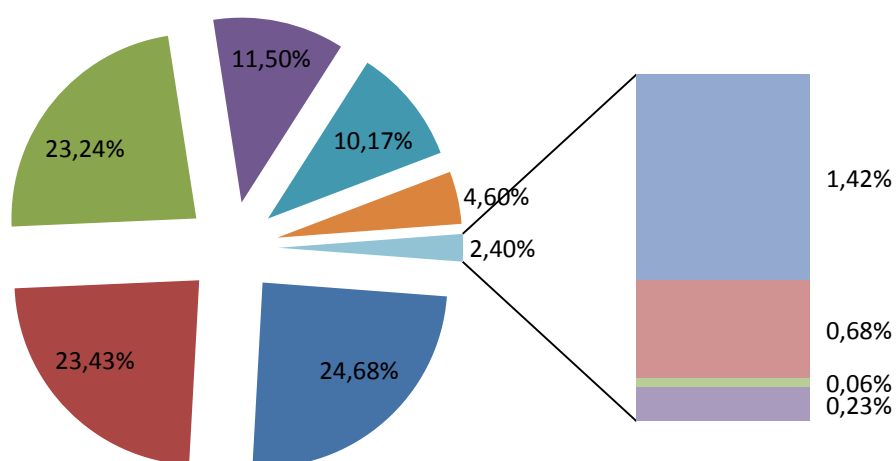


Диаграмма 1 – Доля ущерба от пожара

Как видно из таблицы 1 наибольший ущерб приходится на производственные здания и складские помещения производственных предприятий. Согласно статистике, ежегодно на предприятиях лесоперерабатывающего комплекса происходит около 500-600 пожаров.

Государственная противопожарная служба выделяет возгорания на деревообрабатывающих предприятиях из общей массы промышленных пожаров только для внутреннего анализа. В случае возникновения тенденции к увеличению пожаров на предприятиях какой-либо отрасли планируются проверки с целью выявления причины пожара. Спустя квартал проводятся контрольные мероприятия: если количество пожаров сократилось, значит, профилактический эффект достигнут.

Ниже приведен ряд примеров пожара на лесоперерабатывающих предприятиях Красноярского края.

Так в 17:55 (мест.) 18.11.2016г. в н.п. Нарва Манского района произошло загорание лесопильного цеха. В 19:10 18.11.2016г. пожар ликвидирован. На тушение пожара от МЧС России привлекалось 11 человек, 2 единицы техники.

В 00:53 (мск) 16.12.2014г. в г. Красноярске, Центральном районе произошло загорание лесопильного цеха. В 01:26 (мск) 16.12.2014 г. пожар ликвидирован. На тушение пожара от МЧС России привлекалось 29 человек, 7 единиц техники.

В 04:16 (мест.) 28.08.2016г. г.Лесосибирске произошло загорание лесопильного цеха. В 07:48 (мест.) 28.08.2016г. пожар ликвидирован. На тушение пожара от МЧС России привлекалось 19 человек, 7 единиц техники.

В 19:26 (мест.) 22.10.2016г. в г. Кодинске, Кежемском районе произошло загорание лесопильного цеха. В 20:10 (мест.) пожар ликвидирован. На тушение пожара от МЧС России привлекалось 13 человек, 4 единицы техники.

Итак, в подавляющем большинстве случаев, пожары на предприятиях деревообработки возникают вследствие неосторожного обращения с огнем - 25%.

Также причинами основной массы пожаров можно назвать следующие:

неисправности проводки, курение в неположенных местах, нарушение правил работы с легко воспламеняющимися жидкостями, отсутствие либо неисправность противопожарной автоматики, недостаточная оснащенность первичными средствами пожаротушения производственных и офисных помещений, а также прочие нарушения установленных норм пожарной безопасности.

## **1.2 Характеристика предприятия ООО «Богучанский ЛПК». Производственные работы и выпускаемая продукция**

Общество с ограниченной ответственностью «Богучанский ЛПК» - современная развивающаяся компания, основными видами деятельности которой, являются: лесозаготовки, распиловка и строгание древесины; пропитка древесины, производство пиломатериалов. Предприятие работает на рынке лесной промышленности более 8 лет, стремясь увеличить объемы производства и повысить качество выпускаемой продукции, а также сократить количество отходов и выйти на безотходное производство.

Полный технологический комплекс предприятия предусматривает следующие основные технологические переделы:

- приемка круглого леса, поступающего автомобильным транспортом, разгрузку его челюстным погрузчиком и складирование в штабеля;
- сортировка круглого леса по породам, сортам и диаметрам, складирование его в штабеля сортированного пиловочника;
- окорка бревен - при окорке вместе с корой удаляются песок, ил и различные включения, попадающие в кору при заготовке сырья. При распиловке окоренных бревен повышается стойкость пил, а в связи с этим уменьшаются расход инструмента и мощность на пиление. Распиловка получается более чистой, что способствует улучшению качества пиломатериалов.
- переработка (распиловка) круглого леса - продольное деление бревен одной или несколькими пилами на пиломатериалы. Также на этом

этапе осуществляется сортировка и формирование сушильных пакетов;

- сушка пиломатериала в сушильных камерах периодического действия. Сушкой называется процесс удаления из древесины влаги испарением. Данный процесс улучшает физико-механические свойства древесины, обеспечивает устойчивость формы и размеров древесных сортиментов, повышает стойкость древесины против гниения и уменьшает ее массу.
- сортировка сухого пиломатериала и формирование транспортного пакета;
- упаковка транспортного пакета, увязка, нанесение фирменного логотипа;
- накопление отгрузочных партий пиломатериала на складе готовой продукции;
- вывоз пакетов пиломатериалов на станцию Карабула, для отгрузки на железнодорожный транспорт.

В настоящее время предприятие производит следующую продукцию:

- доска обрезная;
- брус;
- доска для пола;
- доска необрезная.

Годовая производительность лесоперерабатывающего комплекса составляет 170000 м<sup>3</sup> пиломатериалов.

Для обеспечения заданной производительности в качестве основной технологической линии применяется лесопильная линия R250 производства (Финляндия) рисунок 1. В линии используются технологии фрезерно-профильного раскроя бревна с применением в качестве пильного оборудования дисковых пил. Такая организация технологии лесопиления позволяет добиваться большой производительности по выпуску готовой продукции за

счет пиления на высоких скоростях и максимального выхода готовой продукции за счет применения прогрессивных методов раскря бревна.

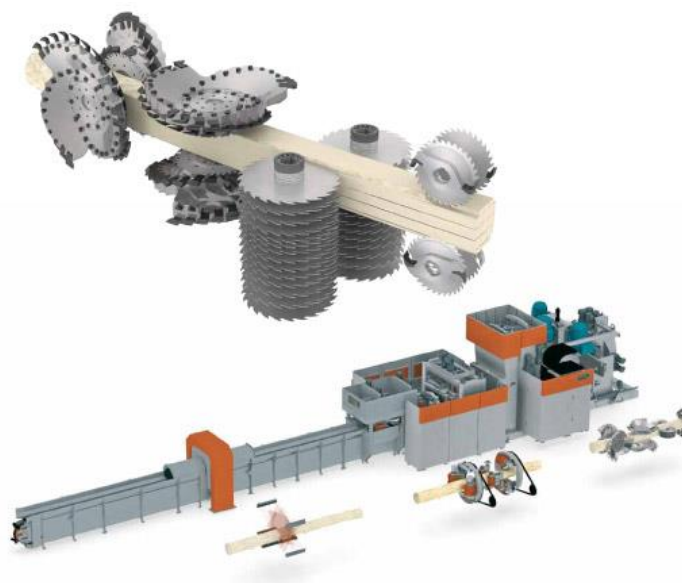


Рисунок 1 – Лесопильная линия NewSw R250

Применение современной линии позволяет использовать минимальное количество обслуживаемого персонала. Все процессы автоматизированы и позволяют управлять оборудованием с централизованных пультов, находящихся в кабинах операторов.

### **1.3 Состояние пожарной безопасности ООО «Богучанский ЛПК»**

Пожарная безопасность предприятия обеспечивается совокупностью проектных и инженерных системных решений, а также комплексом инженерно-технических и организационных мероприятий, призванных исключить возможность возникновения и развития пожара, воздействие на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивать сохранность материальных ценностей.

На предприятии ООО «Богучанский ЛПК» действует общеобъектовая инструкция по правилам пожарной безопасности, устанавливающая основные требования безопасности на территории предприятия. Данная инструкция является обязательной для исполнения всеми работниками комплекса.

Ответственное лицо за обеспечение и соблюдение пожарной безопасности в целом по предприятию ООО «Богуанский ЛПК» несет заместитель директора по экономической безопасности.

На уровне структурных подразделений предприятия ответственность за пожарную безопасность несут руководители данных подразделений, а также сменные мастера и ответственные за пожарную безопасность на каждом участке, назначенные приказом по предприятию.

Во всех помещениях предприятия вывешены инструкции о мерах пожарной безопасности, таблички с указанием ответственного лица за обеспечение пожарной безопасности и номера телефона пожарной охраны.

Все помещения учреждения обеспечены первичными средствами пожаротушения.

На этажах зданий вывешены на видных местах планы эвакуации сотрудников и материальных ценностей в случае пожара и других стихийных бедствиях.

Приказы по предприятию устанавливают соответствующий противопожарный режим.

Курение на производственных участках и площадках, а также в цехах и бытовых помещениях допускается только в специально отведенных местах, оборудованных емкостями с водой и песком, металлическими урнами, которые обозначены специальным знаком.

Для производственных и складских помещений определена категория взрывопожарной и пожарной опасности, а также класс зоны по правилам устройства электроустановок, которые обозначаются на дверях помещений.

Ко всем зданиям и сооружениям обеспечен свободный доступ. Подъезды и проезды к зданиям и пожарным водосточникам, а также подступы к пожарному инвентарю всегда свободны.

Для подробного анализа выбран цех лесопиления, так как в нем расположено основное оборудование.

#### 1.4 Лесопильный цех. Анализ состояния пожарной безопасности

Здание лесопильного цеха ООО «Богучанский ЛПК» одноэтажное, размером в плане 24х60 м., высота 7,2м. Степень огнестойкости IV. Конструктивно цех выполнен из легких металлоконструкций, ограждающие конструкции панели типа «Сэндвич». Функционально цех сблокирован по двум торцевым сторонам с цехом окорки и цехом сортировки пиломатериалов.

Основное технологическое оборудование расположено на отметке 3,100 метров, для его обслуживания предусматриваются технологические площадки. На отметке 0,000 располагается вспомогательное оборудование удаления отходов и вспомогательные помещения.

Нарушения, выявленные в ходе анализа состояния пожарной безопасности лесопильного цеха представлены в таблице 2:

Таблица 2 – Нарушения пожарной безопасности в лесопильном цехе

№	Нарушение	Обоснование
1	Отсутствие на дверях цеха обозначения его категории по взрывопожарной и пожарной опасности, а также класса зоны	п.20 Постановление Правительства РФ от 25.04.12 №390 «О противопожарном режиме»
2	Не обеспечена укомплектованность пожарного крана внутреннего противопожарного водопровода пожарными рукавами и ручными пожарными стволами. Отсутствие пожарного шкафа	п.57 Постановление Правительства РФ от 25.04.12 №390 «О противопожарном режиме», п.4.1.13-4.1.14 СП 10.13130.2009
3	Отсутствие необходимого количества противопожарных щитов	п.481 Постановление Правительства РФ от 25.04.12 №390 «О противопожарном режиме»
4	Неполная укомплектованность противопожарных щитов	п.482 Постановление Правительства РФ от 25.04.12 №390 «О противопожарном режиме»
5	Отсутствие необходимого количества огнетушителей	п.70 Постановление Правительства РФ от 25.04.12 №390 «О противопожарном режиме»
6	Не обеспечена своевременная очистка стен, потолков, пола, конструкций и оборудования от пыли, стружек и горючих отходов	п.152 Постановление Правительства РФ от 25.04.12 №390 «О противопожарном режиме»



## Окончание таблицы 2

№	Нарушение	Обоснование
7	Не обеспечен подъезд пожарных автомобилей по всей длине здания цеха лесопиления	ст.98 п.4 Федеральный закон от 22.07.08 №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»
8	Не соответствие степени огнестойкости несущих строительных конструкций требуемой. Отсутствие огнезащиты данных элементов конструкции.	ст.57-58 Федеральный закон от 22.07.08 №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»
9	Отсутствие системы АУПТ	Приложение А СП 5.13130.2009
10	Отсутствие системы АУПС	ст.54 Федеральный закон от 22.07.08 №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»

После анализа выявленных нарушений, были предложены следующие мероприятия для обеспечения пожарной безопасности лесопильного цеха:

1. Произвести установку спринклерной системы пожаротушения со следующими параметрами:
  - интенсивность орошения не менее 0,3 л/с;
  - фактический расход 93,45 л/с;
  - давление пожарного насоса 0,69 МПа – 70,4 м.в.ст.;
  - продолжительность подачи воды 60 мин;
  - расстояние между оросителями 3 м.
2. Осуществить мероприятия по огнезащите несущих стальных конструкций с помощью вспучивающейся огнезащитной краски для металла «ТЕРМОБАРЬЕР».
3. Обеспечить установку пожарной сигнализации на основе прибора приемно-контрольного пожарного адресного ППКПУ «Водолей»;
4. Обеспечить наличие таблички на дверях цеха обозначающей его категории по взрывопожарной и пожарной опасности, а также класса зоны;
5. Произвести установку пожарного шкафа, а также обеспечить укомплектованность пожарного крана внутреннего противопожарного водопровода пожарными рукавами и ручными пожарными стволами;

6. Обеспечить необходимое количество противопожарных щитов и полную их укомплектованность в соответствии с приложением №5 Постановления Правительства №390 «О противопожарном режиме»;
7. Произвести установку необходимого количества огнетушителей;
8. Осуществить очистку стен, потолков, пола, конструкций и оборудования от пыли, стружек и горючих отходов;
9. Обеспечить подъезд пожарных автомобилей по всей длине здания цеха лесопиления.

