

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

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

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

| Тема работы   |
|---|
| Разработка автоматической установки газового пожаротушения в цехе ООО<br>«Томлесдрев» |

УДК 614.842.614:674(571.16)

Студент

| Группа | ФИО                           | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------------|---------|------|
| 17Г60  | Половинкина Татьяна Сергеевна |         |      |

Руководитель/ консультант

| Должность      | ФИО          | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|----------------|--------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ЮТИ ТПУ | Мальчик А.Г. | к.т.н.                    |         |      |

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

Нормоконтроль

| Должность      | ФИО          | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|----------------|--------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ЮТИ ТПУ | Мальчик А.Г. | к.т.н.                    |         |      |

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

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

Юрга – 2020 г.

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

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

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

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

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ С.А. Солодский  
 «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**ЗАДАНИЕ**  
 на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

|                            |
|----------------------------|
| <b>БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ</b> |
|----------------------------|

Студенту:

|               |                               |
|---------------|-------------------------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                    |
| 17Г60         | Половинкина Татьяна Сергеевна |

Тема работы:

|  |                         |
|--|-------------------------|
| Разработка автоматической установки газового пожаротушения в цехе ООО «Томлесдрев» |                         |
| Утверждена приказом директора (дата, номер)  | от 31.01.2020 г. № 12/С |

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

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

|  |  |
|--|--|
| <b>Исходные данные к работе:</b>   | Противопожарной защите автоматической установкой газового пожаротушения подлежит помещение транспортного цеха.<br>Площадь здания 6937 м <sup>2</sup><br>Тип модуля МПХ(55-180-50)<br>Газовое огнетушащее вещество Хладон 227ea   |
| <b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов:</b>                     | 1 провести обзор литературы и нормативных источников по вопросам состояния проблем обеспечения пожарной безопасности на деревообрабатывающих предприятиях;<br>2 дать характеристику объекта защиты транспортного цеха ООО «Томлесдрев» и оценить мероприятия объекта защиты по пожарной безопасности;<br>3 рассчитать параметры модульной установки газового пожаротушения для помещения транспортного цеха. |
| <b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b><br><i>(с указанием разделов)</i> |  |
| <b>Раздел</b>  | <b>Консультант</b>   |
| Финансовый менеджмент, и<br>ресурсоэффективность   | Лизунков В.Г., к.пед.н., доцент  |

|   |                        |
|---|------------------------|
| ресурсосбережение   |                        |
| Социальная ответственность  | Солодский С.А., к.т.н. |
| Нормоконтроль   | Мальчик А.Г., к.т.н.   |
| <b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b> |                        |
| Реферат   |                        |

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

**Задание выдал руководитель/ консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО             | Подпись | Дата |
|--------|-----------------|---------|------|
| 17Г60  | Половинкина Т.С |         |      |

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 77 страниц, 1 рисунок, 10 таблиц, 50 источников, 6 приложений.

Ключевые слова: ПОЖАР, АВТОМАТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ, ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА, ОГнетушащее вещество

Объектом исследования является – ООО «Томлесдрев»

Цель работы – разработка автоматической установки газового пожаротушения в цехе ООО "Томлесдрев.

В работе проведен обзор литературных источников по проблемам обеспечения пожарной безопасности на деревоперерабатывающих предприятиях; дана характеристика объекта защиты транспортного цеха ООО «Томлесдрев» и проанализированы мероприятия по обеспечению пожарной безопасности объекта защиты; рассчитаны параметры модульной установки газового пожаротушения для помещения транспортного цеха.

## ABSTRACT

The final qualifying work consists of 77 pages, 1 figure, 10 tables, 50 sources, 6 appendices.

Keywords: FIRE, AUTOMATIC FIRE EXTINGUISHING INSTALLATIONS, FIRE SAFETY, FIRE PROTECTION, FIRE EXTINGUISHING SUBSTANCE

The object of study is - LLC "Tomlesdrev"

The purpose of the work is the development of an automatic gas fire extinguishing installation in the workshop of LLC Tomlesdrev.

The paper reviews literature on the problems of ensuring fire safety at wood processing enterprises; the characteristic of the object of protection of the transport workshop of LLC Tomlesdrev is given and measures to ensure the fire safety of the object of protection are analyzed; The parameters of the modular installation of gas fire extinguishing for the premises of the transport department are calculated.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).  
Опасные и вредные производственные факторы.

ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).  
Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».

ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

СанПиН 2.2.4.548-96. Физические факторы производственной среды.  
Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

Определения:

Охрана труда: система законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Условия труда: совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье работника.

Вредный производственный фактор: фактор среды и трудового процесса, воздействие которого на работающего, при определенных условиях, может вызвать профессиональное заболевание, другое нарушение состояния здоровья, временное или стойкое снижение работоспособности, привести к повреждению здоровья потомства.

Опасный производственный фактор: производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях, может привести к травме, острому отравлению или другому внезапному резкому ухудшению здоровья или смерти.

Пожаротушение: процесс воздействия сил и средств, а также использование методов и приёмов для окончательного прекращения горения, а также на исключение возможности его повторного возникновения.

Пожарный извещатель: техническое средство, которое устанавливают непосредственно на защищаемом объекте для передачи тревожного извещения о пожаре на пожарный приёмно-контрольный прибор и/или оповещения и отображения информации об обнаружении загораний.

Заземление: преднамеренное электрическое соединение какой-либо точки сети, электроустановки или оборудования с заземляющим устройством

Воздухопровод: система металлических труб, размещенных в помещении с целью распределения воздуха по нему и вытяжки воздуха из него.

Обозначения и сокращения:

ООО – общество с ограниченной ответственностью;

СОУТ – специальная оценка условий труда;

ДСП – древесно-стружечная плита;

ЛДСП – ламинированная древесностружечная плита;

ГОТВ – газовое огнетушащее вещество;

СДУ – сигнализатор давления универсальный;

## Оглавление

|  |    |
|--|----|
| Введение.....  | 11 |
| 1 Обеспечение пожарной безопасности на деревообрабатывающих предприятиях .....                                 | 13 |
| 1.1 Пожароопасность деревообрабатывающих предприятий.....  | 13 |
| 1.2 Анализ нормативных документов по обеспечению пожарной безопасности.....                                    | 16 |
| 1.3 Анализ и классификация автоматических систем пожаротушения .....   | 19 |
| 1.3.1 Газовые системы автоматического пожаротушения.....   | 20 |
| 1.3.2 Пенные системы пожаротушения .....   | 21 |
| 1.3.3 Аэрозольные и порошковые системы пожаротушения .....   | 22 |
| 1.3.4 Водяная система автоматического пожаротушения .....  | 23 |
| 2 Описание предприятие ООО «Томлесдрев» .....  | 25 |
| 2.1 Краткая характеристика ООО «Томлесдрев» .....  | 25 |
| 2.2 Виды деятельности ООО «Томлесдрев» .....   | 28 |
| 2.3 Транспортный цех и его деятельность .....  | 29 |
| 2.4 Обеспечение пожарной безопасности в транспортном цехе .....  | 31 |
| 3. Расчет автоматической установки газового пожаротушения транспортного цеха .....                             | 33 |
| 3.1 Основные характеристики защищаемого помещения .....  | 33 |
| 3.2 Расчет параметров модульной установки газового пожаротушения .....   | 36 |
| 3.4 Расчет площади дополнительного проема в помещении для сброса избыточного давления.....                     | 39 |
| 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....  | 43 |
| 4.1 Оценка прямого ущерба.....   | 43 |
| 4.2 Оценка косвенного ущерба.....  | 47 |
| 5. Социальная ответственность .....  | 53 |
| 5.1 Описание рабочего места работника .....  | 53 |
| 5.1.1 Токсичные соединения выхлопных газов (CO <sub>2</sub> , CO, оксиды азота, свинец и его соединения) ..... | 55 |
| 5.1.2 Вредное значение шума .....  | 56 |
| 5.1.3 Недостаточное освещенность.....  | 57 |

|   |    |
|---|----|
| 5.2 Микроклимат.....  | 60 |
| 5.3 Охрана окружающей среды .....                                     | 64 |
| 5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ..... | 64 |
| Заключение .....  | 66 |
| Список использованных источников .....                                | 67 |
| Приложение А .....  | 73 |
| Приложение Б.....   | 74 |
| Приложение В.....   | 75 |
| Приложение Г .....  | 76 |
| Приложение Д.....   | 77 |
| Приложение Е.....   | 78 |

## Введение

Повышенная пожароопасность деревообрабатывающих производств объясняется тем, что в них сосредотачивается значительное количество горючих материалов в виде досок, заготовок, деталей готовых изделий и особенно легкогорючих отходов (стружек, опилок, пыли, коры и др.).

Наибольшей пожароопасностью отличаются цехи вторичной обработки древесины, например машинные, столярно-сборочные, модельные, шлифовальные и другие, где обрабатывают просушенную древесину. Пожарная опасность в значительной мере зависит от характера технологического процесса. Например, строгание, фрезерование и шлифование древесины более пожароопасны по сравнению с пилением на лесопильных рамах, так как они сопровождаются образованием сухих тонких стружек и мелкой пыли.