## 2 Проектная часть

### 2.1 Определение категории помещения по пожароопасности

Цех лесопиления – одноэтажное здание. В помещении осуществляется основной технологический процесс. Помещение имеет следующие характеристики:

- площадь помещения – 1440 м<sup>2</sup>;
- площадь размещения основной пожарной нагрузки – 1036,58 м<sup>2</sup>;
- высота помещения – 7,2м.

Так как в помещении отсутствуют горючие газы, ЛВЖ и ГЖ, а также нет источников появления горючей пыли, данное помещение не будет относиться к категории А или Б.

Определение категорий помещений В1-В4 производится путем сравнения значения удельной пожарной нагрузки с величиной удельной пожарной нагрузки, приведенной в таблице 3.

Таблица 3 – Удельная пожарная нагрузка и способы размещения для категорий В1-В4

Категория помещения	Удельная пожарная нагрузка на участке, МДж·м <sup>-2</sup>	Способ размещения
В1	Более 2200	Не нормируется
В2	1401-2200	В соответствии с предельным расстоянием
В3	181-1400	В соответствии с предельным расстоянием
В4	1-180	На любом участке пола помещения площадь каждого из участков пожарной нагрузки не более 10м <sup>2</sup> . Способ размещения участков пожарной нагрузки определяется согласно предельного расстояния

При пожарной нагрузке, включающей в себя различные сочетания (смесь) легковоспламеняющихся, горючих, трудногорючих жидкостей, твердых

горючих и трудногорючих веществ и материалов в пределах пожароопасного участка пожарная нагрузка  $Q$ , МДж, определяется по формуле:

$$Q = \sum_{i=1}^n G_i \cdot Q_{Hi}^P \quad (2.1)$$

где  $G_i$  – количество  $i$ -того материала пожарной нагрузки, кг;

$Q_{Hi}^P$  – низшая теплота сгорания  $i$ -того материала пожарной нагрузки, МДж·кг<sup>-1</sup>;

Удельная пожарная нагрузка  $g$ , МДж·м<sup>-2</sup>, определяется из соотношения:

$$g = \frac{Q}{S} \quad , \quad (2.2)$$

где  $S$  – площадь размещения пожарной нагрузки, м<sup>2</sup> (но не менее 10 м).

Основная пожарная нагрузка представляет собой плотные и насыпные отходы лесопильного производства (щепа и опилки).

Отходы имеют следующие характеристики:

- количество плотных отходов в смену – 299,2м<sup>3</sup>;
- количество насыпных отходов в смену – 854,9м<sup>3</sup>;
- плотность отходов – 300 кг/м<sup>3</sup>;
- $Q_{Hi}^P$  для плотных – 10,93 МДж/кг;
- $Q_{Hi}^P$  для насыпных – 8,37 МДж/кг

Определим массу пожарной нагрузки плотных и насыпных отходов:

$$G_1 = 299.2 \cdot 300 = 89760 \text{ кг}$$

$$G_2 = 854.9 \cdot 300 = 256470 \text{ кг}$$

Пожарная нагрузка будет составлять:

$$Q = (89760 \cdot 10.93) + (256470 \cdot 8.37) = 3554508 \text{ МДж}$$

Удельная пожарная нагрузка, приходящаяся на 1 м<sup>2</sup> площади участка, составит:

$$g = \frac{3554508}{1036.58} = 3429 \text{ МДж}\cdot\text{м}^{-2}$$

Исходя из удельной пожарной нагрузки, принимаем категорию помещения В1.

## **2.2 Основные расчетные параметры спринклерной установки пожаротушения**

Спринклерные установки пожаротушения – это системы, состоящие из спринклеров (оросителей), вмонтированных в трубопровод, в котором вода или воздух (в зависимости от системы) находятся под давлением. Принцип действия основан на падении давления в системе. Во время пожара температура в помещении повышается до тех пор, пока термочувствительный элемент в спринклере не разрушится. Термочувствительные элементы в зависимости от температуры разрушения имеют внутри спиртовую жидкость разного цвета. После того как произошло разрушение термочувствительного элемента вода или водный раствор (раствор пенообразователя в воде) начинает вырываться наружу, давление в системе падает, срабатывает узел управления жидкости, а также запускается насос в насосной станции. Насосный узел состоит чаще всего из нескольких клапанов, замедляющей камеры, манометров и системы обвязки.

Насосные станции это помещения, в которых расположены насосы и питающий водопровод. К проектированию и строительству станций применяются специальные требования. Кроме того насосов должно быть два, основной и резервный.

Спринклерная система пожаротушения обладает следующими преимуществами:

- относительная дешевизна установки, ее монтажа и обслуживания;
- высокая эффективность пожаротушения;

- возможность устройства в помещении любого типа;
- быстрый монтаж, который не требует изменения планировки и кардинального нарушения целостности несущих конструкций и перегородок;
- автоматизированная система работы;
- продолжительный срок эксплуатации.

Таблица 4 – Группы помещений по степени опасности развития пожара в зависимости от их функционального назначения и пожарной нагрузки сгораемых материалов

Группа помещений	Перечень характерных помещений, производств, технологических процессов
1	Помещения книгохранилищ, библиотек, цирков. Хранения сгораемых музейных ценностей, фондохранилищ, музеев и выставок, картинных галерей, концертных и киноконцертных залов, ЭВМ, магазинов, зданий управлений, гостиниц, больниц
2	Удельная пожарная нагрузка 181–1400 МДж/м <sup>2</sup> Помещения деревообрабатывающего, текстильного, трикотажного, текстильно-галантерейного, табачного, обувного, кожевенного, мехового, целлюлозно-бумажного и печатного производств; окрасочных, пропиточных, малярных, смесеприготовительных, обезжиривания, консервации и расконсервации, промывки деталей с применением ЛВЖ и ГЖ; производства ваты, искусственных и пленочных материалов; швейной промышленности; производств с применением резинотехнических изделий; предприятий по обслуживанию автомобилей; гаражи и стоянки, помещения категории В3
3	Помещения для производства резинотехнических изделий
4.1	Удельная пожарная нагрузка 1400–2200 МДж/м <sup>2</sup> Помещения для производства горючих натуральных и синтетических волокон, окрасочные и сушильные камеры. Участки открытой окраски и сушки; краско-, лако-, клееприготовительных с применением ЛВЖ и ГЖ, помещения категории В2
4.2	Удельная пожарная нагрузка более 2200 МДж/м <sup>2</sup> Машинные залы компрессорных станций, станций регенерации, гидрирования, экстракции и помещения других производств, перерабатывающих горючие газы, бензин, спирты, эфиры и другие ЛВЖ и ГЖ, помещения категории В1
5	Склады несгораемых материалов в сгораемой упаковке. Склады трудносгораемых материалов
6	Склады твердых сгораемых материалов, в том числе резины, РТИ, каучука, смолы
7	Склады лаков, красок, ЛВЖ, ГЖ

Согласно таблице 4 помещение лесопильного цеха относится ко 2-ой группе, но с примечанием: расход и интенсивность орошения следует

увеличить по сравнению с нормативными значениями не менее чем в 2,5 раза так как удельная пожарная нагрузка более 2200 МДж/м<sup>2</sup>.

Таблица 5 – Расчетные параметры установок пожаротушения

Группа помещений	Интенсивность орошения защищаемой площади, л/(с·м <sup>2</sup> )		Расход, л/с, не менее		Минимальная площадь спринклерной АУП, м <sup>2</sup> , не менее	Продолжительность подачи воды, мин, не менее	Максимальное расстояние между спринклерными оросителями, м
	водой	раствором пенообразователя	воды	раствора пенообразователя			
1	0,08	-	10	-	60	30	4
2	0,12	0,08	30	20	120	60	4
3	0,24	0,12	60	30	120	60	4
4.1	0,3	0,15	110	55	180	60	4
4.2	-	0,17	-	65	180	60	3
5	По таблице 5.2				90	60	3
6	»				90	60	3
7	»				90	(10-25)	3

По таблице 5 определяются параметры спринклерной установки (с учетом корректировки):

- интенсивность орошения не менее 0,3 л/с;
- расход не менее 75 л/с;
- минимальная площадь спринклерной АУПТ не менее 120 м<sup>2</sup>;
- продолжительность подачи воды 60 мин;
- максимальное расстояние между оросителями 4 м.

Номинальная температура срабатывания спринклерных оросителей 57°С.

Принимаем тип оросителя в соответствии с его расходом, интенсивностью орошения и защищаемой им площадью:

СВО0-РВо(д)0,77-R1/2/P57(68, 79, 93, 141, 182).В3-«СВВ-15»

## 2.3 Гидравлический расчет спринклерной установки

Гидравлический расчет проводим согласно приложения В СП 5.13130.2009. Принимаем интенсивность орошения, расход ОТВ, максимальную площадь орошения, расстояние между оросителями и продолжительность подачи ОТВ.

Намечаются трассировка и трубопроводной сети и план размещения оросителей, выделяется диктующая защищаемая орошаемая площадь, на которой расположен диктующий ороситель (Рис.2).

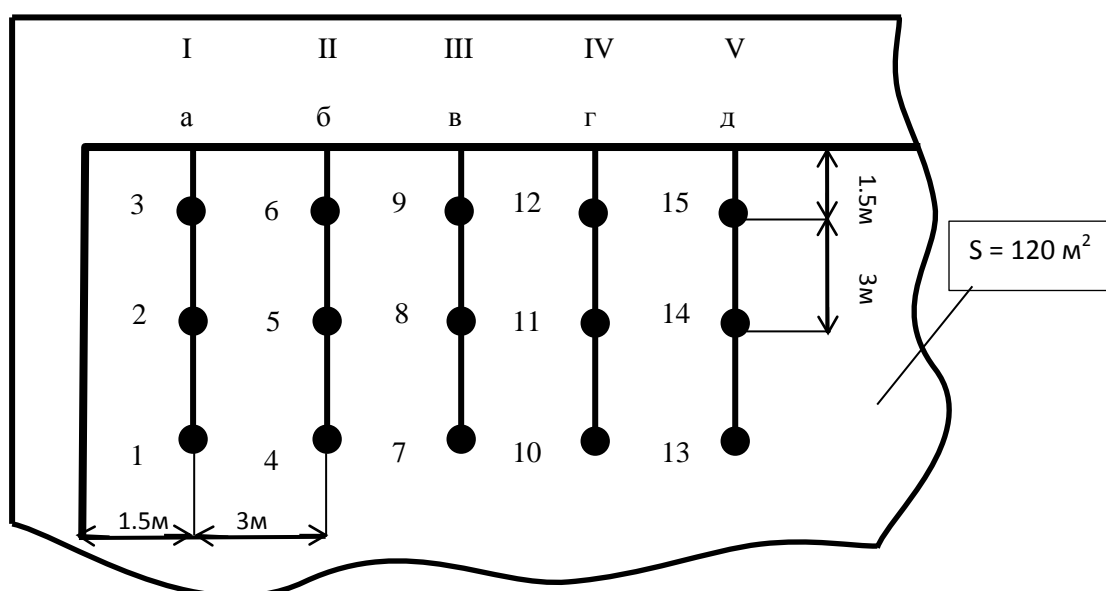


Рисунок 2 – План размещения оросителей на защищаемой площади

По графику (Рис. 3) зависимости интенсивности орошения оросителей от давления на защищаемой площади  $12 \text{ m}^2$  для выбранного оросителя СВВ-15 определяем, что требуемый расход он может обеспечить при давлении 0.65 МПа.



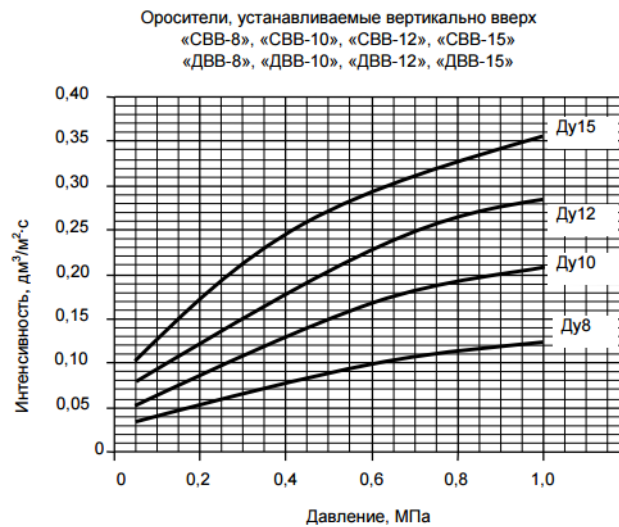


Рисунок 3 – График зависимости интенсивности орошения оросителей от давления на защищаемой площади 12 м<sup>2</sup>

Гидравлический расчет заключается в определении расхода воды на каждом участке, определения потерь напора по длине и расчете диаметра трубопровода.

Расчетный расход воды через диктующий ороситель, расположенный в диктующей защищаемой орошаемой площади, определяется по формуле:

$$q_i = 10 * K\sqrt{P}, \quad (2.3)$$

где  $q_i$  – расход ОТВ через ороситель, л/с;

$K$  – коэффициент производительности оросителя, принимаемый по технической документации на изделие, л/(с•МПа<sup>0,5</sup>);

$P$  – давление на оросителе.

Диаметр необходимого трубопровода определяем по формуле:

$$d = 1000 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\mu \pi v}}, \quad (2.4)$$

где  $Q$  – расход воды, м<sup>3</sup>/с;

$v$  – скорость движения воды, м/с.( 3-10 м/с).

В данном расчете скорость движения воды принимается 5 м/с на каждом участке.