Опасность заключается в том, что сухие мелкие отходы способны загораться даже от искры и, следовательно, при большом скоплении в цехах и мастерских древесины создаются условия не только для быстрого распространения огня, но и затрудняющие локализацию и ликвидацию пожара [1].

Менее опасны в пожарном отношении лесопильные, шпалорезные, лесотарные, разделочные цехи, где производится первичная обработка сырой или влажной древесины, поступающей по цепным лесотранспортерам непосредственно из реки или бассейна, либо штабелей свежесрубленных лесоматериалов.

Таким образом, пожарная опасность деревообрабатывающих предприятий зависит от специфических особенностей отдельных цехов и мастерских: степени влажности древесины; состава оборудования; характера технологического процесса; температурного режима, при котором ведется процесс, огне- и взрывоопасности вспомогательных материалов и другие [2,3].

Цель работы: разработка автоматической установки газового пожаротушения в помещении транспортного цеха ООО «Томлесдрев».

Для достижения поставленной цели, необходимо решить задачи:

1) провести обзор литературы и нормативных источников по вопросам состояния проблем обеспечения пожарной безопасности на деревообрабатывающих предприятиях;

2) дать характеристику объекта защиты транспортного цеха ООО «Томлесдрев» и оценить мероприятия объекта защиты по пожарной безопасности;

3) рассчитать параметры модульной установки газового пожаротушения для помещения транспортного цеха;

## 1 Обеспечение пожарной безопасности на деревообрабатывающих предприятиях

### 1.1 Пожароопасность деревообрабатывающих предприятий

В настоящее время деревообработка является одной из активно развивающихся отраслей промышленности. Деревообрабатывающие предприятия представляют собой производственные территории и объекты, на которых осуществляются технологические операции, связанные с сушкой сырья, раскроем, пилением, шлифованием, облицовкой, нанесением защитных покрытий и др. Количество необходимых производственных зданий, помещений, цехов определяется в зависимости от объема производства, номенклатуры и конструкции выпускаемых изделий. В качестве основного сырья выступает древесины хвойных и лиственных пород. Сырье располагается на специально отведенных производственных площадках или в отдельном производственном здании. В дальнейшем сырье подвергается механической обработке на деревообрабатывающем оборудовании. В результате этих манипуляций происходит образование большого количества древесных отходов, в виде стружек, опилок и пылей. Количество отходов зависит от вида и качества поступающего сырья, вида механической обработки, качества сушки и др.

Ориентировочное количество древесных отходов составляет: стружка – 15...19%, опилки – 9...12, обрезки концов досок – 21...33%, пыли – 3-6% (все проценты считаются от объема поступающих в переработку пиломатериалов).

Данные отходы находят широкое применение при производстве древесностружечных и древесноволокнистых плит, пеллетов [3,4].

Все описанные продукты представляют собой горючую нагрузку и являются пожароопасными материалами. Древесные материалы горючи, при определенных условиях обугливаются, тлеют, воспламеняются и горят. Однако их самовоспламенения, как правило, не происходит, поэтому для загорания

обычно требуется такой источник воспламенения, как искра, открытое пламя, горячая поверхность, тепловое излучение. Возможные источники зажигания: температура поверхности нагрева оборудования (может нагреть окружающие предметы и отходы производства до температуры самовоспламенения); перегрев движущихся деталей оборудования и механизмов (может повлечь возгорание горючих элементов оборудования); искры ударов и трения.

Электрические источники – перегрузка электрических сетей (это может быть связано с использованием оборудования или приборов, реальная мощность которых будет превышать номинальное значение, а также несвоевременная замена электропроводки в следствии ее физического износа); короткое замыкание (основной причиной возникновения коротких замыканий является нарушения изоляции электрооборудования), прямыми ударами молнии, старением изоляции, механическими повреждениями изоляции, проездом под линиями негабаритных механизмов, неудовлетворительным уходом за оборудованием.

Часто причиной повреждений в электрической части электроустановок являются неквалифицированные действия обслуживающего персонала; нарушение целостности оболочки проводки (из-за износа или повреждений); разряды статического электричества (возникают из-за накопления электрического потенциала на движущихся металлических деталях); неисправное заземление (повреждение заземляющих проводников).

Открытый огонь (в качестве простого примера можно отнести: неосторожное обращение с огнем – спички, зажигалка, а также проведение сварочных работ и использование приспособлений для обогрева).

В случае возникновения пожара важным условием его быстрого развития является наличие пути распространения пламени:

1) по пожарной нагрузке (в качестве пожарной нагрузки рассматриваются места складирования древесной продукции, кроме этого, в качестве пожароопасного материала выступает стружка и опилки, которые образуются в результате механической обработки древесины.);

2) по проводке (так как для защиты металлической основы проводов используется изоляционная оболочка, представляющая собой поливинилхлорид, который в случае способствуют равномерному устойчивому горению и движению пламени);

3) по оборудованию (каждый станок содержит большое количество сгораемых элементов, масла и т.д.);

4) по отходам производства (стружка, пыль, опилки, - это едва ли не самые хорошо горючие материалы в данном цехе);

5) по отделке (хоть отделочных материалов в данном объекте не слишком много нельзя полностью исключать такой путь распространения пламени);

б) по вентиляции (зачастую в ней скапливается большое количество пыли, по которой отлично распространяется пламя);

7) через проемы (открытые дверные и оконные проемы не являются препятствием для распространения огня) [5].

Во всех представленных случаях угрозу быстрого распространения огня возможно снизить. При этом необходимо лишь четче следовать требованиям норм и проводить профилактические мероприятия, которые обеспечат даже в случае возникновения пожара его локализацию в пределах отделения и не дадут возможность распространения огня в соседние отделения цеха.

Таким образом, проведенный анализ дает четкое представление о пожарной опасности деревообрабатывающего предприятия. Кроме того, транспортные цеха также представляют собой пожарную опасность. Все виды автотранспортных помещений – это в первую очередь место сосредоточения мощной пожарной нагрузки. Современное транспортное средство представляет собой передвижную концентрированную пожарную нагрузку, состоящую из легковоспламеняющихся жидкостей, горючих жидкостей, пластмасс, полипропилена, электрических проводов, тканей и т.д. Среднее время горения автомобиля составляет не более 30 мин [6]. Исходя из этого, время развития пожара связано со значениями показателей пожароопасности материалов,

которые составляют пожарную нагрузку транспортного средства. В транспортных цехах сконцентрировано огромное количество транспортных средств, при горении одного автомобиля может возникнуть цепная реакция, и пожаром будут охвачены все близстоящие автомобили. При возникновении пожара на таких объектах зачастую выгорает несколько транспортных средств, принося немалый материальный ущерб. Чаще всего возникновение пожаров на территориях автостоянок обусловлено техногенными и человеческими факторами [7-8].

## 1.2 Анализ нормативных документов по обеспечению пожарной безопасности

Основными нормативными правовыми актами, регламентирующими требования по обеспечению объектов защиты системами противопожарной защиты и системами оповещения о пожаре, являются:

- Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
- Постановление Правительства Российской Федерации от 25.04.2012 №390 «О противопожарном режиме»;
- Приказ МЧС РФ от 18.06.2003 № 315 «Об утверждении норм пожарной безопасности «Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией» (НЛБ 11003)» (для зданий, введенных в эксплуатацию до 2009 года);
- Приказ МЧС России от 25.03.2009 № 175 «Об утверждении свода правил «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования»;
- Приказ МЧС РФ от 20.06.2003 № 323 «Об утверждении норм пожарной безопасности «Проектирование систем оповещения людей о пожаре

в зданиях и сооружениях» (НПБ 104-03))» (для зданий, введенных в эксплуатацию до 2009 года);

– Приказ МЧС РФ от 25.03.2009 № 173 «Об утверждении свода правил «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах. Требования пожарной безопасности».

Основным регламентирующим документом в области обеспечения зданий и сооружений системами оповещения и управления эвакуацией является «СП 3.13130.2009. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности». Данный документ разработан в соответствии со статьей 84 Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», является нормативным документом по пожарной безопасности в области стандартизации добровольного применения и устанавливает требования пожарной безопасности к системам оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах в зданиях, сооружениях и строениях.

Основным регламентирующим документом в области обеспечения зданий и сооружений автоматическими установками пожаротушения и управления пожарной автоматикой является СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» [15].

Нормативно-правовые акты, для обеспечения противопожарной защиты социально значимых объектов, предусматривают выполнение следующих организационных мероприятий:

– объекты защиты должны быть оборудованы системами автоматической пожарной сигнализацией, системами оповещения, огнетушителями и управления эвакуацией при пожаре;

– каждый объект защиты должен иметь систему обеспечения пожарной безопасности;

– в производственных помещениях имеется нормативное количество передвижных и ручных огнетушителей [9,10,11].

Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты включает в себя систему предотвращения пожара, систему противопожарной защиты, комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности. В отношении каждого объекта руководителем организации, в пользовании которой на праве собственности или на ином законном основании он находится, утверждается инструкция о мерах пожарной безопасности. Лица допускаются к работе на объекте только после прохождения обучения мерам пожарной безопасности. Руководитель организации назначает лицо, ответственное за пожарную безопасность, которое обеспечивает соблюдение ее требований [12,13].

В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 25.04.2012 №390 «О противопожарном режиме» руководитель организации обеспечивает проведение регламентных работ по техническому обслуживанию и планово-предупредительному ремонту систем противопожарной защиты зданий и сооружений. В соответствии с Федеральным законом от 4.05.2011 № 99-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности» деятельность по монтажу, техническому обслуживанию и ремонту средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений подлежит лицензированию и осуществляется организациями, имеющими лицензии на данный вид деятельности. В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 25.04.2012 № 390 «О противопожарном режиме» руководитель организации организует проверку состояния огнезащитной обработки (пропитки) не реже одного раза в год [14,15,16].

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 30.12.2011 № 1225 «О лицензировании деятельности по монтажу, техническому обслуживанию и ремонту средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений» выполнение работ по огнезащите материалов, изделий и

конструкций входит в перечень работ и услуг, составляющих деятельность по монтажу, техническому обслуживанию и ремонту средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений. Установленные в соответствии с требованиями нормативными правовыми актами РФ системы мониторинга удастся сократить время обнаружения пожара и время прибытия пожарных подразделений к месту вызова, что в свою очередь, даст возможность провести более оперативные и эффективные мероприятия по спасению людей и снижено материального ущерба от пожаров.

### 1.3 Анализ и классификация автоматических систем пожаротушения

Автоматическая установка пожаротушения – установка пожаротушения, автоматически срабатывающая при превышении контролируемым фактором (факторами) пожара установленных пороговых значений в защищаемой зоне [17]. Автоматические установки пожаротушения, как правило, проектируются с учетом СП 5.13130, ГОСТ 53325 [22] и других нормативных документов, действующих в этой области, а также строительных особенностей защищаемых зданий, помещений и сооружений, возможности и условий применения огнетушащих веществ исходя из характера технологического процесса производства. Необходимо добавить, что данный тип оборудования может выполнять и функции автоматической пожарной сигнализации [18,19]. С учетом пожарной опасности и физико-химических свойств производимых, хранимых и применяемых веществ и материалов необходимо выбирать тип установки и огнетушащее вещество.

Классификацию автоматических систем пожаротушения производят по типу огнетушащего вещества:

– газовое пожаротушение. В системах применяют аргон, хладон (23, 125, 218, 227е, 318ц), азот, CO<sub>2</sub>, шестифосфорная сера, NOVEC 1230, двуокись углерода, аргон, инерген и т.д;

- водяная система пожаротушения (вода, водяной пар), пенное и водно-пенное автоматическое пожаротушение, системы тонкодисперсного распыления воды;
- системы порошкового пожаротушения.
- аэрозольные автоматические системы пожаротушения.
- комбинированные автоматические системы пожаротушения.

### 1.3.1 Газовые системы автоматического пожаротушения

Автоматические системы газового пожаротушения являются наиболее дорогими, но и одними из самых перспективных систем пожаротушения. Дело в том, что применение специальных газов наносит минимальный вред имуществу, которое находится в зоне возгорания. Кроме того, применение газов полностью исключает возникновение короткого замыкания в системе электропроводки, что также важно в современных зданиях и сооружениях. О том ущербе, который может нанести другие системы автоматического пожаротушения (водяные, порошковые, и прочие) в результате ложного срабатывания даже не приходится говорить [20]. Газовые системы автоматического пожаротушения бывают центрального и модульного типа. Состоят такие системы из подающего газопровода с специальными насадками, системы обнаружения очага возгорания, ресиверов для хранения газа, заправочной станции, блоков управления системой (датчики, система бесперебойного электроснабжения, система связи и т.д.). Кроме того, что газ вытесняет кислород из зоны возгорания, он при выходе из газовой магистрали имеет свойство понижать температуру окружающей среды, что позволяет более эффективно бороться с огнем. Газовые установки пожаротушения могут использоваться при температуре от  $-45$  до  $+55$  градусов. Современные газы, которые разработаны для применения в системах автоматического пожаротушения, позволяют людям находиться в зоне использования газа, что

позволяет не только проводить эвакуацию персонала из зоны возгорания, но и вести борьбу с огнем. К таким газам можно отнести инерген [21].

К недостаткам подобных систем пожаротушения можно отнести жесткие требования к герметичности системы пожаротушения и требования к максимальной герметичности помещений, где смонтированы подобные установки. В противном случае данные системы пожаротушения окажутся не эффективными. Также не эффективны газовые системы пожаротушения в тех местах, где могут находиться вещества, способные гореть без доступа кислорода, самовозгорающиеся, при тушении разного рода порошковых металлов (титан, натрий и т.д.) [20,21].

### 1.3.2 Пенные системы пожаротушения

Пенные установки пожаротушения используются преимущественно для тушения легко воспламеняющихся жидкостей и горючих жидкостей в резервуарах, горючих веществ и нефтепродуктов, расположенных как внутри зданий, так и вне их. Дренчерные установки пенного АПТ применяются для защиты локальных зон зданий, электроаппаратов, трансформаторов. Спринклерные и дренчерные установки водяного и пенного пожаротушения имеют достаточно близкое назначение и устройство. Особенность пенных установок АПТ – наличие резервуара с пенообразователем и дозирующих устройств при раздельном хранении компонентов огнетушащего вещества [21].

Применяются следующие дозирующие устройства:

- насосы-дозаторы, обеспечивающие подачу пенообразователя в трубопровод;
- автоматические дозаторы с трубой Вентури и диафрагменно-плунжерным регулятором (при увеличении расхода воды возрастает перепад давления в трубе Вентури, регулятор обеспечивает подачу дополнительного количества пенообразователя);
- пеносмесители эжекторного типа;

- баки-дозаторы, использующие перепад давления, создаваемый трубой Вентури.

Другая отличительная особенность установок пенного пожаротушения применение пенных оросителей или генераторов.

Существует ряд недостатков, присущих всем системам водяного и пенного пожаротушения:

- зависимость от источников водоснабжения;
- сложность тушения помещений с электроустановками;
- сложность технического обслуживания;
- большой, а часто невозможный, ущерб защищаемому зданию [22].

Из этого следует, что при выборе системы необходимо исходить из класса объекта пожаротушения, а также технических условий в которых будут установлены пенные (водяные) системы пожаротушения, не забывая учитывать постоянный доступ к источникам воды.

### 1.3.3 Аэрозольные и порошковые системы пожаротушения

Полученная информация используется как в автономных системах пожаротушения, так и в мобильных средствах. Автономные системы пожаротушения, в которых используется порошок в качестве гасящего состава оснащают высокочувствительными датчиками, которые позволяют локализовать очаг возгорания на самых начальных стадиях [23]. К недостаткам таких систем относится тот факт, что по прошествии определенного периода времени нужно менять порошок, так как он имеет свойство слеживаться. Также запрещено устанавливать аэрозольные системы пожаротушения в помещениях, которые персонал не может покинуть до начала работы подобных установок, в местах большого скопления народа, в сооружениях 3 и ниже степенях огнестойкости [24].

### 1.3.4 Водяная система автоматического пожаротушения

Водяные системы автоматического пожаротушения являются наиболее распространенными в силу их достаточно низкой стоимости и высокой эффективности. Водные системы делятся в свою очередь на:

- установки для тушения локальных участков возгорания (спринклерные установки пожаротушения);
- установки для тушения пожара по всей территории объекта (дренчерные системы тушения пожара).

Локальные (спринклерные) системы пожаротушения срабатывают непосредственно на участке возгорания, узлы распыления воды в таких системах бывают «сухого» и «мокрого» типа. Это зависит от специфики объекта –отапливаемое, либо не отапливаемое помещение. Данные системы обладают слабой чувствительностью. Дренчерные системы пожаротушения часто применяют в производственных цехах, на складах [22]. В настоящее время появились специальные распылители, которые не просто разбрызгивают воду, а создают водяной туман, что позволяет эффективно бороться с очагами возгорания. Однако водные системы пожаротушения имеют один недостаток - ограничение сфер применения. Есть целый ряд материалов, которые нельзя тушить водой. Гораздо меньше ограничений имеют пенообразующие системы. Такими системами оборудуют нефтехранилища, заводы по производству и переработке нефти, спирта, различные химические производства.

В заключение отметим, что, согласно нормативной документации, тип установки пожаротушения, способ тушения и огнетушащее вещество для каждого конкретного объекта определяется лицензированной организацией-проектировщиком с учетом пожарной опасности и физико-химических свойств производимых, хранимых и применяемых веществ и материалов, а также особенностей защищаемого оборудования и строительных конструкций. Кроме того, нельзя принять окончательное решение о выборе системы пожаротушения без учета стоимости монтажа пожарной автоматики – электрических систем,

управляющих пожаротушением. Остро стоит вопрос интеграции систем пожарной безопасности с инженерными системами зданий и помещений: вентиляцией, дымоудалением, системой контроля и управления доступом, лифтовым хозяйством и электроснабжением [25].