Диаметр трубопровода выражается в миллиметрах и увеличивают до ближайшего значения, указанного в ГОСТ 8732-70 « Трубы стальные бесшовные горячекатаные. Сортамент», 10704-76 «Трубы стальные электросварные прямошовные. Сортамент» Трубы соединяются сварным методом, фасонные детали ГОСТ 8894-86 изготавливаются на месте.

Потери давления на участке трубопровода определяются по формуле:

$$P_{1-2} = \frac{Q_{1-2}^2 \cdot L_{1-2}}{100K_T}, \quad (2.5)$$

где  $Q_{1-2}$  – расход ОТВ из первого и второго оросителей (л/с);

$L_{1-2}$  – расстояние между оросителями (м);

$K_T$  – удельная характеристика трубопровода (л<sup>6</sup>/с<sup>2</sup>).

Учитывая рассмотренные выше формулы (2.1 - 2.3) произвели гидравлический расчет, принимая скорость движения воды в трубопроводе равной 5 м/с.

Участок 1-2

По формуле 2.1 определяем расход на диктующем оросителе:

$$q_1 = 10 * 0.77\sqrt{0.65} = 6.21 \text{ л/с},$$

$$q_1 = Q_{1-2} = 6.21 \text{ л/с},$$

Вычислим диаметр трубопровода на участке между 1 и 2 оросителями:

$$d_{1-2} = 1000 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00621}{14,8522}} = 0,041\text{м} = 41\text{мм},$$

Выбираем трубы стальные электросварные (ГОСТ 10704-91). Примем диаметр распределительного трубопровода 80мм  $K_T = 1429$ .

Определим потери давления на участке 1-2:

$$P_{1-2} = \frac{6,21^2 \cdot 3}{100 \cdot 1429} = 0,001 \text{ Мпа}$$

Далее аналогично:

Участок 2-3

$$P_2 = P_1 + P_{1-2} = 0,65 + 0,001 = 0,651 \text{ МПа} \quad (2.6)$$

$$q_2 = 10 \cdot 0,77 \sqrt{0,651} = 6,21 \text{ л/с}$$

$$Q_{2-3} = q_1 + Q_{1-2} = 6,21 + 6,21 = 12,42 \text{ л/с}$$

$$d_{2-3} = 1000 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot 0,001242}{14,8522}} = 0,058 \text{ м} = 58 \text{ мм},$$

Выбираем трубы стальные электросварные (ГОСТ 10704-91). Примем диаметр распределительного трубопровода 80мм  $K_T = 1429$ .

Участок 3-а

$$P_3 = P_2 + P_{2-3} = 0,651 + 0,003 = 0,654 \text{ МПа} \quad (2.4)$$

$$q_3 = 10 \cdot 0,77 \cdot \sqrt{0,654} = 6,23 \text{ л/с}$$

$$Q_{3-a} = q_3 + Q_{2-3} = 6,23 + 12,42 = 18,65 \text{ л/с}$$

$$d_{3-a} = 1000 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot 0,01865}{14,8522}} = 0,0709 \text{ м} = 70,9 \text{ мм},$$

Выбираем трубы стальные электросварные (ГОСТ 10704-91). Примем диаметр распределительного трубопровода 80мм  $K_T = 1429$ .

$$P_{3-a} = \frac{18.56^2 \cdot 3}{100 \cdot 1429} = 0.007 \text{ Мпа}$$

$$P_a = P_3 + P_{3-a} = 0,654 + ,0007 = 0,661 \text{ Мпа}$$

Расход I рядка равен расходу на участке 3-а:

$$Q_I = Q_{3-a} = 18.65 \text{ л/с}$$

$$d_{a-b} = 1000 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot 0,01865}{14,8522}} = 0,0709 \text{ м} = 70,9 \text{ мм},$$

Выбираем трубы стальные электросварные (ГОСТ 10704-91). Примем диаметр питающего трубопровода 125мм  $K_T = 13530$ .

Обобщенную характеристику рядка I определяем по формуле:

$$B_{PI} = \frac{Q_I^2}{P_a} \quad (2.7)$$

$$B_{PI} = \frac{18,65^2}{0,661} = 526,2$$

$$P_{a-b} = \frac{18.65^2 \cdot 3}{100 \cdot 13530} = 0.001 \text{ Мпа}$$

$$P_b = P_a + P_{b-a} = 0,661 + ,0001 = 0,662 \text{ Мпа}$$

Расход воды из рядка II определяют по формуле:

$$Q_{II} = \sqrt{B_{PI} \cdot P_b} \text{ л/с} \quad (2.8)$$

$$Q_{II} = \sqrt{526,2 \cdot 0,662} = 18,7 \text{ л/с}$$

Определяем обобщенную характеристику для рядка II:

$$B_{PI} = \frac{18,7^2}{0,662} = 528,2$$

$$P_{\sigma-B} = \frac{18,7^2 \cdot 3}{100 \cdot 13530} = 0,001 \text{ Мпа}$$

$$P_B = P_{\sigma} + P_{\sigma-B} = 0,662 + ,0001 = 0,663 \text{ Мпа}$$

$$Q_{III} = \sqrt{528,2 \cdot 0,663} = 18,7 \text{ л/с}$$

$$B_{PIV} = \frac{18,7^2}{0,663} = 527,4$$

$$P_{B-\Gamma} = \frac{18,7^2 \cdot 3}{100 \cdot 13530} = 0,001 \text{ Мпа}$$

$$P_{\Gamma} = P_B + P_{B-\Gamma} = 0,663 + ,0001 = 0,664 \text{ Мпа}$$

$$Q_{IV} = \sqrt{527,4 \cdot 0,664} = 18,7 \text{ л/с}$$

$$B_{PV} = \frac{18,7^2}{0,664} = 526,6$$

$$P_{\Gamma-д} = \frac{18,7^2 \cdot 3}{100 \cdot 13530} = 0,001 \text{ Мпа}$$

$$P_{д} = P_{\Gamma} + P_{\Gamma-д} = 0,664 + ,0001 = 0,665 \text{ Мпа}$$

$$Q_V = \sqrt{526,6 \cdot 0,665} = 18,7 \text{ л/с}$$

Фактический расход спринклерной АУП:

$$Q_c = Q_I + Q_{II} + Q_{III} + Q_{IV} + Q_V = \quad (2.9)$$

$$= 18.65 + 18.7 + 18.7 + 18.7 + 18.7 = 93.45 \text{ л/с}$$

Расчет спринклерных АУП проводится из условия :

$$Q_H \leq Q_c, \quad (2.10)$$

где  $Q_H = 75 \text{ л/с}$  – нормативный расход спринклерной АУП согласно таблице 3;

$Q_c = 93,45 \text{ л/с}$  – фактический расход спринклерной АУП.

Количество оросителей, обеспечивающих фактический расход  $Q_c$  спринклерной АУП с интенсивностью орошения не менее нормативной, должно быть не менее:

$$n \geq \frac{S}{\Omega}, \quad (2.11)$$

где  $n$  – минимальное количество спринклерных оросителей;

$S$  – минимальная площадь орошения согласно таблице 3;

$\Omega$  – условная расчетная площадь, защищаемая одним оросителем.

$$\Omega = L^2,$$

где  $L$  – расстояние между оросителями.

При  $S = 120 \text{ м}^2$ , а  $\Omega = 9 \text{ м}^2$  расчетное количество оросителей 15шт., что больше минимального количества  $n = 14$ шт. – условие выполняется.

Для совмещенных противопожарных водопроводов (внутреннего противопожарного водопровода и автоматических установок пожаротушения) допустима установка одной группы насосов при условии обеспечения этой группой расхода  $Q$ , равного сумме потребностей каждого водопровода.

$$Q = Q_{\text{АУП}} + Q_{\text{ВПВ}}, \quad (2.12)$$

где  $Q_{\text{АУП}}$  – расход спринклерной АУП;

$Q_{\text{ВПВ}}$  – расход внутреннего противопожарного водопровода.

Определим количество и рабочие параметры внутренних пожарных кранов. Для этого сначала определим объем здания (принимая степень огнестойкости IV):

$$V_{\text{здан}} = L \cdot B \cdot H = 60 \cdot 24 \cdot 7.2 = 10.368 \text{ м}^3 \quad (2.13)$$

Согласно таблице 2 СП10, расход воды на внутреннее пожаротушение должен составлять  $2 \times 5$  л/с, (т. е. 2 струи с расходом 5 л/с на тушение пожара в любой точке помещения).

По таблице 3 СП10 уточняем расход воды на одну струю в зависимости от высоты компактной части струи (должна быть не менее высоты помещения) и напора у пожарного крана. Поскольку нормативный расход воды составляет более 4 л/с, диаметр пожарного крана принимается 65 мм. Принимаем следующие характеристики пожарного крана:

- напор у пожарного крана  $H_{\text{ПК}} = 19,9$  м вод. ст.;
- диаметр spryska ствола 19 мм;
- длина рукава 20 м;
- расход воды  $Q_{\text{ПК}} = 5,2$  л/с;
- высота компактной части струи 12 м.

Радиус действия пожарного крана определяем по формуле:

$$R_{\text{ПК}} = L_{\text{рук}} + 0,5 \cdot h_{\text{комп.ч}} = 20 + 0,5 \cdot 12 = 26 \text{ м}. \quad (2.14)$$

Количество пожарных кранов и их расположение в помещении определяем графическим способом исходя из нормативного количества струй,

радиуса действия пожарного крана, размеров помещения и наличия в нем стационарно установленного технологического оборудования.

Для защищаемого здания требуется 19 пожарных кранов. Следовательно

$$Q_{ПК} = 5,2 \cdot 19 = 98,8 \text{ л/с} \quad (2.15)$$

Определяем общий расход:

$$Q = Q_{АУП} + Q_{ПК} = 93,45 + 98,8 = 192,25 \text{ л/с} = 662 \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (2.16)$$

Давление пожарного насоса складывается из следующих составляющих:

$$P_H = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 - P_M, \quad (2.17)$$

где  $P_1$  – давление у диктующего оросителя;

$P_2$  – давление эквивалентное геометрической высоте;

$P_3$  – линейные потери давления в трубопроводе;

$P_4$  – местные потери =  $0,2P_3$ ;

$P_5$  – потери давления в сигнальном клапане;

$P_6$  – потери давления в насосной установке;

$P_M$  – давление магистральной сети перед насосом.

Результаты расчета представлены в таблице 6

Таблица 6

$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$	$P_6$	$P_M$
0,65МПа	0,072МПа	0,031МПа	0,0062МПа	0,07МПа	0,065МПа	0,2МПа

Подставив значения в формулу 2.14 получим:

$$P_H = 0,65 + 0,072 + 0,031 + 0,0062 + 0,07 + 0,065 - 0,2 = 0,69 \text{ МПа} = 70,4 \text{ м.вод.ст}$$

Давление подачи насоса с учетом подпора магистральной сети должно составлять не менее 0,69 Мпа.



Насос выбираем на подачу расчетного расхода 19,25 л/с (662м<sup>3</sup>/ч) с учетом давления подачи насоса. К установке принимаем два центробежных насоса фирмы "GRUNDFOS" NB 150-500/521, 1450 с рабочим колесом диаметром 500 мм и числом оборотов  $n = 1490$  об/мин (при расходе  $Q = 685$  м<sup>3</sup>/ч давление подачи  $P = 0,88$  МПа, а потребляемая мощность  $N = 200$  кВт).

При этом давление у узла управления не превысит максимально допустимой величины 1,0 МПа.

В качестве автоматического водопитателя (жокей-насоса) применен центробежный насос фирмы "GRUNDFOS":- CR 3-23, который устанавливается на подающем трубопроводе после основных насосов.

Время работы установки - 60 мин.

#### **2.4 Расчет фактического предела огнестойкости колонны**

Здание цеха – каркасное на основе легких металлических конструкций. Несущие элементы здания – двутавровые балки №100Б1 ГОСТ 26020-83 и колонны №40К по ГОСТ 26020-83. Одним из самых больших недостатков металлокаркасного здания является низкая пожаростойкость конструкций. Металл быстро теряет свои несущие способности при пожаре, что может привести к обрушению здания.

Металлическая жесткозакрепленная колонна, длиной  $l=7,2$  м. Сечение двутавр №40К по ГОСТ 26020-83 (горячекатаный с параллельным уклоном полок). Двутавр изготовлен из стали С 245 ( $R_{yn}=245$  Мпа). Колонна – центрально сжатая. Нормативная нагрузка -  $q_n = 335$  кН/м.

Схема приложенной нагрузки изображена на рисунке 4.

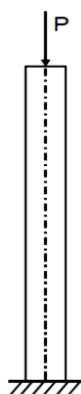


Рисунок 4 – схема приложенной нагрузки

В таблице 7 приведены геометрические характеристики сечения двутавра №40К.

Таблица 7 – Геометрические характеристики сечения двутавра №40К

$h$ , мм	$b$ , мм	$t_p$ , мм	$t_f$ , мм	$A$ , см <sup>2</sup>	$W_x$ , см <sup>3</sup>	$i_x$ , см	$W_y$ , см <sup>3</sup>	$i_y$ , см
400	400	13	20	210	3207	17	1067	10

Для того, чтобы найти предел огнестойкости заданной металлической балки нам необходимо найти  $\gamma_{tem}$  - температурный коэффициент снижения сопротивления стали.

Для центрально растянутых и сжатых элементов  $\gamma_{tem}$  находится по формуле:

$$\gamma_{tem} = \frac{q_n}{R_{yn} \cdot A}, \quad (2.18)$$

где  $q_n$  – нормативная нагрузка, Н;

$R_{yn}$  – нормативное сопротивление стали по пределу текучести, Па;

$A$  – площадь сечения, м<sup>2</sup>.