## 2 Описание предприятие ООО «Томлесдрев»

### 2.1 Краткая характеристика ООО «Томлесдрев»

ООО «Томлесдрев» – это ведущее лесоперерабатывающее предприятие Томской области, приоритетным направлением которого является комплексная переработка древесины: производство ДСП, ЛДСП и пиломатериалов. ООО «Томлесдрев» имеет линейно-функциональную организационную структуру управления. Руководителем является исполнительный директор. В состав организации входит множество структурных подразделений (Приложение А). К ним относятся: службы, отделы, цеха, участки. Структура управления является сложной, характеризуется функциональным подчинением.

Также ООО «Томлесдрев» взаимодействует с несколькими юридическими лицами, за счет которых осуществляется полный производственный цикл. Точнее в производственном цикле бизнес-процессы разделены на несколько организаций.

На территории Томской области, а именно в Первомайском районе находятся две организации, которые заготавливают сырьё для производств ДСП и ЛДСП в ООО «Томлесдрев»:

ООО «Чичкаюльский ЛПХ» – леспромхоз, находящийся в поселке Орехово, занимается преимущественно заготовкой и вывозкой древесины.

ООО «Чулымлес» – леспромхоз (нижний склад), находящийся в поселке Новый, занимается преимущественно разделкой, переработкой и отгрузкой материалов.

Томская площадка включает в себя не только ООО «Томлесдрев», но и следующие организации:

ООО «Актив» – организация, которая занимается административно-управленческими функциями, обеспечиваю соответствующие процессы.

ООО «Руском» – организация, осуществляющая деятельность в сфере информационных технологий, реализовывает программное и компьютерное обеспечение, коммуникационные структуры и техническую поддержку.

ООО "ТЛД Экспо" – является официальным торговым представителем ООО «Томлесдрев». Данная организация занимается сбытом продукции и маркетинговой составляющей производства.

ООО "Грейс" – основная деятельность данной организации заключается в осуществлении перевозки поступающих и отгружаемых грузов за счет железнодорожного транспорта.

Климат рассматриваемого района относится к континентальному типу с теплым летом и холодной зимой и равномерным увлажнением. Равнинность рельефа и открытость территории краевой части Западносибирской равнины с севера на юг способствуют свободному проникновению воздушных масс, как из Арктики, так и из Средней Азии. Это является причиной резких изменений всех элементов погоды в сравнительно короткие периоды времени.

Амплитуда среднемесячной температуры воздуха между январем, и июлем составляет 35,8 °С, Самым холодным месяцем является январь (среднемесячная температура воздуха – 17 °С). Самый теплый месяц – июль. В этот период устанавливается относительно устойчивая среднемесячная температура 17–18°С. Безморозный период составляет 102–125 дней.

По количеству атмосферных осадков большая часть территории Томской области относится к зоне достаточного и избыточного увлажнения. Наибольшее месячное количество осадков приходится на июнь, июль или август, наименьшее – на февраль, в общем, на территории области выпадает в среднем 450-500 мм осадков в год. В отдельные годы количество осадков достигает 600 мм. Снеговой покров устанавливается в конце октября – начале ноября и продолжается до последней декады апреля. Высота снежного покрова 50-60 см.

Грозы бывают в Томске в среднем 24 раза в год, начинаются в конце апреля и заканчиваются в октябре, Грозы достаточно сильные из-за серьезного различия температур воздушных масс с Средней Азией и Севера Западносибирской равнины с Васюганским болотами, их основная часть выпадает на вечернее время.

Рассматриваемый район располагается в зоне преобладания ветров южного и юго-западного направлений. Средние скорости ветра составляют 2-5 м/с, иногда до 15 м/с. В зимний период бывают метели (особенно в декабре, январе, марте). Вечная мерзлота и аномальные геокриологические явления в районе размещения объекта отсутствуют. Глубина промерзания грунта достигает 2,3 м. Опасных геологических процессов в виде оползней, обвалов, карстов, селевых потоков, не наблюдалось.

Объект расположен на значительной возвышенности относительно природных водоемов. Вероятность затопления отсутствует. Площадка предприятия с севера граничит с территорией ЛИК, на которой расположено ООО «Провансаль», расстояние до ООО «Провансаль» (производство растительного масла, майонеза) составляет 200 м; с южной стороны от предприятия находится жилая зона на расстоянии 300 м; с западной стороны территория ограничена р. Томь; с восточной стороны предприятия находятся пустыри, лесные массивы и заброшенные здания завода ЖБИ. На расстоянии около 1 км в восточном направлении находятся предприятия северной промзоны г. Томска (деревообрабатывающий завод ДФЗ-3, управление механизации (УМ), строительно-монтажный поезд СМП-735, ЖБИ-27, ПО «Основание»).

Штатная численность персонала предприятия ООО «Томлесдрев» составляет 969 человек, Режим работы предприятия круглосуточный, трехсменный. Численность наибольшей работающей смены (НРС) – 537 человек, наименьшей – 165 человек.

Распределение численности, по сменам в течение суток составляет:

– с 08.00 до 17.00 – 538 человек;

– с 17.00 до 08,00 – 165 человек.

## 2.2 Виды деятельности ООО «Томлесдрев»

К основным производственным цехам относятся:

1. Цех приготовления щепы, где осуществляется прием, хранение и подготовка щепы. Готовая продукция цеха в виде сортиментов крупной и мелкой фракции.

2. Отделение приготовления стружки, к котором происходит измельчение щепы. Далее стружка из стружечных станков скребковыми транспортерами направляется в вертикальные бункеры над сушилками.

3. Сушильное отделение. Сушка стружки происходит в трехходовых барабанах, до остаточной влажности 2-0,5 %. В качестве сушильного агрегата применяются топочные газы от сжигания природного газа. Из сушильных барабанов стружка вентилятором нагревается в циклоны, где отделяется от поточных газов, скребковыми транспортерами подается на механические сортировки.

4. Перерабатывающие цехи (отделение сортировки стружки, отделение горячего пресса, линия отделки, производство смол для ДСП, ламинирование древесностружечных плит и другие), в которых измельченная щепа, поступающие из цеха линии импрегнирования, подвергаются дальнейшей переработке. Готовой продукцией этих цехов являются плиты ДСП и ЛДСП.

К вспомогательным производствам относятся: заточный участок цеха ДСП, ремонтно-механическая служба, ремонтно-механический цех, котельная, электроремонтный участок, цех инженерных коммуникаций, транспортный цех и другие.

## 2.3 Транспортный цех и его деятельность

Основной задачей организации и функционирования транспортного цеха на предприятии является своевременное и бесперебойное обслуживание производства транспортными средствами по перемещению грузов в ходе производственного процесса. Осуществление эксплуатации, технического обслуживания, ремонта и учета работы средств транспорта и механизации в строгом соответствии с действующими нормативными документами. Транспортный цех является структурным подразделением предприятия. Непосредственное руководство осуществляет – начальник транспортной службы.

Начальник службы механик участка (эксплуатации) – организация работы автопарка предприятия: Приобретение и списание транспортных средств, ремонт и ТО автотранспорта, поиск и приобретение комплектующих, закупка и установка оборудования для ремонта, подбор специалистов и организация работы ремонтной службы, контроль за проведением ремонта, охрана труда и техники безопасности, получение транспортной лицензии, взаимодействие со страховыми компаниями, работа с ГИБДД, снятие, постановка на учёт автотранспорта.

Водители автомобилей – квалифицированные рабочие, управляющие разными видами транспорта, в число которых входят легковые и грузовые автомобили.

Слесарь по ремонту автомобилей – выполняет работы по обработке, сборке и починке металлических изделий, деталей автомобильной техники, техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств, проведению контроля технического состояния автомобиля.

Токарь – выполняет токарную обработку и доводку сложных деталей и инструментов, обтачивает наружные и внутренние фасонные поверхности валов, винтов. Нарезает и накатывает многозаходные резьбы различного профиля и шага.

Электро-газосварщик – выполняет работы связанные с ручной дуговой, плазменной и газовой сварки различной сложности аппаратов, деталей, узлов, конструкций, предназначенных для работы под динамическими и вибрационными нагрузками и под давлением.

Характеристика помещения транспортного цеха – здание одноэтажное объемно-планировочного решения. Принципиальная схема планировки транспортного цеха соответствует принятому технологическому процессу обслуживания автомобилей.

Здание транспортного цеха сооружено из сборных железобетонных элементов заводского изготовления. Конструктивный остов здания решался с применением унифицированной сетки колонн, принятой для промышленного строительства. Для покрытий использовались сборные предварительно напряженные железобетонные плиты, для стеновых ограждений – панели из ячеистых бетонов и керамзитобетона, для отделки – пластмассовые материалы и стеклоблоки.

Бокс для автомобилей – предназначен для хранения смешанного подвижного состава автомобильного транспорта в закрытом теплом помещении. Рабочие ворота в бокс установлены с воздушными завесами. В помещении производится запуск двигателей и при этом с продуктами сгорания выделяются вредные газы, поэтому установлена усиленная вентиляция, которая снижает концентрацию газов в воздухе до предельно допустимой.

Сварочный бокс – это производственное помещение, в котором проводятся различные операции с использованием широкого ряда разноплановых материалов. Схема расположения оборудования строго регламентирована нормами и правилами техники безопасности. Планировка определяет безопасность, удобство передвижения персонала, перемещения деталей, узлов и готовой продукции. Прочность и твердость пола в сварочном боксе - одно из основных условий – он должен быть отделан нескользящим

огнестойким материалом. Вентиляция сварочного бокса – наиважнейшая составляющая и одно из главных требований.

Ремонтный бокс – предназначен для решения разноплановых задач. В распоряжении слесаря по ремонту автомобилей имеется ручной инструмент хорошего качества в широком ассортименте, пневматический и специальный инструмент, расходный материал. Среди оборудования можно выделить следующие необходимые устройства:

- компактные автомобильные подъемники различных видов, облегчающие работу слесаря вследствие улучшения доступа к узлам, агрегатам транспортного средства;
- шиномонтажные, балансировочные системы;
- современные контрольно-измерительные приборы для контроля технологических процессов автомобиля, цифровые диагностические системы;
- компрессоры, пневматические линии, обеспечивающие доставку сжатого воздуха в рабочую зону;
- оборудование, облегчающее обслуживание, ремонт грузового транспорта.

Душевая – санитарно-бытовое помещение – определяются с учетом заданной пропускной способностью, которая зависит от общего количества работников и от условий их труда. Полы выполнены из влагостойких, нескользких материалов, светлых тонов, а стены и перегородки – облицованы на высоту 1,8 м влагостойкими, светлых тонов материалами, легко очищающимися и моющимися горячей водой.

#### 2.4 Обеспечение пожарной безопасности в транспортном цехе

Обеспечение пожарной безопасности в транспортном цехе, осуществляет блок приемно-контрольный охранно-пожарный Сигнал-20П - система пороговой пожарной сигнализации, на основе пожарных неадресных

извещателей ИП 212-83СМ, контакторов и сигнализаторов с нормально-замкнутыми или нормально-разомкнутыми контактами с двумя рабочими показателями – «норма» и «пожар». Срабатывание системы происходит при пороговом значении контролируемого параметра (задымленность, температура). Порог срабатывания варьируется в зависимости от помещения и модели устройства. Датчики пороговой системы объединяются в шлейф. При срабатывании любого из датчиков происходит изменение электрических характеристик линии связи сигнализации. То есть система не определяет, какой конкретно датчик вызвал срабатывание (уровень локализации – одна линия связи). В каждом помещении транспортного цеха установлено два дымовых извещателя, под перекрытием или на несущих конструкциях (колонны, стены).

Оповещение и управление эвакуацией людей обеспечивается путем подачи звукового сигнала через оповещатель Гром 24.

Панель управления пороговой пожарной сигнализации занимается обработкой сигналов с датчиком, передает сигнал на пульт пожарной службы.

Непрерывную работу всей системы пожарной безопасности в транспортном цехе обеспечивает система питания, осуществляемая от электроподстанции распределительного устройства (РУ) =0,4кВ, являющейся низковольтной составляющей подстанции ТП - 2612 П/С Магистральная Ф 7 по 2-м фидерам.

Водоснабжение транспортного цеха осуществляется через водовод от централизованной сети водоснабжения. Пожарные краны оборудованы стволами «РС-50» и рукавами диаметром 51.

В здании транспортного цеха осуществляется естественная вентиляция и механическая, которая работает на подачу и вытяжку воздуха в помещение. Дымоудаление из помещений осуществляется через оконные проемы, которые открываются в ручном режиме, с использованием установок вентиляции в помещениях.

### 3. Расчет автоматической установки газового пожаротушения транспортного цеха

#### 3.1 Основные характеристики защищаемого помещения

Противопожарной защите автоматической установкой газового пожаротушения подлежит помещение транспортного цеха.

Основные геометрические характеристики помещения транспортного цеха, защищаемой автоматической модульной установкой газового пожаротушения, приведены в таблице 1 и приложение Б.

Таблица 1 Геометрические характеристики транспортного цеха

| № п/п | Наименование защищаемых помещений | Занимаемая площадь, м <sup>2</sup> | Высота, м | Защищаемый объем, м <sup>3</sup> |
|-------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------|----------------------------------|
| 1     | Бокс для автомобилей              | 460                                | 4,8       | 2208                             |
| 2     | Сварочный бокс                    | 50                                 | 4,8       | 240                              |
| 3     | Ремонтный бокс                    | 151                                | 4,8       | 724,8                            |
| 4     | Душевая                           | 10                                 | 4,8       | 48                               |
| 5     | Бытовка                           | 10                                 | 4,8       | 48                               |
| 6     | Помещение пожарного поста         | 9                                  | 4,8       | 43,2                             |

Автоматическая установка газового пожаротушения модульного типа предназначена для обнаружения и тушения пожара, а также выдачи сигнала пожарной тревоги в помещение охраны с круглосуточным пребыванием дежурного персонала. (Приложение В)

Для защищаемого помещения транспортного цеха запроектирована автоматическая модульная установка газового пожаротушения. В качестве газового огнетушащего вещества (ГОТВ) используется Хладон 227ea.

Автоматическая установка газового пожаротушения состоит из двух функциональных частей:

– технологической, состоящей из модуля пожаротушения, трубной разводки и насадок. Данное оборудование предназначено для хранения, выпуска ГОТВ и распыления огнетушащего вещества в защищаемое помещение; (приложение Г)

– электротехнической, состоящей из устройства обнаружения возгорания и формирования командного импульса на вскрытие запорно-пускового устройства модуля, а также контроля состояния установки в дежурном режиме. Электротехническая часть управления установкой пожаротушения состоит из прибора приемно-контрольного и управления пожарного ППКУП «С2000-АСПТ», дымового оптико-электронного пожарного извещателя ИП212-58 и извещателя пожарного ручного ИПР-513-3М.(приложение Д)

Электропитание автоматической установки газового пожаротушения предусмотрено от двух независимых источников электроснабжения. Вторым источником электроснабжения проектом предусмотрена аккумуляторная батарея, обеспечивающая работоспособность установки не менее 2А часов в дежурном режиме и не менее 3 часов в режиме пожара или неисправности.

Электроуправление установкой пожаротушения обеспечивает:

- автоматический пуск;
- отключение и восстановление режима автоматического пуска;
- электроснабжение от встроенного аккумулятора при исчезновении напряжения на рабочем вводе;

- контроль целостности цепи пуска пожаротушения, включение предупредительной тревожной сигнализации;

- контроль табло звуковой и световой сигнализации;

- отключение звуковой сигнализации;

Пуск установки пожаротушения с последующей подачей ГОТВ производится:

- в режиме автоматического пуска, при получении сигнала "ПОЖАР" от «С 2000 - АСПТ», при срабатывании не менее двух дымовых пожарных извещателей типа ИП212-58, установленных в защищаемых помещениях;

- ручной дистанционный пуск установки пожаротушения осуществляется от кнопки «ПУСК» на извещателе пожарном ручном ИПР513-

ЗМ и с пульта контроля и управления расположенного в помещении охраны объекта.

Пуск установки в автоматическом режиме осуществляется при отсутствии людей в защищаемом помещении. В случае возникновения загорания в защищаемом помещении и при срабатывании одного пожарного извещателя в шлейфе, приемно-контрольный прибор ППКУП «С2000 - АСПТ» формирует сигнал «ВНИМАНИЕ», при срабатывании второго или двух одновременно пожарных извещателей – "ПОЖАР", с одновременным формированием релейного сигнала «ПОЖАР». При этом в защищаемом помещении включаются светозвуковые табло "ГАЗ УХОДИ", установленные над выходами из защищаемого помещения. Спустя время задержки пуска – 30 секунд – приемно-контрольный прибор формирует командный импульс для электромагнитного привода на открытие запорно-пускового устройства модуля.

Срабатывание электромагнитного привода приводит к открытию запорно-пускового устройства, установленного на модуле. При этом ГОТВ из баллонов модуля поступает в трубопровод, далее к насадкам, располагаемым в защищаемых помещениях.

При поступлении ГОТВ В трубную разводку, срабатывает сигнализатор давления СДУ. После получения сигнала от СДУ, выдается сигнал на отключение светозвукового табло «ГАЗ УХОДИ» и на включение светового табло «ГАЗ НЕ ВХОДИ», установленного над входами в защищаемые помещения.

Ручной дистанционный пуск установки пожаротушения осуществляется обслуживающим персоналом. При открывании двери в защищаемое помещение, установка автоматически переходит в ручной режим пуска. При этом табло «Автоматика отключена» загорается, а в помещение охраны должен пройти сигнал «Автоматика отключена». При закрывании двери, установка остается в режиме «Ручной пуск».

Восстановление автоматического режима пуска установки осуществляется после покидания помещения обслуживающим персоналом,

закрытой двери со считывателя, установленного у входа в защищаемое помещение и с пульта контроля управления, установленного в помещении охраны. В случае возникновения пожара ручной пуск установки пожаротушения осуществляется обслуживающим персоналом при покидании защищаемого помещения и закрытой двери, путем ручного нажатия кнопки «Пуск» на извещателе пожарном ручном, расположенном у входа в защищаемое помещение.