Подставив значения в формулу 2.15 получим:

$$\gamma_{tem} = \frac{335 \cdot 10^3}{245 \cdot 10^6 \cdot 0.021} = 0.065^\circ \text{C}$$

Для центрально сжатых элементов критическая температура определяется с учетом возможной потери устойчивости этих элементов. Потерю устойчивости элемента определяет начальная (до пожара) разность между критической деформацией устойчивости и деформацией от действия нагрузки, которую определяют по формуле:

$$\Delta\varepsilon = \frac{\pi^2}{\lambda} - \frac{\sigma_n}{E}, \quad (2.19)$$

где  $E$  – модуль упругости стали, Па ( $E = 2,06 \cdot 10^{11}$  Па);

$\lambda$  – гибкость элемента, находится по формуле:

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i}, \quad (2.19.1)$$

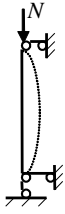


где  $i$  – радиус инерции сечения в плоскости возможного изгиба, м;

$l_{ef} = \mu \cdot l$  – расчетная длина элемента, м;

$l$  – конструктивная длина элемента;

$\mu$  – коэффициент расчетной длины (Таблица 8).

Таблица 8 – Значения коэффициента расчетной длины

Схема закрепления и вид нагрузки			
$\mu$	1,0	0,7	0,5

Подставив значения в формулы 2.16, 2.16.1 получим:

$$\Delta\varepsilon = \left(\frac{3,14}{36}\right)^2 - \frac{1,59 \cdot 10^7}{2,06 \cdot 10^{11}} = 75,2 \cdot 10^{-4} \text{ м}$$

Так как значения  $\Delta\varepsilon > 20 \cdot 10^{-4}$  – критическую температуру определяем по формуле:

$$\text{При } \gamma_{tem} < 0,6 \quad t_{кр} = 750 - 440 \cdot \gamma_{tem} \quad (2.20)$$

$$t_{кр} = 750 - 440 \cdot 0,065 = 721^\circ\text{C}$$

Определим приведенную толщину металла поперечного сечения конструкции по формуле:

$$t_{red} = \frac{A}{U}, \quad (2.21)$$

где  $A$  – площадь поперечного сечения металлической конструкции, мм;

$U$  – обогреваемая часть периметра сечения конструкции, определяемая по формуле:

$$U = 2h + 4b - 2t_p \quad (2.21.1)$$

$$U = 800 + 1600 - 26 = 2374 \text{ мм}$$

Подставив значение в формулу 2.17 получим:

$$t_{red} = \frac{21096}{2374} = 8,8 \text{ мм}$$

Зная значения  $t_{red}$  и  $t_{кр}$  можно определить предел огнестойкости металлической конструкции  $P_{\phi}$  по таблице 9.

Таблица 9 – Температура прогрева незащищенных стальных пластин

$t_{red}$ , мм	Температура ( $^{\circ}\text{C}$ ) прогрева незащищенных стальных пластин (мин.)								
	5	10	15	20	25	30	35	40	45
0	569	675	736	780	813	841	864	884	902
1	488	653	721	769	803	837	861	882	900
2	415	621	706	759	795	833	857	880	897
3	351	592	689	748	786	828	853	878	894
4	296	561	670	736	777	823	849	875	891
6	212	495	626	709	758	810	839	868	884
8	163	421	576	680	738	795	827	860	876
10	150	342	519	647	718	778	814	850	868

### Окончание таблицы 9

$t_{red}$ , мм	Температура (°C) прогрева незащищенных стальных пластин (мин.)								
	5	10	15	20	25	30	35	40	45
15	116	276	431	552	656	722	773	817	843
20	98	217	352	473	571	660	724	774	813

Порядок интерполяции:

1. Выбирается в таблице значение  $t_{red1} < t_{red}$  и определяется время при этом значении:

$$\tau_1 = \tau_{12} - \frac{\tau_{12} - \tau_{11}}{t_{12} - t_{11}} \cdot (t_{12} - t_{kp}), \quad (2.22)$$

где  $t_{12}$  и  $t_{11}$  – ближайšie к  $t_{kp}$  табличные значения температуры.

2. Выбирается в таблице значение  $t_{red2} > t_{red}$  и определяется время при этом значении:

$$\tau_2 = \tau_{22} - \frac{\tau_{22} - \tau_{21}}{t_{22} - t_{21}} \cdot (t_{22} - t_{kp}) \quad (2.23)$$

3. Определяется фактический предел огнестойкости:

$$P_{\phi} = \tau_2 - \frac{\tau_2 - \tau_1}{t_{red2} - t_{red1}} \cdot (t_{red2} - t_{red}) \quad (2.24)$$

$t_{red} = 8,8$  мм, а  $t_{kp} = 721^{\circ}\text{C}$  необходимо определить фактический предел огнестойкости  $P_{\phi}$ :

1.  $t_{red} = 8,8$  мм находится между значениями таблицы  $t_{red} = 8$  мм и  $t_{red} = 10$  мм, следовательно  $t_{red1} = 8$  мм, а  $t_{red2} = 10$  мм.

2. Ближайшее к  $t_{kp} = 721^{\circ}\text{C}$  температуры, соответствующие  $t_{red1} = 8$  мм лежат в диапазоне температур  $680^{\circ}\text{C}$  и  $738^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{11} = 680^{\circ}\text{C}$ , а  $t_{12} = 738^{\circ}\text{C}$ , а соответствующие им значения времени равны 20 и 25 мин., т.е.  $\tau_{11} = 20$  мин., а  $\tau_{12} = 25$  мин.

Подставляем значения в формулу (2.18):

$$\tau_1 = 25 - \frac{25-20}{738-680} \cdot (738 - 721) = 23,5 \text{ мин.}$$

3. Ближайшее к  $t_{кр} = 721^\circ\text{C}$  температуры, соответствующие  $t_{red2} = 10$  мм лежат в диапазоне температур  $718^\circ\text{C}$  и  $778^\circ\text{C}$ ,  $t_{21} = 718^\circ\text{C}$ , а  $t_{22} = 778^\circ\text{C}$ , а соответствующие им значения времени равны 25 и 30 мин., т.е.  $\tau_{21} = 25$  мин., а  $\tau_{22} = 30$  мин.

Подставляем значения в формулу (2.19):

$$\tau_2 = 20 - \frac{30-25}{778-718} \cdot (778 - 721) = 25,25 \text{ мин.}$$

Подставляем значения в формулу (2.20) и находим фактический предел огнестойкости  $P_\phi$ :

$$P_\phi = 25,25 - \frac{25,25-23,5}{10-8} \cdot (10 - 8,8) = 24,2 \text{ мин.}$$

Предел огнестойкости колонны составляет 24,2 мин.

## 2.5 Расчет фактического предела огнестойкости двутавровой балки

Металлическая шарнирноопертая балка, пролетом  $l=24$  м. Сечение двутавр №100Б1 ГОСТ 26020-83 (горячекатаный с параллельными гранями полок). Двутавр изготовлен из стали С 235 ( $R_{yn}=235$  МПа). Нагрузка на балку – центрально симметричная равномерно распределенная –  $q_n = 26$  кН/м.

Схема опирания балки изображена на рисунке 5.1.

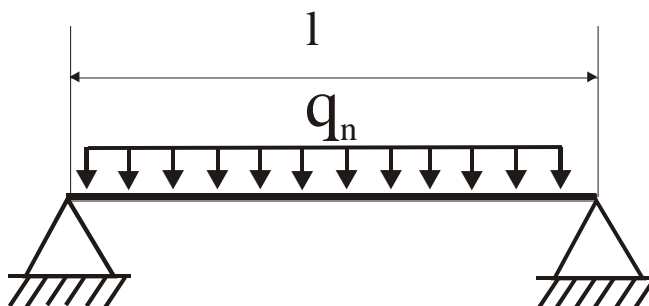


Рисунок 5.1 – Схема опирания балки

Схема приложения нагрузки изображена на рисунке 4.2.

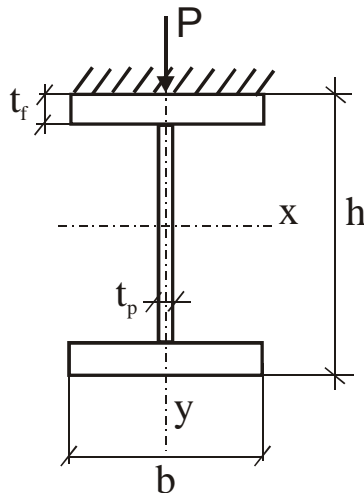


Рисунок 5.2 – Схема приложенной нагрузки

В таблице 10 приведены геометрические характеристики сечения двутавр № 100Б1.

Таблица 10 – Геометрические характеристики двутавра № 100Б1

$h$ , мм	$b$ , мм	$t_p$ , мм	$t_f$ , мм	$A$ , см <sup>2</sup>	$W_x$ , см <sup>3</sup>	$i_x$ , см	$W_y$ , см <sup>3</sup>	$i_y$ , см
990	320	16	21	293	9011	38	719	6

Для того, чтобы найти предел огнестойкости заданной нагруженной металлической балки нам необходимо найти  $\gamma_{tem}$  – температурный коэффициент снижения сопротивления стали.

Для изгибаемых элементов:

$$\gamma_{tem} = \frac{M_n}{W \cdot C \cdot R_{yn}}, \quad (2.25)$$

где  $M_n$  – максимальный изгибающий момент от нормативной нагрузки, Нм;

$W$  – момент сопротивления сечения, м<sup>3</sup>;

$C$  – коэффициент развития пластических деформаций;

$R_{yn}$  – нормативное сопротивление стали по пределу текучести, Па.

$M_n$  находится в зависимости от схемы опирания конструкции и схемы приложения нагрузки. В нашем случае:

$$M_n = \frac{q_n \cdot l^2}{8}, \quad (2.26)$$

$$M_n = \frac{26 \cdot 24^2}{8} = 1872 \text{ кНм}$$

Предел текучести определяется маркой стали, из которой сделана конструкция, и по условию задачи составляет:  $R_{yn} = 235 \text{ МПа}$ .

Значение коэффициента  $C$  следует принимать в зависимости от вида сечения, в нашем случае для двутавра  $C = 1,17$ .

Момент сопротивления сечения для несимметричного сечения ( $W_x$  или  $W_y$ ) берется в зависимости от схемы приложения нагрузки. В нашем случае  $W_x$ , по формуле (2.21) определяем:

$$\gamma_{tem} = \frac{1872 \cdot 10^3}{9011 \cdot 10^{-6} \cdot 1,17 \cdot 235 \cdot 10^6} = 0,75 \text{ } ^\circ\text{C}$$

После определения  $\gamma_{tem}$  определяем критическую температуру  $t_{кр}$ .

Для растянутых и изгибаемых элементов критическая температура определяется по формуле:

$$\text{При } \gamma_{tem} > 0,6 \quad t_{кр} = 1330 \cdot (1 - \gamma_{tem}) \quad (2.27)$$

$$t_{кр} = 1330 \cdot (1 - 0,75) = 319^\circ\text{C}$$

По определению:

$$t_{red} = \frac{A}{U-a} \quad (2.28)$$

$$U - a = 2h + 3b - 2t_p = 2 \cdot 990 + 3 \cdot 320 - 2 \cdot 16 = 2588 \text{ мм}$$

$$t_{red} = \frac{429300}{2588} = 11,3 \text{ мм}$$

Зная значения  $t_{red}$  и  $t_{кр}$  можно определить предел огнестойкости металлической конструкции  $\Pi_\phi$  по таблице 9, используя порядок интерполяции, описанный ранее.



$t_{red} = 11,3$  мм, а  $t_{кр} = 319^\circ\text{C}$  необходимо определить фактический предел огнестойкости  $P_\phi$ :

1.  $t_{red} = 11,3$  мм находится между значениями таблицы  $t_{red} = 8$  мм и  $t_{red} = 10$  мм, следовательно  $t_{red1} = 10$  мм, а  $t_{red2} = 15$  мм.

2. Ближайшее к  $t_{кр} = 319^\circ\text{C}$  температуры, соответствующие  $t_{red1} = 10$  мм лежат в диапазоне температур  $150^\circ\text{C}$  и  $342^\circ\text{C}$ ,  $t_{11} = 150^\circ\text{C}$ , а  $t_{12} = 342^\circ\text{C}$ , а соответствующие им значения времени равны 5 и 10 мин., т.е.  $\tau_{11} = 5$  мин., а  $\tau_{12} = 10$  мин.

Подставляем значения в формулу (2.18):

$$\tau_1 = 10 - \frac{10-5}{342-150} \cdot (342 - 319) = 9,4 \text{ мин.}$$

3. Ближайшее к  $t_{кр} = 319^\circ\text{C}$  температуры, соответствующие  $t_{red2} = 15$  мм лежат в диапазоне температур  $276^\circ\text{C}$  и  $431^\circ\text{C}$ ,  $t_{21} = 276^\circ\text{C}$ , а  $t_{22} = 431^\circ\text{C}$ , а соответствующие им значения времени равны 10 и 15 мин., т.е.  $\tau_{21} = 10$  мин., а  $\tau_{22} = 15$  мин.

Подставляем значения в формулу (2.19):

$$\tau_2 = 15 - \frac{15-10}{431-276} \cdot (431 - 319) = 11,4 \text{ мин.}$$

Подставляем значения в формулу (2.20) и находим фактический предел огнестойкости  $P_\phi$ :

$$P_\phi = 11,4 - \frac{11,4-9,4}{15-10} \cdot (15 - 11,3) = 9,92 \text{ мин.}$$

Предел огнестойкости балки составляет 9,92 мин.

Так как фактический предел огнестойкости двутавровой балки не соответствует нормативному пределу огнестойкости, необходимо обеспечить огнезащиту металлических конструкций.