При ручном нажатии кнопки «Пуск» на извещателе пожарном ручном, сигнал поступает на приемно-контрольный прибор Е2000-АЕПТ, который формирует сигнал на пуск установки пожаротушения по алгоритму «автоматический пуск».

Согласно правилам устройства электроустановок, установки пожарной сигнализации в части обеспечения надежности электроснабжения отнесены к электроприёмникам 1-ой категории, поэтому электропитание установки осуществляется от 2-х независимых источников электрического тока.

Необходимое электропитание, подаваемое на приборы – С2000-АСПТ от АВР напряжением – 220В, с частотой 50Гц, с мощностью 0,3 кВт. Электропитание автоматической установки газового пожаротушения предусмотрено от двух независимых источников электроснабжения. Вторым источником электроснабжения проектом предусмотрена аккумуляторная батарея, обеспечивающая работоспособность установки не менее 24 часов в дежурном режиме и не менее 3 часов в режиме пожара или неисправности.

Для обеспечения безопасности людей электрооборудование установки пожарной сигнализации должно быть заземлено (запулено) в соответствии с требованиями ПУЭ и паспортными требованиями на электрооборудование.

### 3.2 Расчет параметров модульной установки газового пожаротушения

Программа: Vector Версия: 2.0.9 Разработана: ООО "АСПТ Спецавтоматика"

Объект: «Транспортный цех»

Таблица 2 Исходные данные:

|  |   |
|--|---|
| Площадь защищаемого помещения                                    | $s_p = 693.7 \text{ м}^2$                       |
| Высота помещения над полом                                       | $h = 4.8 \text{ м}$                             |
| Дополнительный объем для тушения                                 | $d_{opv} = 0 \text{ м}^3$                       |
| Минимальная температура в помещении                              | $t_m = 18^\circ \text{ C}$                      |
| Высота помещения над уровнем моря                                | $h_m = \text{От } 0 \text{ до } 1000 \text{ м}$ |
| Площадь открытых проемов в помещении                             | $f_s = 0.09 \text{ м}^2$                        |
| Параметр П, учитывающий расположение проемов по высоте помещения | $p_{aramp} = 0,4$                               |
| Максимально допустимое избыточное давление в помещении           | $p_{iz} = 0,003 \text{ МПа}$                    |
| Газовое огнетушащее вещество (ГОТВ)                              | Хладон 227еа                                    |
| Плотность паров огнетушащего газа                                | $r_0 = 7,28 \text{ кг/ м}^3$                    |
| Нормативное время подачи ГОТВ                                    | $t_p = 10 \text{ с}$                            |
| Класс ожидаемого пожара в помещении                              | A2  |
| Норма огнетушащей концентрации паров ГОТВ                        | $c_n = 7,2\%(\text{об})$                        |
| Тип модуля газового пожаротушения                                | МПХ(55-180-50)                                  |
| Коэффициент загрузки баллона модуля, кг/л                        | $k_z = 1,1$                                     |

Расчет массы ГОТВ и количества модулей

Расчет массы ГОТВ при тушении огнетушащим веществом типа Хладон 227еа, являющимся сжиженным газом, производится соответствии с приложением Е

СП 5.13130.2009 по формуле:

$$m_p = (s_p h + d_{opv}) r_1 (1 + k_2) \frac{c_n}{100 - c_n}$$

где коэффициент  $k_2$ , учитывающий потери ГОТВ через проемы помещения, составляет:

$$k_2 = p_{aramp} \cdot \frac{f_s}{s_p \cdot h + d_{opv}} \cdot t_p \cdot \sqrt{h} = 0$$

Плотность паров огнетушащего газа при заданной минимальной температуре в помещении и высоте над уровнем моря составляет:

$$r_1 = r_0 \cdot k_3 \cdot \frac{293}{273 + t_m} = 7,33 \text{ кг/м}^3$$

где коэффициент  $k_3$ , учитывающий высоту расположения помещения над уровнем моря от 0 до 1000 м, равен 1.

Таким образом, количество ГОТВ, которое необходимо подать в защищаемое помещение, равно:

$$m_p = (693,7 \cdot 4,8 + 0) \cdot 7,33 \cdot (1 + 0) \cdot \frac{7,2}{100 - 7,2} \cdot 1 = 1897 \text{ кг}$$

Расчетная масса ГОТВ, которая должна храниться в установке, равна:

$$m_g = k_1 \cdot (m_p + m_{tr} + n \cdot m_1)$$

где коэффициент  $k_1 = 1,05$  учитывает утечки ГОТВ из модулей в дежурном режиме,

$m_{tr}$  - масса остатка ГОТВ в трубах,  $n \cdot m_1$  - масса остатка ГОТВ в модулях ( $n$  - количество модулей,  $m_1 = 0,6$  кг - максимальная масса остатка ГОТВ в модуле по технической документации).

Масса остатка ГОТВ в трубах  $m_{tr} = o_{btr} \cdot r_1$ , где  $r_1 = 7,33$  (см. выше) и  $o_{btr} = 1302,21$  л - объем труб (см. результаты расчета параметров трубопроводной системы и времени подачи ГОТВ).

Таким образом, масса остатка ГОТВ в трубах составляет:

$$m_{tr} = 1302,21 : 1000 \cdot 7,33 = 9,55 \text{ кг}$$

Нормативная расчетная масса ГОТВ, предназначенная для хранения в установке, составляет:

$$m_{gn} = 1,05 \cdot (1897 + 9,55 + 19 \cdot 0,6) = 2013 \text{ кг.}$$

Для тушения пожара в защищаемом помещении в данном расчете приняты модули типа МПХ (55- 180 -50) в кол.  $n = 19$  шт., с суммарным содержанием ГОТВ  $m_g = 2413$  кг. Из этого количества для выпуска в помещение с учетом утечек из модулей в дежурном режиме и остатков газа в модулях и трубах предназначено ГОТВ в количестве:

$$m_{pv} = \frac{m_g}{1,05 - m_{tr} - m_1 \cdot n}$$

$$m_{pv} = \frac{2413}{1,05 - 9,55 - 0,6 \cdot 19} = 2291 \text{ кг}$$

Поскольку это значение не меньше нормативного значения  $m_p = 1897$  кг, нормативное тушение пожара в защищаемом помещении обеспечивается.

### 3.4 Расчет площади дополнительного проема в помещении для сброса избыточного давления

Площадь дополнительного проема для сброса избыточного давления определяется по приложению 3 СП 5.13130.2009 по формуле:

$$F_c \geq \frac{1,2 \cdot k_3 \cdot m_q}{0,7 \cdot 1,05 \cdot t_{pd} \cdot r_1} \cdot \sqrt{\frac{r_b}{7 \cdot 10^6 \cdot p_a \cdot \left[ \frac{p_{iz} + p_a}{p_a} \right] - 1}} - f_s$$

При этом коэффициент, учитывающий изменение давления при подаче огнетушащего газа типа Хладон 227ea  $k_3 = 1$ , плотность воздуха:

- $r_b = 1,2 \cdot k_2 = 1,2 \text{ кг/м}^3$
- время подачи ГОТВ  $t_{pd} = 9,4\text{с}$  и атмосферное давление:
- $p_a = 0,1 \cdot k_2 = 0,1 \text{ МПа}$  (с учетом высоты над уровнем моря).

Коэффициент  $k_2$ , учитывающий высоту расположения помещения над уровнем моря 1000 м, равен 1. Таким образом, расчетная площадь проема составляет:

$$F_c \geq \frac{1,2 \cdot 1 \cdot 2413}{0,7 \cdot 1,05 \cdot 9,4 \cdot 7,324} \cdot \sqrt{\frac{1,2}{7 \cdot 10^6 \cdot 0,1 \cdot \left[ \frac{0,003 + 0,1}{0,1} \right] - 1}} - 0,09 = 0,723 \text{ м}^2$$

Результаты расчета параметров трубопроводной системы и времени подачи огнетушащего газа в помещения программой Vector 2.0.9

Таблица 3 Исходные данные:

|  |        |
|--|--------|
| Общий защищаемый объем, м <sup>3</sup> :         | 3329.7 |
| Расчетная масса огнетушащего газа в модулях, кг: | 2413   |
| Количество модулей газового пожаротушения:       | 19     |

|  |                    |
|--|--------------------|
| Газ-вытеснитель в модулях:   | Азот               |
| Избыточное давление в модулях, МПа:  | 4.2                |
| Трубы по:<br>(используется основанный на ГОСТ 8734-75<br>совмещенный набор труб, дополненный трубами из<br>ГОСТ 8732-78) | ГОСТ 8734-75(совм) |
| Насадки типа   | А-Н-001-002        |
| Данные рукавов высокого давления РВД 50-У, соединяющих баллоны модулей<br>тушения с остальной трубной системой           |                    |
| длина, м   | 0,59               |
| перепад высот, м   | 0,5                |
| диаметр, мм  | 50                 |