Одним из основных видов огнезащиты металлических конструкций на сегодняшний день является применение вспучивающихся красок, представляющих сложные системы органических и неорганических компонентов. Их огнезащитное действие основано на вспучивании нанесенного состава при температурах  $170 - 2000^\circ\text{C}$  и образовании вспененного пористого

теплоизолирующего слоя, толщина которого составляет несколько сантиметров. Вспененный слой, обладая низкой теплопроводностью, выполняет функцию теплозащитного экрана, который замедляет распространение тепла по защищаемой конструкции, а также ее прогрев, в результате чего защищенные конструкции значительно позже попадают в область критической температуры.

Был сделан выбор в пользу вспучивающейся огнезащитной краски для металла «ТЕРМОБАРЬЕР».

Огнезащитное покрытие образованное краской ТЕРМОБАРЬЕР полностью соответствует техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности (Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ) и ГОСТ Р 53295-2009 «Средства огнезащиты для стальных конструкций. Общие требования. Метод определения огнезащитной эффективности».

## **2.6 Пожарная сигнализация**

Своевременное оповещение о возгорании – самая главная часть комплекса мер по предотвращению пожара в производственных помещениях. Пожарная сигнализация для производства не только предупреждает о возникновении чрезвычайной ситуации, но и помогает быстро найти очаг возгорания, что очень важно для предотвращения распространения огня.

В технологическом процессе Богучанского ЛПК обращаются пожароопасные материалы – древесина.

Класс пожара А, подкласс А1 (ГОСТ 27331-87 таб.1). Для обеспечения пожарной безопасности объекта и своевременной эвакуации рабочего персонала необходимо оборудовать цех лесопиления пожарной сигнализацией.

Здание лесопильного цеха одноэтажное, IV степени огнестойкости высотой 7,2м. Конструктивно цех выполнен из легких металлоконструкций, ограждающие конструкции панели типа «Сэндвич». Основное технологическое оборудование расположено на отметке 3,100 метров, для его обслуживания предусматриваются технологические площадки на отметке 3,100; 3,300; 4,000

м., общей площадью 512, 18 м<sup>2</sup>. АУПС оборудуются все помещения объекта, независимо от функционального назначения и наличия в них материальных ценностей, за исключением помещений с мокрыми процессами, лестничных клеток, вентиляционных, рамок управления, а также помещений для инженерного оборудования здания.

Для обнаружения возгорания и определения его местоположения, предусмотрены пожарные дымовые извещатели, что соответствует рекомендации изложенных в СП 5.13130.2009 прил. М таб. М1. На путях эвакуации, у эвакуационных выходов, установить пожарные ручные извещатели.

Согласно СП 3.13130.2009 цех следует оборудовать СОУЭ 1 типа. Для данного типа характерен звуковой способ оповещения (сирена, тонированный сигнал и др.).

Так как технологический процесс сопровождается высоким уровнем шума (80Дб) было принято решение использовать светозвуковые мигающие оповещатели и световые оповещатели «Выход».

В состав системы пожарной сигнализации входят следующие приборы управления и исполнительные блоки:

- приемно-контрольный и управления прибор пожарный «Водолей»;
- шкаф управления насосом ШУН-2,2;
- шкаф управления насосом ШУН-220;
- адресная метка «АМ-4»;
- адресные дымовые пожарные извещатели «ИП 212-64»;
- адресные ручные пожарные извещатели «ИПР 513-11»;
- оповещатель световой, надпись "Выход" Табло (Молния-12В);
- оповещатели комбинированные свето-звуковые «Маяк 12-КП»;
- оповещатели комбинированные свето-звуковые «Маяк 12-КПМ».
- оповещатель комбинированный свето-звуковой «Маяк 12-К»

Резервное электропитание на объекте защиты выполнено с помощью источника электропитания:

– Бокс резервного электропитания «БР 12 2x45». Предназначен под аккумулятор:

- Аккумулятор (2 шт). Технические характеристики: сила тока - 45Ач, мощность 12В.

Для обнаружения возгорания в помещении цеха, применены адресные дымовые пожарные извещатели. Вдоль путей эвакуации размещаются адресные ручные пожарные извещатели, которые включаются в неадресные шлейфы. Пожарные извещатели устанавливаются в каждом помещении (кроме помещений с мокрыми процессами (душевые, санузлы, охлаждаемые камеры, помещения мойки и т. п.), насосных водоснабжения, бойлерных и др. помещений для инженерного оборудования здания, в которых отсутствуют горючие материалы; категории В4 и Д по пожарной опасности; лестничных клеток (СП 5.13130.2009 п.А.4).

Количество пожарных извещателей выбрано с учетом требований СП 5.13130.2009.

Основную функцию – сбор информации, выдачу команд на управление эвакуацией людей из здания, а также запуск насосов для системы пожаротушения осуществляет приемно-контрольный прибор «Водолей», расположенный в помещении операторской цеха лесопиления.

Главным узлом системы пожаротушения является насосная станция – отдельное помещение, где устанавливаются основные и резервные пожарные насосы, жокей-насос, реализуется подвод воды, система трубопроводов и распределение воды по направлениям. Спринклерная система является водонаполненной и для поддержания давления в системе используется жокей-насос (ЖН). Он управляется автономно от шкафа управления насосом. В трубопровод устанавливается двухконтактный манометр, который настраивается на верхний и нижний порог давления в системе. Его контакты подключаются непосредственно к ШУН-2,2, который управляет жокей-насосом. При возникновении утечек в трубопроводе давление постепенно падает, и по достижении минимального порога срабатывают контакты нижнего

давления манометра, которые дают сигнал на ШУН-2,2. Он запускает жокей-насос и начинается подкачка воды в систему. При достижении верхнего порога давления срабатывают контакты верхнего давления манометра, информация подается в ШУН-2,2 и жокей-насос отключается. Таким образом происходит постоянное поддержание заданного давления в системе. Данный процесс управляется от ШУН-2,2, без участия приемно-контрольного прибора, но все происходящие события поступают на ППКПУ «Водолей» и регистрируются в журнале событий.

При возникновении возгорания разрушается замок одного или нескольких спринклеров и через открывшееся выходное отверстие начинается подача воды из трубопровода к месту возгорания. Давление в системе падает. Открывается узел управления (УУ) и замыкает контакты своего сигнализатора давления СДУ. Сигнализатор давления дает сигнал на адресную метку АМ-4, которая передает информацию о сработке на приемно-контрольный прибор. Прибор переходит в режим «Пожар». По падению давления срабатывает манометр, управляющий жокей-насосом, и ШУН-2,2 запускает жокей-насос. Если его мощности достаточно для поддержания давления (например, при открывшемся одном спринклере) насос качает воду и происходит пожаротушение.

Если давление продолжает падать дальше, то срабатывают манометры, по которым настроен запуск насосной станции (ПУСК НС). Эти манометры подключены к адресной метке. Она настраивается на работу по логике «или» и, при сработке любого манометра из двух, дает сигнал «Пожар» на ППКПУ «Водолей». Прибор, обработав этот сигнал, дает команды шкафам управления на отключение жокей-насоса и запуск основного пожарного насоса (ОПН). Насос запускается и начинает подачу воды через открытый УУ. На выходе ОПН установлен манометр контроля выходного давления (манометр выхода на режим ОПН), с помощью которого шкаф ШУН-220 контролирует выход насоса на рабочий режим. Время выхода на режим задается при конфигурировании системы. Если через заданное время насос не развил достаточного давления и

не вышел на рабочий режим либо в процессе работы вышел из строя, ШУН-200 отключает насос и выдает на ППКПУ сигнал «Авария ОПН». Прибор дает команду второму ШУН-220 на запуск резервного пожарного насоса. Насос запускается и начинает (продолжает) подачу воды в зону тушения.

В таблице 11 отображены описание и необходимое к установке количество устройств пожарной сигнализации.

Таблица 11 – Описание и количество устройств пожарной сигнализации

Название устройства	Описание	Количество
Водолей	Прибор приемно-контрольный и управления пожарный адресный ППКПУ серии «Водолей» предназначен для построения интегрированных систем водяного и пенного пожаротушения, а также систем пожарной сигнализации	2
Рубеж-БИ	Предназначен для отображения состояния зон, групп зон и исполнительных устройств адресной системы пожарной сигнализации и пожаротушения	1
ИП 212-64	Извещатель пожарный дымовой оптико-электронный адресно-аналоговый ИП 212-64 предназначен для обнаружения загораний, сопровождающихся появлением дыма малой концентрации внутри контролируемого пространства в закрытых помещениях различных зданий и сооружений и передачи сигнала «Пожар» в приемно-контрольный прибор	50
ИПР 513-11	Извещатель пожарный ручной ИПР 513-11 предназначен для ручного включения сигнала «Пожар» в системах пожарной и охранно-пожарной сигнализации	6
Молния-12 "Выход"	Оповещатель световой» предназначен для обозначения эвакуационных путей при возникновении опасности, а так же в качестве информационного табло	6
Маяк 12-КП	Оповещатель предназначен для светового и звукового оповещения о состоянии объекта, охраняемого с помощью приборов охранно-пожарной сигнализации	7
Маяк 12-КПМ	Оповещатель комбинированный предназначен для выдачи световых и звуковых сигналов на объектах, оснащенных охранно-пожарной сигнализацией	4
Маяк 12-К	Оповещатель «Маяк-12К» предназначен для светового и звукового оповещения о состоянии объекта.	1
ШУН-2,2	Шкаф управления насосом ШУН предназначен для управления электроприводом исполнительного устройства насосной станции	1
ШУН-220	Шкаф управления насосом предназначен для управления электроприводами исполнительных устройств насосной станции	2
АМ-4	Предназначена для получения извещений от устройств с выходом типа «сухой контакт», не питающихся от шлейфа, и передачи извещений в приемно-контрольный прибор	1

## 2.7 Расчет количества и выбор мощности звуковых оповещателей

Согласно СП 3.13130.2009 Звуковые сигналы СОУЭ должны обеспечивать уровень звука не менее чем на 15 дБА выше допустимого уровня звука постоянного шума в защищаемом помещении, но не более 120 дБА в любой его точке.

По технологическим данным кратковременный уровень шума от лесопильного оборудования достигает 102 дБА. Использование звукоизолирующих кожухов снижает уровень шума до 80 дБА.

Определим уровень звукового давления полезного аудиосигнала, который должен быть обеспечен оповещателями в помещении лесопильного цеха по формуле:

$$SPL_{(сум)} = SPL_{(шум)} + 15, \quad (2.29)$$

где  $SPL_{(шум)}$  – допустимый уровень звука постоянного шума в помещении.

$$SPL_{(сум)} = 80 + 15 = 95 \text{ дБА.}$$

Далее определим необходимый нам уровень звукового давления, который должен развивать оповещатель в точке проводимого измерения по формуле:

$$SPL_{(оп)} = SPL_{(сум)} - 20 \cdot \left( \log \frac{1}{L} \right), \quad (2.30)$$

где  $L$  – расстояние от оповещателя до точки измерения, м.

Так как в нашем помещении высота потолка, на котором будут установлены оповещатели, равна 7.2 м, то

$$L = 7,2 - 1,5 = 5,7 \text{ м.}$$

Теперь определим  $SPL_{(оп)}$ :

$$SPL_{(оп)} = 95 - 20 \cdot \left( \log \frac{1}{5,7} \right) = 110 \text{ дБА.}$$

Выбираем оповещатель светозвуковой «Маяк 12-КП» с уровнем звукового давления 110дБА.

Затем определяем необходимое количество оповещателей для помещения цеха.

Площадь озвучивания одним потолочным оповещателем определяется по формуле:

$$S_{(оп)} = 4h^2, \quad (2.31)$$

где  $h$  – высота защищаемого помещения, м.

$$S_{(оп)} = 4 \cdot 7,2^2 = 146,36 \text{ м}^2.$$

Теперь мы можем рассчитать необходимое нам количество оповещателей ( $N$ ) по формуле:

$$N = \frac{S_{(пом)}}{S_{(оп)}} \quad (2.32)$$

$$N = \frac{920,01}{146,36} = 6,4 \sim 7 \text{ шт.}$$

Далее аналогично для помещений в которых расположены постоянные рабочие места – операторская, помещение пилоножеточки и кабинет охраны труда. Результаты расчетов представлены в таблицах 12, 13, 14 для данных помещений соответственно.

Таблица 12 – Результаты расчетов для помещения операторской

Показатель	Значение
$SPL_{(шум)}$	70 дБА
$SPL_{(сум)}$	85 дБА
$SPL_{(оп)}$	105 дБА
$S_{(оп)}$	66,6 м <sup>2</sup>
$S_{(пом)}$	63,02 м <sup>2</sup>
$N$	1



Принимаем оповещатель светозвковой «Маяк 12-КПМ» с уровнем звукового давления 105 дБА.

Таблица 13 – Результаты расчетов для помещения пилоножеточки

Показатель	Значение
$SPL_{(шум)}$	70 дБА
$SPL_{(сум)}$	85 дБА
$SPL_{(оп)}$	100 дБА
$S_{(оп)}$	67,24 м <sup>2</sup>
$S_{(пом)}$	93,9 м <sup>2</sup>
$N$	2

Принимаем оповещатель светозвковой «Маяк 12-КПМ» с уровнем звукового давления 105 дБА.

Таблица 14 – Результаты расчетов для кабинета охраны труда

Показатель	Значение
$SPL_{(шум)}$	70 дБА
$SPL_{(сум)}$	85 дБА
$SPL_{(оп)}$	100 дБА
$S_{(оп)}$	67,24 м <sup>2</sup>
$S_{(пом)}$	66,6 м <sup>2</sup>
$N$	1

Принимаем оповещатель светозвковой «Маяк 12-КПМ» с уровнем звукового давления 105 дБА.

## 2.8 Расчет емкости аккумуляторных батарей

Расчет необходимой емкости аккумуляторной батареи источника питания при отключении напряжения осуществляется для АУПС, СОУЭ по формуле:

$$C = K_{ст} \cdot (\sum I_{деж} \cdot 24 + \sum I_{пож} \cdot 1), \quad (2.33)$$

где  $K_{ст}$  – коэффициент саморазрядки аккумуляторных батарей – 1,3;

$I_{деж}$  – ток потребляемый всеми устройствами в дежурном режиме;

$I_{пож}$  – ток потребляемый всеми устройствами в режиме пожар.