Таблица 4 Расчетные значения трубной разводки и насадок

| Номер участка | Труба участка       |          |                  | Давление перед насадкой, МПа | Суммарная площадь отвода насадок в конце участка, мм <sup>2</sup> | Расчетный расход ГОВТ через насадку, кг. |
|---------------|---------------------|----------|------------------|------------------------------|---|--|
|               | Обозначение по ГОСТ | Длина, м | Перепад высот, м |                              |   |  |
| 1             | 140x5               | 1        | 0                |                              |   |  |
| 2             | 140x5               | 4,0      | 4,0              |                              |   |  |
| 3             | 140x5               | 0,5      | 0                |                              |   |  |
| 4             | 57x3                | 7,5      | 0                |                              |   |  |
| 5             | 48x3                | 2        | 0                |                              |   |  |
| 6             | 32x3                | 2,25     | 0                |                              |   |  |
| 7             | 28x3                | 0.02     | -0.02            | 0.5                          | 170   | 16.44                                    |
| 8             | 48x3                | 4        | 0                |                              |   |  |
| 9             | 32x3                | 0,3      | 0                |                              |   |  |
| 10            | 28x3                | 0.02     | -0.02            | 0.5                          | 170   | 16.44                                    |
| 11            | 48x3                | 2        | 0                |                              |   |  |
| 12            | 32x3                | 2,0      | 0                |                              |   |  |
| 13            | 28x3                | 0.02     | -0.02            | 0.5                          | 170   | 16.44                                    |
| 14            | 32x3                | 2,0      | 0                |                              |   |  |
| 15            | 28x3                | 0.02     | -0.02            | 0.5                          | 170   | 16.44                                    |
| 16            | 48x3                | 1,0      | 0                |                              |   |  |
| 17            | 32x3                | 2,30     | 0                |                              |   |  |
| 18            | 28x3                | 0.02     | -0.02            | 0.5                          | 170   | 16.44                                    |
| 19            | 48x3                | 0,7      | 0                |                              |   |  |
| 20            | 32x3                | 0,3      | 0                |                              |   |  |
| 21            | 28x3                | 0.02     | -0.02            | 0.5                          | 170   | 16.44                                    |

Продолжение таблицы 4

|    |      |       |       |       |     |       |
|----|------|-------|-------|-------|-----|-------|
| 22 | 48x3 | 2,6   | 0     |       |     |       |
| 23 | 32x3 | 1,1   | 0     |       |     |       |
| 24 | 28x3 | 0.02  | -0.02 | 0.5   | 170 | 16.44 |
| 25 | 48x3 | 2,5   | 0     |       |     |       |
| 26 | 32x3 | 1,5   | 0     |       |     |       |
| 27 | 28x3 | 0.02  | -0.02 | 0.5   | 170 | 16.44 |
| 28 | 48x3 | 5     | 0     |       |     |       |
| 29 | 32x3 | 1,5   | 0     |       |     |       |
| 30 | 28x3 | 0.02  | -0.02 | 0.5   | 170 | 16.44 |
| 31 | 32x3 | 0,3   | 0     |       |     |       |
| 32 | 28x3 | 0.02  | -0.02 | 0.5   | 170 | 16.44 |
| 33 | 57x3 | 24,30 | 0     |       |     |       |
| 34 | 48x3 | 7,5   | 0     |       |     |       |
| 35 | 48x3 | 2,5   | 0     |       |     |       |
| 36 | 32x3 | 3,5   | 0     |       |     |       |
| 37 | 32x3 | 1,5   | 0     |       |     |       |
| 38 | 28x3 | 0.02  | -0.02 | 0.976 | 260 | 55.08 |
| 39 | 32x3 | 1,5   | 0     |       |     |       |
| 40 | 28x3 | 0.02  | -0.02 | 0.976 | 260 | 55.08 |
| 41 | 32x3 | 3,5   | 0     |       |     |       |
| 42 | 32x3 | 1,5   | 0     |       |     |       |
| 43 | 28x3 | 0.02  | -0.02 | 0.976 | 260 | 55.08 |
| 44 | 32x3 | 1,5   | 0     |       |     |       |
| 45 | 28x3 | 0.02  | -0.02 | 0.976 | 260 | 55.08 |
| 46 | 48x3 | 4,5   | 0     |       |     |       |
| 47 | 32x3 | 3,5   | 0     |       |     |       |
| 48 | 32x3 | 1,5   | 0     |       |     |       |
| 49 | 28x3 | 0.02  | -0.02 | 0.976 | 260 | 55.08 |
| 50 | 32x3 | 1,5   | 0     |       |     |       |
| 51 | 28x3 | 0.02  | -0.02 | 0.976 | 260 | 55.08 |
| 52 | 32x3 | 3,5   | 0     |       |     |       |
| 53 | 32x3 | 1,5   | 0     |       |     |       |
| 54 | 28x3 | 0.02  | -0.02 | 0.976 | 260 | 55.08 |
| 55 | 32x3 | 1,5   | 0     |       |     |       |
| 56 | 28x3 | 0.02  | -0.02 | 0.976 | 260 | 55.08 |
| 57 | 48x3 | 9,0   | 0     |       |     |       |
| 58 | 32x3 | 3,5   | 0     |       |     |       |
| 59 | 32x3 | 1,5   | 0     |       |     |       |
| 60 | 28x3 | 0.02  | -0.02 | 0.976 | 260 | 55.08 |
| 61 | 32x3 | 1,5   | 0     |       |     |       |
| 62 | 28x3 | 0.02  | -0.02 | 0.976 | 260 | 55.08 |

Продолжение таблицы 4

|    |      |      |       |       |     |       |
|----|------|------|-------|-------|-----|-------|
| 63 | 32x3 | 3,5  | 0     |       |     |       |
| 64 | 32x3 | 1,5  | 0     |       |     |       |
| 65 | 28x3 | 0.02 | -0.02 | 0.976 | 260 | 55.08 |
| 66 | 32x3 | 1,5  | 0     |       |     |       |
| 67 | 28x3 | 0.02 | -0.02 | 0.976 | 260 | 55.08 |

Расчетное время подачи в помещение 95% массы расчетного значения огнетушащего газа, равно 9,4 с.

Таблица 5 Суммарное количество труб:

| Диаметр, мм | Количество, м |
|-------------|---------------|
| 140x5       | 5,5           |
| 57x3        | 31,80         |
| 48x3        | 43,3          |
| 32x3        | 52,55         |
| 28x3        | 0,44          |

Суммарный объем труб – 1302,21 л.

Количество рукавов высокого давления РВД 50-У - 19 шт.

#### 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Рассмотрим пример расчёта ущерба от возможной ЧС, которая может произойти на объекте ООО «Томлесдрев» – произошло возгорание технологического оборудования транспортного цеха.

Площадь пожара не выходит за территорию здания транспортного цеха «Томлесдрев».

Эвакуация персонала прошла успешно, пострадавших нет. Возможный полный ущерб (ПУ) на объекте будет определяться прямыми ущербами (УПР),

затратами на локализацию (ликвидацию последствий) пожара, косвенным

ущербом (УК) и затратами на отключение разрушенных коммунально-энергетических сетей. В настоящей главе представлены расчеты прямого и косвенного ущерба нанесённого предприятию в результате пожара, и расчет необходимых затрат на его тушение.

Полный ущерб, состоящий из прямого и косвенного ущербов, определяется по формуле (4.1):

$$У = У_{\text{пр}} + У_{\text{к}}, \text{ руб.} \quad (4.1)$$

где  $У_{\text{пр}}$  – прямой ущерб, руб.;

$У_{\text{к}}$  – косвенный ущерб, руб.;

##### 4.1 Оценка прямого ущерба

Оценка прямого ущерба представляет собой сумму ущерба, который наносится основным производственным фондам (ОПФ) и оборотным средствам (ОС) и определяется по формуле (4.2):

$$У_{\text{пр}} = С_{\text{ОПФ}} + С_{\text{ОС}}, \text{ руб.} \quad (4.2)$$

где  $C_{\text{ОПФ}}$  – ущерб основных производственных фондов, руб.;

$C_{\text{ОС}}$  – стоимость пострадавших оборотных средств, руб.

Основные фонды производственных предприятий складываются из материальных и вещественных ценностей производственного и непромышленного назначения, необходимых для выполнения производственными предприятиями своих функций, в нашем случае это производственное, технологическое оборудование, коммунально-энергетические сети и производственное помещение, где произошёл пожар.

Ущерб основных производственных фондов находим по формуле (4.3):

$$C_{\text{ОПФ}} = C_{\text{ТО}} + C_{\text{кэс}} + C_{\text{з}}, \text{ руб.} \quad (4.3)$$

где  $C_{\text{ТО}}$  – ущерб, нанесённый технологическому оборудованию, руб.;

$C_{\text{кэс}}$  – ущерб, нанесённый коммунально-энергетическим сетям, руб.;

$C_{\text{з}}$  – ущерб, нанесённый производственному помещению, руб..