Ток, потребляемый всеми устройствами, в дежурном режиме и в режиме пожар представлен в таблице 15.

Таблица 15 – ток, потребляемый устройствами, в дежурном режиме и режиме пожар

Название устройства	Количество, шт	I, мА	$I_{деж}$ , мА	$I_{пож}$ , мА
Маяк 12-КП	7	75	525	525
Молния-12 «Выход»	6	20	120	120
Маяк 12-КПМ	4	40	160	160
Маяк 12-К	1	40	160	160
ППКПУ Водолей	1	500	500	500
Рубеж БИ	1	50/200	50	200

Определим необходимую емкость аккумулятора:

$$C = 1,3 \cdot (1355 \cdot 24 + 1505) = 44232 \text{ мА/ч} = 45 \text{ А/ч.}$$

Принимаем аккумуляторную батарею для бокса резервного электропитания - Аккумулятор 12 В, емкостью 45 А/ч в количестве 2 штук для каждого бокса резервного питания.

### 3 Расчет сил и средств

В лесопильных цехах скорость выгорания древесины 25...60 кг/(м<sup>2</sup>·ч). Линейная скорость распространения огня в среднем 1-3 м/мин. Благодаря наличию большого количества горючих материалов горение протекает весьма интенсивно. Огонь быстро распространяется по деревянным строениям, связанным галереями и транспортерами, вентиляционными и отсасывающими установками, а также по готовой продукции (доски, бревна) и производственным отходам (кора, опилки). Продукты горения быстро заполняют объем помещения, проникают в вытяжную и отсасывающую системы и в другие помещения. Пожар может распространяться под станками, пилорамами, где обычно скапливаются опилки.

При наихудшем развитии ситуации, огонь может достигнуть стен здания и принять площадь пожара равной площади здания.

По справочным данным и анализу пожаров на объектах с характерной пожарной нагрузкой и характеристикой здания, линейная скорость распространения в среднем составит 1 м/мин, а интенсивность подачи воды – 0,2 л/м с. Время до сообщения о пожаре по условиям объекта не превышает 10 мин, а боевого развёртывания с установкой машин на ближайшие водоемы – 5 мин. Размер помещения цеха лесопиления 60×24×7,2м.

Для проведения расчета сил и средств на тушение пожара выбирается наихудший вариант – возникновение пожара в центре лесопильного цеха.

Определяем возможную обстановку на пожаре к моменту введения сил и средств первым подразделением т.е. ПЧ-БоЛПК (дежурного караула в составе 2-х отделений).

Время свободного развития пожара  $t_{св}$  до прибытия первого пожарного подразделения (ПЧ-БоЛПК в составе двух отделений на 2 АЦ 7-40 и АЦ 8-40) определяем по формуле:

$$t_{св} = t_{дс} + t_{сб} + t_{сл} + t_{бр} = 10 + 1 + 2 + 5 = 18 \text{ мин} \quad (3.1)$$

где  $t_{сл} = (60 \times 1,4) / 60 = 1,4 \text{ мин} = 2 \text{ мин.}$  - время следования караула до места пожара, мин.;

$t_{бр} = 5 \text{ мин.}$  - время боевого развертывания караула с установкой АЦ на пожарный гидрант;

$t_{дс}$  - время развития пожара от момента его возникновения до сообщения о нем в пожарную часть, мин. Оно принимается: для объектов не оборудованных АПС – 10 мин.;

$t_{сб} = 1 \text{ мин.}$  - время сбора и выезда пожарных подразделений на пожар.

Находим путь, пройденный огнем:

$$R = 5 \cdot V_{л} + V_{л} \cdot t_2 = 5 \cdot 1 + 1 \cdot 8 = 13 \text{ м,} \quad (3.2)$$

где  $t_2 = t_{св} - 10 = 18 - 10 = 8 \text{ мин.}$

Путь пройденный огнем составляет 13 метров, а ширина здания 24 метров, то распространение пожара достигнет стен и ограничится по ширине здания. Пожар примет прямоугольную форму, будет распространяться в два направления по длине цеха.

Вычисляем площади пожара и тушения:

$$S_{n1} = 2R \cdot a = 2 \cdot 13 \cdot 24 = 624 \text{ м}^2 \quad (3.3)$$

$$S_{t1} = 2h \cdot a = 2 \cdot 5 \cdot 24 = 240 \text{ м}^2 \quad (3.4)$$

Определяем требуемый расход для тушения пожара:

$$Q_{тр} = S_{t1} \cdot I = 240 \times 0,2 = 48 \text{ л/с} \quad (3.5)$$

Для локализации пожара на данной площади потребуется стволов А:

$$N_{\text{ств.А}} = \frac{S_{t1} \cdot I}{Q_{\text{ств.А}}} = \frac{240 \cdot 0,2}{7,4} = 6,5 = 7 \text{ ств.А} \quad (3.6)$$

Учитывая, что глубина тушения ручными стволами составляет 5 м., а фронт тушения стволами РС-70 – 14 м., следовательно, тушение пожара будет производиться по фронту. Из тактических соображений и учитывая размеры здания, на тушение пожара необходимо подать не менее 7 стволов РС-70, следовательно ПЧ-БоЛПК (1 караул) не сможет обеспечить локализацию пожара на данный момент.

Определяем возможную обстановку на пожаре к моменту введения дополнительных сил и средств ПЧ-73 п.Ангарский, т.е. прибытия к месту пожара личного состава части свободного от несения службы:

$$t_{\text{св}} = t_{\text{сб}} + t_{\text{сл}} + t_{\text{бр}} = 20 + 9,6 + 5 = 34,6 \text{ мин.} = 35 \text{ мин.}, \quad (3.7)$$

где  $t_{\text{сл}} = (60 \times 8) / 50 = 9,6$  мин. - время следования караула до места пожара, мин.;

$t_{\text{бр}} = 5$  мин. - время боевого развертывания караула с установкой АЦ на пожарный гидрант;

$t_{\text{сб}} = 1$  мин. - время сбора и выезда пожарных подразделений на пожар.

$$R_2 = R_1 + 0,5 \cdot t_3 = 13 + 0,5 \cdot 1 \cdot 17 = 22 \text{ мин.},$$

где  $t_3 = t - (10 + t_2) = 35 - (10 + 8) = 17$  мин.

Вычислим площади пожара и тушения  $S_{n2}$  и  $S_{t2}$ :

$$S_{n2} = 2R_2 \cdot a = 2 \cdot 22 \cdot 24 = 1056 \text{ м}^2.$$

$$S_{t2} = 2h \cdot a = 2 \cdot 5 \cdot 24 = 240 \text{ м}^2.$$

Для локализации пожара на данной площади потребуется ств. А:

$$N_{\text{ств.А}} = \frac{S_{t2} \cdot I}{Q_{\text{ств.А}}} = \frac{240 \cdot 0,2}{7,4} = 6,5 = 7 \text{ ств.А.}$$

Фактически принимаем 7 ств. А

Площадь тушения и требуемое количество стволов остается прежним. Фактически принимаем 7 стволов «А» через дверные проемы, три ствола с

южной и четыре ствола с северной стороны с одновременным использованием их для защиты конструкций здания изнутри. При введении дополнительных сил и средств подразделения распространение пожара в цехе ограничится, наступит момент локализации.

Исходя из возможной обстановки на защиту смежных помещений и стен здания следует принять 4 ствола Б по 2 ствола с восточной и западной сторон здания.

Определяем фактический расход воды на тушение пожара и для защитных действий:

$$Q_{\phi} = N_{\text{ств.А}} \cdot Q_{\text{ств.А}} + N_{\text{ств.Б}} \cdot Q_{\text{ств.Б}} = 7 \cdot 7,4 + 4 \cdot 3,7 = 66,6 \text{ л/с.}$$

Расход воды принят при напоре у приборов 40 метров.

Водоотдача ввружного пожарного водопровода по акту проверки составляет 45 л/с, следовательно, объект не обеспечен водой.

Определим количество пожарных автоцистерн для установки в перекачку от ПНС к месту пожара.

Определим расстояние от головной пожарной автоцистерны до очага пожара по формуле:

$$N_{\text{гол}} = \frac{H_{\text{н}} - (H_{\text{р}} + Z_{\text{м}} + Z_{\text{ст}})}{S \cdot Q^2} = \frac{100 - (40 + 5 + 0)}{0,015 \cdot 18,5^2} = 10,7 = 11 \text{ рукавов.} \quad (3.8)$$

где  $H_{\text{н}}$  – напор на насосе, м;

$H_{\text{р}}$  - Напор у разветвления, лафетных стволов, м;

$Z_{\text{м}}$  - наибольшая высота подъема (+) или спуска (—) местности на предельном расстоянии, м.;

$Z_{\text{ст}}$  - Наибольшая высота подъема или спуска приборов тушения от места установки разветвления или прилегающей местности на пожаре, м.;

$S$  - сопротивление одного пожарного рукава;

$Q$  - суммарный расход воды одной наиболее загруженной магистральной рукавной линии, л/с.

Определим расстояние от места пожара до ПНС по длине рукавной линии:

$$N_p = \frac{1,2 \cdot L}{20} = \frac{1,2 \cdot 700}{20} = 42 \text{ рукава, где} \quad (3.9)$$

$L = 700\text{м}$  – расстояние от р.Ангара до ПГ-35.

Определим расстояние между автоцистернами:

$$N_{\text{мр}} = \frac{H_n - (H_{\text{вх}} + Z_m)}{S \cdot Q^2} = \frac{100 - (60 + 0)}{0,015 \cdot 18,5^2} = 7,8 = 8 \text{ рукавов} \quad (3.10)$$

Для обеспечения тушения пожара водой необходимо установить резервные АЦ ПЧ-73 на ПГ №35 в 150 метрах от очага пожара и ПНС на реку Ангара в 700 метрах от очага пожара. Воду подавать на пополнение задействованных АЦ.

Определяем требуемую численность личного состава:

$$N_{\text{л/с}} = N_{\text{СТА}} \cdot 2 + N_{\text{СТБ}} \cdot 1 + N_{\text{разв.}} \cdot 1 + N_{\text{м}} \cdot 1 = 7 \cdot 2 + 4 \cdot 1 + 4 \cdot 1 + 4 \cdot 1 + 4 \cdot 1 = 26 \text{ человек} \quad (3.11)$$

где  $N_{\text{м}}$  – количество людей занятых на контроле за работой насосно-рукавных систем;

Определяем требуемое количество пожарных подразделений основного назначения:

$$N_{\text{отд.}} = \frac{N_{\text{л/с}}}{4} = \frac{26}{4} = 6,5 = 7 \text{ отделения} \quad (3.12)$$

Вывод: согласно расчета количества привлекаемой техники и объему выполняемых работ принимаем «ПОЖАР № 2». При этом пожарных машин и личного состава будет достаточно.

Сосредоточения сил и средств отражено в таблице 16.

Таблица 16 – Сосредоточения сил и средств

№ вызова	Подразделение	Техника	время прибытия	Личный состав		Примечание (объем цистерны, л.)
				Боевой расчет	Число газодымозащитников	
2	ПЧ-БолПК	АЦ7-40(53215)	18	7	3	7000
		АЦ8-40(53228)	18	7	-	8000
	ПЧ-73 п.Ангарский	АЦ3,2-40(433112)	35	6	3	3200
		АЦ2-40(33081)	35	4	-	2100
	ПЧ-24 с.Богучаны	ПНС-100(5557)	47	3	-	-
		АР-2(43114)	47	3	-	-
		АЦ8-40(53228)	47	7	3	8000
		АЦ6-40(5557)	47	7	-	6000
		АЦ2-4(5301)	47	3	3	2000
	Итого:		АЦ – 7	47	47	9



## 4 Безопасность жизнедеятельности

Соблюдение норм охраны труда сегодня особенно актуально. Трудно представить себе успешное предприятие, руководство которого халатно относилось бы к вопросам охраны труда. При соблюдении безопасности условий труда повышается его производительность, а, следовательно, и экономические результаты деятельности предприятия за счет создания комфортных условий для трудовой деятельности, например, путем обеспечения оптимальных параметров микроклимата, освещения и световой среды, учета психофизиологических и эргономических особенностей труда, формирования оптимальных режимов труда и отдыха.

В данной части дипломной работы рассмотрено влияние вредных факторов, способных оказать неблагоприятное воздействие на сотрудников предприятия, рабочие места которых находятся в лесопильном цеху.

К ним относятся:

- химические опасные и вредные производственные факторы;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенный уровень вибрации;
- повышенная напряженность электрического поля.

### 4.1 Общая характеристика объекта

Параметры кабинета охраны труда, находящегося в здании цеха лесопиления представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Параметры кабинета охраны труда

Длина, м	Ширина, м	Высота, м	Площадь, м <sup>2</sup>	Объем, м <sup>3</sup>
10	6,6	3,1	66	204,6

Таблица 18 – Фактическое состояние условий труда на рабочем месте

№ п/п	Код фактора	Наименование производственного фактора, единица измерения	ПДК, ПДУ, допустимый уровень	Дата проведенного измерения	Фактический уровень производственного фактора	Величина отклонения	Класс условий труда, степень вредности и опасности	Продолжительность воздействия
1	5.00	Тяжесть трудового процесса		11.04.15		-	1	1
2	5.00	Напряженность трудового процесса		11.04.15		-	3,1	1
3	4.50	Шум, дБА	80	11.04.15	70	-	2	1
4	4.62	Температура, С°	15-22	11.04.15	22.4	-	2	1
5	4.64	Влажность, %	15-75	11.04.15	43	-	2	1
6	4.63	Скорость движения воздуха, м/с	0.1	11.04.15	0,1	-	2	1
7	4.68	Освещенность, лк	300	11.04.15	200	100	2	0.5
8	4.67	КЕО, %	1	11.04.15	1,3	-	2	0,5
9	4.66	ТНС, С	22-24	11.04.15	20	-	2	0.8
10	4.65	Тепловое излучение, Вт/м <sup>2</sup>	140	11.04.15	70	-	2	0.8

На основании данных мы видим, вопрос о состоянии труда, наблюдается недостаточная освещенность и повышенное содержание вредных веществ.

## 4.2 Искусственное освещение

Информацию об окружающей среде человек получает в основном (до 90%) через зрительный анализатор. Поэтому полнота и качество информации, поступающие через органы зрения, зависят во многом от освещения. Правильно спроектированное и рационально выполненное освещение производственных помещений оказывает положительное воздействие на работающих, способствует повышению эффективности и безопасности труда, снижает утомление и травматизм, сохраняет высокую работоспособность.

Так как в рассматриваемом кабинете недостаточный уровень искусственного освещения, производим его расчет.

Нормирование освещения осуществляется согласно СП 52.13330.2011.

Рассматриваемый кабинет находится в цехе лесопиления и имеет следующие размеры: длина 10 м, ширина 6,6 м, высота 7,2 м, высота рабочей поверхности  $h_p = 1$  м, в цехе установлены светильники типа ЛПО28 (2x40 Вт). Длина 1,23 м, ширина 0,1 м, высота 0,1 м. Требуемая освещенность согласно СНиП 23.05-2010,  $E = 300$  лк. Коэффициент отражения для производственных помещений, стен  $\rho_c = 50\%$ , потолка  $\rho_p = 70\%$ .

Световой поток определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E_H \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{n \cdot \eta}, \quad (4.1)$$

где  $E_H$  – нормируемая минимальная освещённость по СП 52.13330.2011, 300лк;

$S$  – площадь освещаемого помещения,  $m^2$ ;

$K_3$  – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т.е. отражающих поверхностей), наличие в атмосфере помещения дыма, пыли.

$Z$  – коэффициент неравномерности освещения, отношение  $E_{cp}/E_{min}$ . Для люминесцентных ламп при расчетах берется равным 1,1;

$n$  – число светильников;

$\eta$  - коэффициент использования светового потока, %.

Коэффициент использования светового потока показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность. Он зависит от индекса помещения  $i$ , типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью  $h$  и коэффициентов отражения стен  $\rho_c$  и потолка  $\rho_p$ .

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A+B)}, \quad (4.2)$$

где  $A$  и  $B$  – длина и ширина помещения, м.

Значение коэффициента использования светового потока  $\eta$  светильников с люминесцентными лампами для наиболее часто встречающихся сочетаний коэффициентов отражения и индексов помещения приведены в справочнике.

Расстояние между светильниками определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h, \quad (4.3)$$

где  $h$  – высота подвеса светильника, м.

Высота подвеса светильника рассчитывается по формуле:

$$h = H - h_{кр} - h_p, \quad (4.4)$$

где  $H$  – высота помещения, м;

$h_{кр}$  – расстояние от потолка до нижней кромки светильника, м;

$h_p$  – высота рабочей поверхности от пола.

$h = 3,1 - 0,1 - 1 = 2$  м.

Расстояние между светильниками:

$$L = 1,4 \cdot 2 = 2,8 \text{ м.}$$

Количество рядов:

$$N_b = \frac{B}{L}, \quad (4.5)$$

$$N_b = \frac{6,6}{2,8} = 3,$$

Количество светильников в ряду:

$$N_a = \frac{A}{L}, \quad (4.6)$$

$$N_a = \frac{10}{2,8} = 4 \text{ шт.}$$

Получаем общее количество светильников:

$$N = N_a \cdot N_b, \quad (4.7)$$

$$N = 3 \cdot 4 = 12 \text{ шт.}$$

В каждом светильнике размещено по две люминесцентных лампы по 40 Вт.

Количество ламп:

$$12 \cdot 2 = 24 \text{ шт.}$$

Находим индекс помещения:

$$i = \frac{66}{2 \cdot (6,6 + 10)} = 1,9$$

Коэффициент использования светового потока  $\eta = 0,58\%$ .

Находим световой поток одной лампы:

$$\Phi = \frac{300 \cdot 66 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{24 \cdot 0,6} = 2269 \text{ лм.}$$

Выбираем ближайшую стандартную лампу – ЛД 40 Вт со световым потоком 2340 лм.

Делаем проверку выполнения условия:

$$- 10\% \leq \frac{\Phi_{ст} - \Phi_p}{\Phi_{ст}} \cdot 100\% \leq +20\%, \quad (4.8)$$

$$- 10\% \leq 3\% \leq +20\%.$$

Таим образом, количество ламп установленных в помещении принимаем 24 лампы ЛД40.

Находим расстояние от крайних светильников до стены:

$$l = 0.3 - 0.5L, \quad (4.9)$$

где:  $L$  – расстояние между соседними светильниками, м;

$l$  – расстояние от крайних светильников до стены, м.

$L_a$  (по длине помещения) = 1,27 м.

$L_b$  (по ширине помещения) = 2,8 м.

$l_a = 0,5 L_a = 0,6$  м.

$l_b = 0,3 L_b = 0,35$  м.

Схема расположения светильников приведена на рисунке 6.

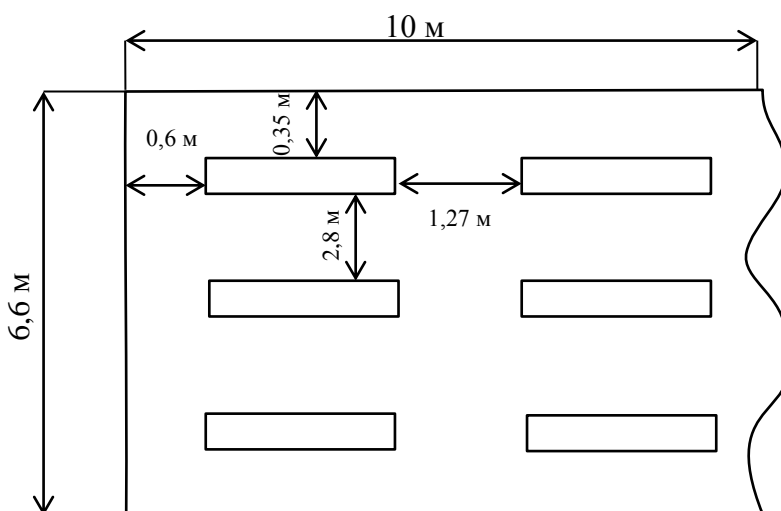


Рисунок 6 – Схема расположения светильников

### **4.3 Шум**

Шум – один из неблагоприятных гигиенических факторов, действующих в цехах лесопильного производства.

Основные источники шума в лесопильном производстве – оборудование по распиловке круглого леса.

Уровень звука от лесопильного оборудования достигает 102 дБа. Но так как в здании лесопильного цеха ООО «Богучанский ЛПК» все оборудование лесопиления, линии фрезерно-брусующего распила эксплуатируется в съемных звукоизолирующих кожухах уровень звука в помещениях с постоянными рабочими местами снижается до нормативных показателей.

### **4.4 Чистота воздушной среды**

Чистота воздушной среды характеризуется степенью ее загрязненности, то есть содержанием в воздухе примесей – газов, паров, пыли в миллиграммах на кубический метр.

Возможным фактором загрязнения воздушной среды на рабочих местах в помещении цеха лесопиления могут быть выделения древесной пыли от деревообрабатывающего станка.

Санитарными нормами для каждого вида примеси установлены предельно-допустимые концентрации содержания ее в воздухе рабочей зоны (ГОСТ 12.1.005-88). ПДК в воздухе рабочей зоны для древесной пыли составляет – 6 мг/м<sup>3</sup>.

В лесопильном цехе ООО «Богучанский ЛПК» для борьбы с пылью на рабочих местах и созданию нормальных условий работы все оборудование снабжается системой аспирационных отсосов. Эффективность этой системы обусловлена конструкцией оборудования:

- созданием водяной эмульсии в зоне пиления в летнее время (заложено в конструкции лесопильного комплекса R250);

- специальными укрытиями и кожухами для всех режущих и передающих узлов оборудования;
- покрытием течек и частей оборудования специальной антистатической краской, что исключает скопление пыли на стенках внутренних полостей оборудования.

Аспирационные отсосы снабжены системой очистки через рукавные фильтры. Древесная пыль собирается в специальные контейнеры и подается для сжигания в котельную. Благодаря данным системам концентрация пыли в помещениях лесопильного цеха значительно меньше допустимой

#### **4.5 Вибрация**

Вибрация — это механические колебания машин и механизмов, которые характеризуются такими параметрами, как частота, амплитуда, колебательная скорость, колебательное ускорение. Вибрацию порождают неуравновешенные силовые воздействия, возникающие при работе машин.

Длительное воздействие вибрации на организм человека приводит к серьезным последствиям под названием «вибрационная болезнь». Это профессиональная патология, которая возникает в результате длительного влияния на организм человека производственной вибрации, превышающей предельно допустимый уровень.

Для исключения вибрации основное технологическое оборудование устанавливается на отдельных фундаментах. Основание этих фундаментов выполнено отдельно от фундаментов здания, конструкция технологических площадок никак не связана с конструкциями фундаментов под оборудование. В качестве виброизоляции рабочих мест применяются виброизолирующие настилы, площадки.

#### **4.6 Средства индивидуальной защиты**



Средства индивидуальной защиты (СИЗ) — приспособления, предназначенные для защиты кожных покровов и органов дыхания от воздействия отравляющих веществ и других вредных примесей в воздухе.

Для дополнительной шумоизоляции всех работающих в лесопильном цехе применяются индивидуальные средства шумовой защиты. В качестве индивидуальных защитных противозумных приспособлений применяются наушники, антифоны, слуховые пробки, заглушки и вкладыши.

Также работники обеспечены хлопчатобумажной спецодеждой, защитными очками, респираторами и специальной обувью, которая обеспечивает дополнительную виброизоляцию.

#### **4.7 Электробезопасность**

На предприятии ООО «Богучанский ЛПК» не было отмечено случаев поражения электрическим током. В организации был принят достаточный комплекс организационно технических мер направленных на снижения вероятности поражения людей электрическим током. Среди предпринятых норм наиболее значимыми являются:

1) сопротивление изоляции электрооборудования составляет не менее чем 0,5 МОм (периодичность измерения раз в год) согласно ПУЭ «Правила устройства электроустановок. Издание 7»

2) корпуса технологического оборудования лесопильного цеха заземлены, сопротивление защитного заземления составляет не более 4 Ом;

3) световые и осветительные сети защищены посредством систем автоматического отключения питания (автоматические выключатели, УЗО);

4) в производственном цехе была применена система уравнивания потенциалов с сопротивлением металлосвязи не более чем 0,05 Ом.

## 5 Экономическое обоснование работы

Целью экономической части дипломной работы является:

- расчет экономического ущерба предприятию в случае пожара;
- расчет затрат на приобретение и установку комплектующих для монтажа автоматической установки водяного пожаротушения и автоматической пожарной сигнализации на предприятии ООО «Богучанский ЛПК»;
- расчет затрат на монтаж автоматической установки водяного пожаротушения и автоматической пожарной сигнализации;
- расчет эксплуатационных затрат на обслуживание автоматической установки водяного пожаротушения.

### 5.1 Оценка экономического ущерба

Оценим ущерб от аварии на предприятии ООО «Богучанский ЛПК» в результате возгорания оборудования и пожара, при 20 минутах его действия, пламя огня распространилось на 69 м<sup>2</sup>. Пострадало оборудование (лесопильная линия R250). Пожар повлечет простой на других машинах, связанных с технологической схемой данного объекта.

1. Ущерб от пожара на предприятии может быть выражен в общем виде формулой:

$$P_a = P_{пп} + P_{ла} + P_{сэ} + P_{нв} + P_{экол} + P_{втр} \quad (5.1.)$$

где:  $P_a$  – полный ущерб от аварий, руб.;

$P_{пп}$  – прямые потери организации, руб.;

$P_{ла}$  – затраты на локализацию/ликвидацию и расследование аварии, руб.;

$P_{сэ}$  – социально-экономические потери (затраты, понесенные вследствие гибели и травматизма людей), руб.;

$P_{\text{нв}}$  – потери (убытки) из-за неиспользованных производственных возможностей (или упущенная экономическая выгода), руб.;

$P_{\text{экол}}$  – экологический ущерб (урон, нанесенный объектам окружающей природной среды); руб.;

$P_{\text{втр}}$  – потери от выбытия трудовых ресурсов в результате гибели людей или потери ими трудоспособности.

## 5.2 Расчет прямых потерь

Прямые потери ( $P_{\text{пп}}$ ) от пожара можно определить по формуле:

$$P_{\text{пп}} = P_{\text{оф}} + P_{\text{тмц}} + P_{\text{им}} \quad (5.2.)$$

где:  $P_{\text{оф}}$  – потери предприятия в результате уничтожения (повреждения) основных фондов (производственных и непроизводственных), руб.;

$P_{\text{тмц}}$  – потери предприятия в результате уничтожения (повреждения) товарно-материальных ценностей (продукции, сырья и т.п.), руб.;

$P_{\text{им}}$  – потери в результате уничтожения (повреждения) имущества третьих лиц, руб.;

Потери предприятия в результате уничтожения и повреждения пожаром его основных фондов - производственных и непроизводственных ( $P_{\text{оф}}$ ), определим как сумму потерь в результате уничтожения ( $P_{\text{офу}}$ ) и повреждения ( $P_{\text{офп}}$ ) основных фондов:

$$P_{\text{оф}} = P_{\text{офу}} + P_{\text{офп}} \quad (5.3)$$

а) проектная стоимость, аналогично уничтоженным, составляет 87900000 руб., стоимость замещения уничтоженных машин с учетом расходов по перевозке, монтажу составит 30150000 руб. ( $P_{\text{офу}}$ ).

б) уничтожено большое количество силовых кабельных линий – 180000 руб. ( $P_{\text{офп}}$ )

Таким образом, потери предприятия в результате уничтожения (повреждения) основных фондов Поф:

$$P_{\text{оф}} = 87900000 + 30150000 + 180000 = 118230000 \text{ мил. тыс. руб.}$$

Потери предприятия в результате уничтожения пожаром товарно-материальных ценностей ( $P_{\text{тмц}}$ ) не учитываются, так как таковые в цехе не хранятся.

Стоимость ремонта незначительно пострадавшего помещения (замена штукатурки, покраска) обойдется в 200000 руб.

$$P_{\text{им}} = 200000 \text{ руб.}$$

Таким образом, из формулы (5.2) потери от пожара составляют:

$$P_{\text{пп}} = 118230000 + 200000 = 118430000 \text{ руб.}$$

### **5.3 Затраты на локализацию, ликвидацию и расследование последствий пожара**

Затраты на локализацию/ликвидацию и расследование пожара ( $P_{\text{ла}}$ ) определим по формуле:

$$P_{\text{ла}} = P_{\text{лок}} + P_{\text{лик}} + P_{\text{рас}} \quad (5.6)$$

где:  $P_{\text{лок}}$  – расходы, связанные с локализацией и ликвидацией последствий пожара, руб.;

$P_{\text{лик}}$  – расходы, связанные с ликвидацией пожара, руб.;

$P_{\text{рас}}$  – расходы на расследование возникновения пожара, руб.

Расходы, связанные с локализацией аварии ( $P_{\text{лок}}$ ) составят:

а) расходы связанные с износом пожарной техники и пожарного оборудования – 211080 руб.

б) расходы на топливо (горюче-смазочные материалы) для пожарной техники – 30600 руб.

в) расходы на огнетушащие средства – так как используется вода из скважинного водозабора не учитываются.

Таким образом расходы связанные с локализацией пожара составят:

$$P_{\text{лок}} = 211080 + 30600 = 241680 \text{руб.} \quad (5.7)$$

Расходы, связанные с ликвидацией пожара ( $P_{\text{лик}}$ ) составят:

а) удаление разрушенного оборудования, путем его сбора и вывоза на грузовых машинах – 172000руб.

Расходы на мероприятия, связанные с расследованием причины пожара ( $P_{\text{рас}}$ ):

а) оплату труда членов комиссии по расследованию пожара – 42000 руб;

б) затраты на научно-исследовательские работы и мероприятия, связанные с рассмотрением технических причин пожара – 22000 руб;

в) стоимость услуг экспертов, привлекаемых для расследования технических причин пожара – 35000 руб.

Расходы на мероприятия, связанные с расследованием причины пожара:

$$P_{\text{рас}} = 42000 + 22000 + 35000 = 99000 \text{руб} \quad (5.8)$$

Таким образом, расходы на локализацию, ликвидацию и расследование причин пожара по формуле 5.6 составят:

$$P_{\text{ла}} = 241680 + 172000 + 99000 = 512680 \text{руб.}$$

#### **5.4 Расчет потерь из-за неиспользованных производственных возможностей**

Упущенная экономическая выгода предприятия определяется по формуле:

$$P_{\text{НВ}} = P_{\text{ПО}} + P_{\text{ТГ}} \quad (5.9)$$

где  $P_{\text{ПО}}$  – упущенная выгода объекта простоя руб.;

$P_{\text{ТГ}}$  – упущенные возможности предприятия от убытия из производственной деятельности травмированных и/или погибших работников.

Предприятие ООО «Богучанский ЛПК» производит 136 м<sup>3</sup> пиломатериала в сутки. Вследствие выхода из строя лесопильной линии и последующей ее замены предприятие остановит свою производственную деятельность на срок, равный 14 дням. Таким образом, недовыпуск предприятия составит 1904 м<sup>3</sup>.

Стоимость 1 м<sup>3</sup> пиломатериала составляет 6100 руб. Следовательно, упущенная выгода объекта простоя – 11614400 руб. Так как погибших и травмированных работников нет, Упущенная выгода предприятия  $P_{\text{НВ}}$  – 11614400 руб.

Таким образом ущерб от пожара на предприятии ООО «Богучанский ЛПК» по формуле 5.1 составит:

$$P_a = 118430000 + 512680 + 11614400 = 130557080 \text{ рублей.}$$

## 5.5 Материальные затраты

Стоимость материалов необходимых для установки автоматической установки спринклерного пожаротушения и автоматической пожарной сигнализации приведены в таблице 19.

Таблица 19 – Материальные затраты

Наименование	Количество	Цена за единицу, руб.	Стоимость, руб.
Насос «GRUNDFOS NB 150-500/52, 2100»	2 шт	1199020	2398040
Насос «GRUNDFOS-CR-3-23»	1 шт	67416	67416
Ороситель «СВВ-15»	319 шт	220	70180
Труба d=125мм.	327 м	1021	333867
Труба d=150	10 м	1785	17850
ППКПУ «Водолей»	2 шт	20000	40000
Извещатель пожарный дымовой «ИП 212-64»	50 шт	830	41500

## Окончание таблицы 19

Наименование	Количество	Цена за единицу, руб.	Стоимость, руб.
Извещатель пожарный ручной «ИПР 513-11»	6 шт	580	3480
Световое табло Молния-12 «Выход»	6 шт	140	840
Оповещатель комбинированный «Маяк-12 КП»	8 шт	300	2400
Оповещатель комбинированный «Маяк-12 КПМ»	4 шт	280	1120
Оповещатель комбинированный «Маяк-12К»	1 шт	397	397
Блок индикации «Рубеж-БИ»	1 шт	7300	7300
Шкаф управления насосами «ШУН-2,2»	1 шт	38850	38850
Шкаф управления насосами «ШУН-220»	2 шт	71500	143000
Адресная метка «АМ-4»	1 шт	788	788
Источник вторичного электропитания резервный «БР 12 2x40»	2 шт	5600	11200
Аккумуляторная батарея	4 шт	3682	14728
Гофро-шланг	821 м	35	28735
Кабель КПСнг(А) –FRHF 1×2×0.5	821 м.	15	12315

Стоимость монтажных работ составляет 357722 руб. Общая стоимость материальных затрат на установку АУПТ и АУПС составляет 3584031 руб.

Таким образом, видно, что ущерб значительно превышает затраты на установку АУПТ и АУПС.

### 5.6 Расчет срока окупаемости предлагаемых мероприятий

Получив величину суммарной экономии, находим годовой экономический эффект  $\mathcal{E}_2$ , руб.

$$\mathcal{E}_Г = \mathcal{E}_{\text{сум}} - Z_{\text{ед}} \cdot E_n, \quad (5.10)$$

где  $Z_{\text{ед}}$  – единовременные затраты (капитальные вложения), руб.;

$E_n$  – нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности (0,08).

$$\mathcal{E}_2 = 130557080 - 3584031 \cdot 0.08 = 130270358 \text{ руб.}$$

Определяем срок окупаемости МПП:

$$\mathcal{E}_{om} = \frac{C_m}{\mathcal{E}_r}, \quad (5.11)$$

где  $\mathcal{E}_{om}$  – срок окупаемости МПП;

$C_m$  – планируемые затраты на проведение дополнительных услуг, руб.;

$\mathcal{E}_r$  – годовой экономический эффект.

$$\mathcal{E}_{om} = 130557080 / 130270358 = 1 \text{ год}$$

Из отношения видно, что срок окупаемости единовременных затрат не превышает нормативный, поэтому автоматическая система спринклерного пожаротушения и автоматическая пожарная сигнализации эффективны.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе дипломной работы были разработаны и предложены мероприятия по улучшению пожарной безопасности ООО «Богучанский ЛПК».

Проведен анализ состояния пожарной безопасности на предприятии ООО «Богучанский ЛПК», экономическая оценка от внедренных мероприятий по пожарной безопасности.

Для достижения цели, были выполнены следующие действия:

1. проведен анализ, который подтвердил принадлежность цеха лесопиления к пожароопасному производству (удельная пожарная нагрузка составляет  $3429 \text{ МДж}\cdot\text{м}^{-2}$ ) и необходимость внедрения системы пожаротушения и пожарной сигнализации;

2. для повышения пожарной безопасности была выбрана спринклерная система пожаротушения и пожарная сигнализация на основе ППКПУ «Водолей»;

3. произведенный расчет установки водяного пожаротушения показал следующие ее параметры:

- расход – 93,45 л/с;
- давление пожарного насоса – 0,69 МПа;
- продолжительность подачи воды – 60 мин.

4. для повышения предела огнестойкости несущих металлических конструкций было предложено произвести их обработку огнезащитной краской для металла «ТЕРМОБАРЬЕР»;

5. произведенный расчет сил и средств показал, что для ликвидации пожара в лесопильном цеху требуется 7 отделений, которым необходимо подать не менее 7 стволов «А» на тушение пожара, а также 4 ствола «Б» на защиту смежных помещений и стен здания;

6. расчет срока окупаемости предлагаемых мероприятий доказал их эффективность 130270358 руб., срок окупаемости равен 1 год.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

**АМ** – Адресная метка;

**АПС** – Автоматическая пожарная сигнализация;

**АПТ** – Автоматическое пожаротушение;

**АУПС** – Автоматическая установка пожарной сигнализации;

**АУПТ** – Автоматическая установка пожаротушения;

**АЦ** – Пожарная автоцистерна;

**ГЖ** – Горючие жидкости;

**ГЗДС** – Газодымозащитная служба;

**ЛВЖ** – Легковоспламеняющиеся жидкости;

**ЛПК** – Лесоперерабатывающий комплекс;

**ЛПО** – Лампа потолочная общего назначения;

**ОТВ** – Огнетушащие вещества;

**ПГ** – Пожарный гидрант;

**ПДК** – Предельно допустимая концентрация;

**ПНС** – Пожарная насосная станция;

**ПУЭ** – Правила устройства электроустановок;

**ПЧ** – Пожарная часть;

**РС** – Ствол пожарный ручной;

**СНиП** – Строительные нормы и правила;

**СОУЭ** – Система оповещения и управления людей при пожаре;

**СП** – Свод правил;

**ФЗ** – Федеральный закон.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бабуров В.П. Методические указания к выполнению курсового проекта по пожарной автоматике/ В.П. Бабуров, В.И. Фомин, В.В. Бабурин – Москва 2005. – 46с.
2. Вдовин О.В. Пожарная сигнализация: Учебное пособие/ О.В.Вдовиин – Красноярск 2010 – 84 с.
3. Корольченко, А. Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения Ч. 1. Справочник / А. Я. Корольченко, Д. А. Корольченко. – Изд. 2-е, перераб. И доп. – Москва : Асс. Пожнаука, 2004. – 713с.
4. Матюшина А.В. Пожары и пожарная безопасность в 2015 году: Статистический сборник/ И.Г. Андросова, Н.А. Зуева, С.А. Лупанов, В.И. Сибирко, А.Г. Фирсов, Н.Г. Чабан, Т.А. Чечетина – Москва 2016. – 124с.
5. Мешман Л.М. Проектирование водяных и пенных автоматических установок пожаротушения Учебно-методическое пособие/ Л.М. Мешман, С.Г. Цариченко, В.А. Былинкин, В.В. Алешин, Р.Ю. Губин – Москва 2002. – 470с.
6. Мусияченко Е.В. Безопасность жизнедеятельности: Учебно-методическое пособие для выполнения раздела «Безопасность и экологичность» выпускной квалификационной работы [Электронный ресурс]/ Е.В. Мусияченко, А.Н. Минкин – Красноярск СФУ 2016. – 47с.
7. О пожарной безопасности [Электронный ресурс] : федер. закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ ред. от 23.05.2016 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
8. О противопожарном режиме [Электронный ресурс] : пост. правительства РФ от 25.04.2012 № 390 ред. от 06.04.2016 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа : <http://www.consultant.ru>.
9. Повзик, Я. С. Пожарная тактика : учебник / Я. С. Повзик. – Москва : ЗАО «спецтехника», 2004. – 416 с.
10. Пожарная профилактика в строительстве / Б. В. Грушевский [и др.]. – Москва, 1985. – 228 с.

11. Собурь, С. В. Установки пожаротушения автоматические : учебно-справочное пособие / С. В. Собурь. – Москва : ПожКнига, 2011. – 320 с.
12. СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. – Введ 25.03.2009. – Москва : ФГУ ВНИИПО, 2009. – 107 с.
13. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – Введ 25.03.2009. – Москва : ФГУ ВНИИПО, 2009. – 35 с.
14. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95. – Введ. 20.05.2011. – Москва : ОАО ЦПП, 2011. – 75с.
15. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : федер. закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ ред. от 13.07.2015 // справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
16. Труханович Л.В. Лесная и деревообрабатывающая промышленность/ Л.В.Труханович, Д.Л.Щур – Финпресс 2008. – 192с.
17. Тюкина, Ю. П. Технология лесопильного-деревообрабатывающего производства / Ю. П. Тюкина, Н. С.Макарова. – Москва : Высшая школа, 1988–271 с.
18. Фокин, С. В. Деревообработка : технологии и оборудование : учебное пособие/ С.В. Фокин, О.Н. Шпорытько - ИНФРА-М, 2017. - 202с.
19. Хафизов И.Ф. Усовершенствование метода оценки затрат на локализацию (ликвидацию) пожара/ Хафизов И.Ф., Краснов А.В., Хафизова Э.Г., Соловьева М.Е. – [Электронный ресурс]: научный журнал «Нефтегазовое дело», 2012, №5// Режим доступа: <http://www.ogbus.ru>.