Ущерб, нанесённый технологическому оборудованию, находим по формуле (4.4):

$$C_{\text{ТО}} = \sum G_{\text{ТО}} \cdot C_{\text{ТО.ост.}}, \text{ руб} \quad (4.4)$$

Определение относительной стоимости при пожаре, рассчитывается как отношение площади пожара к общей площади помещения объекта по формуле (4.5):

$$G_{\text{ТО}} = \frac{F_{\text{п}}}{F_{\text{о}}}, \quad (4.5)$$

где  $F_{\text{п}}$  – площадь пожара, определяемая в соответствии с рекомендациями, м<sup>2</sup>;

$F_{\text{о}}$  – площадь объекта, м<sup>2</sup>.

$$G_{\text{ТО}} = \frac{127}{693.7} = 0.18307$$

Остаточная стоимость технологического оборудования рассчитывается по формуле (4.6):

$$C_{\text{ТО.ост.}} = n_{\text{ТО}} \cdot C_{\text{ТО.б.}} \cdot \left( 1 - \frac{N_{\text{а.ТО}} \cdot T_{\text{ТО.ф}}}{100} \right), \quad (4.6)$$

где  $C_{\text{ТО.ост.}}$  – остаточная стоимость технологического оборудования, руб.;

$n_{\text{ТО}}$  – количество технологического оборудования, ед.;

$C_{\text{то.б.}}$  – балансовая стоимость технологического оборудования, руб.;

$N_{\text{а.то}}$  – норма амортизации технологического оборудования, %;

$T_{\text{то.ф.}}$  – фактический срок эксплуатации технологического оборудования,

год.

Норма амортизации технологического оборудования рассчитывается по формуле (4.7):

$$N_{\text{а.то}} = \frac{1}{T_{\text{то.ф.}}} \cdot 100 \quad (4.7)$$

$$N_{\text{а.то}} = \frac{1}{20} \cdot 100 = 5\%$$

По формуле (4.6) производим расчет остаточной стоимости технологического оборудования.

$$C_{\text{то.ост.}} = 20 \cdot 18000000 \cdot \left(1 - \frac{0,05 \cdot 20}{100}\right) = 356400000 \text{ руб.}$$

По формуле (4.4) рассчитываем ущерб, нанесённый технологическому оборудованию.

$$C_{\text{то}} = 0.18307 \cdot 356400000 = 65246148 \text{ руб.}$$

Ущерб, нанесенный коммунально-энергетическим сетям (КЭС) рассчитывается по формуле (4.8)

$$C_{\text{кэс}} = \sum G_{\text{кэс}} \cdot C_{\text{кэс.ост.}}, \text{ руб.} \quad (4.8)$$

Относительная величина ущерба при пожарах определяется путем соотнесения площади пожара к общей площади помещения объекта, и рассчитывается по формуле (4.9).

$$G_{\text{кэс}} = \frac{F_{\text{п}}}{F_{\text{о}}} \quad (4.9)$$

где  $F_{\text{п}}$  – площадь пожара, определяемая в соответствии с рекомендациями, м<sup>2</sup>;

$F_{\text{о}}$  – площадь объекта, м<sup>2</sup>.

$$G_{\text{кэс}} = \frac{125}{693.7} = 0.18307$$

Остаточная стоимость коммунально-энергетических сетей рассчитывается по формуле (4.10):

$$C_{\text{кэс.ост.}} = n_{\text{щ}} \cdot C_{\text{кэс.б.}} \cdot \left(1 - \frac{N_{\text{а.кэс}} \cdot T_{\text{кэс.ф.}}}{100}\right), \quad (4.10)$$

где  $C_{\text{кэс.ост.}}$  – остаточная стоимость коммунально-энергетических сетей, руб.;

$n_{\text{щ}}$  – количество электрощитов, подлежащих замене, ед.;

$C_{\text{кэс.б.}}$  – балансовая стоимость коммунально-энергетических сетей руб.;

$N_{\text{а.кэс}}$  – норма амортизации коммунально-энергетических сетей, %;

$T_{\text{кэс.ф.}}$  – фактический срок эксплуатации коммунально-энергетических сетей, год.

Норма амортизации коммунально-энергетических сетей рассчитывается по формуле (4.11):

$$N_{\text{а.кэс}} = \frac{1}{T_{\text{кэс.ф.}}} \cdot 100 \quad (4.11)$$

$$N_{\text{а.кэс}} = \frac{1}{24} \cdot 100 = 4.16$$

По формуле (4.10) производим расчёт остаточной стоимости коммунально-энергетических сетей.

$$C_{\text{кэс.ост.}} = 12 \cdot 1900000 \cdot \left(1 - \frac{0.0477 \cdot 24}{100}\right) = 22538985.6 \text{ руб.}$$

По формуле (4.8) найдем ущерб, нанесенный коммунально-энергетическим сетям.

$$C_{\text{кэс}} = 0,18307 \cdot 22538985 = 4126121,093 \text{ руб.}$$

Ущерб, нанесённый производственному помещению, находится по формуле (4.12):

$$C_{\text{з}} = \sum G_{\text{з}} \cdot C_{\text{з.ост.}}, \text{ руб} \quad (4.12)$$

где  $G_{\text{з}}$  – относительная величина ущерба, причинённого цеху металлообработки и покраски;

$C_{\text{з.ост.}}$  – остаточная стоимость производственного помещения, руб..

Остаточная стоимость производственного помещения рассчитывается по формуле (4.13):

$$C_{з.ост.} = C_{з.б.} \cdot \left(1 - \frac{H_{а.з.} \cdot T_{з.ф.}}{100}\right) \quad (4.13)$$

где  $C_{з.б.}$  – балансовая стоимость производственного помещения в здании, руб.;

$H_{а.з.}$  – норма амортизации производственного помещения, %;

$T_{з.ф.}$  – фактический срок эксплуатации производственного помещения, год.

$$G_з = \frac{127}{693,7} = 0.18307$$

$$H_{а.з.} = \frac{1}{24} \cdot 100 = 4,16\%$$

$$C_{з.ост.} = 10000000 \cdot \left(1 - \frac{0,0416 \cdot 24}{100}\right) = 9900160 \text{ руб.}$$

По формуле (4.12) рассчитываем ущерб, нанесённый производственному помещению.

$$C_з = 0,18307 \cdot 9900160 = 1812422,281 \text{ руб.}$$

По формуле (4.3) находим ущерб основных производственных фондов.

$$C_{опф} = 65246148 + 4126121,093 + 1812422,281 = 71184691,384 \text{ руб.}$$

Оборотные средства включают в себя товары, предназначенные для реализации. В месте предварительного складирования готовой продукции находились товары на сумму – 800000 рублей.

$$C_{ос} = 800000 \text{ руб.}$$

где  $C_{ос}$  – стоимость пострадавших оборотных средств.

По формуле (4.2) определяем оценку прямого ущерба.

$$U_{пр} = 71184691,384 + 800000 = 71984691,384 \text{ руб.}$$

#### 4.2 Оценка косвенного ущерба

Оценка косвенного ущерба представляет собой сумму средств необходимых для ликвидации пожара и затраты, связанные с восстановлением производственного помещения для дальнейшего его функционирования.

Сумма косвенного ущерба определяется по формуле (4.14):

$$Y_K = C_{\text{л.а.}} + C_{\text{в}}, \text{ руб.} \quad (4.14)$$

где  $C_{\text{л.а.}}$  – средства, необходимые для ликвидации ЧС, руб.;

$C_{\text{в}}$  – затраты, связанные с восстановлением производства, руб.

Средства необходимые для ликвидации ЧС зависят от её характера и масштабов, определяющих объёмы спасательных и других неотложных работ.

Основными видами работ, выполняемыми при ликвидации ЧС и определяющими затраты – является тушение пожара.

Средства на ликвидацию аварии (пожара) определяем по формуле (4.15):

$$C_{\text{л.а.}} = C_{\text{о.с.}} + C_{\text{и.о.}} + C_{\text{т}}, \text{ руб.} \quad (4.15)$$

где  $C_{\text{о.с.}}$  – расходы на огнетушащие средства, руб.;

$C_{\text{т}}$  – расходы на топливо (горюче-смазочные материалы) для пожарной техники, руб.;

$C_{\text{и.о.}}$  – расходы, связанные с износом пожарной техники и пожарного оборудования, руб.

Расходы на огнетушащие вещества находим по формуле (4.16):

$$C_{\text{о.с.}} = S_{\text{т}} \cdot L_{\text{тр}} \cdot C_{\text{о.с.}} \cdot t, \text{ руб.} \quad (4.16)$$

где  $t$  – время тушения пожара, 40 мин. = 2400 сек.;

$C_{\text{о.с.}}$  – цена огнетушащего вещества –(пенообразователь + вода), 45 руб./л;

$L_{\text{тр}}$  – интенсивность подачи огнетушащего средства (табличная величина, принимаемая исходя из характеристик горючего материала), 0,2 л/(с·м<sup>2</sup>);

$S_{\text{т}}$  – площадь тушения, 127 м<sup>2</sup>.

$$C_{\text{о}} = 127 \cdot 0,2 \cdot 45 \cdot 2400 = 2743200 \text{ руб.}$$

где  $R_{\text{п}}$  – путь, пройденный фронтом пламени за время свободного развития пожара (более 10 мин.), следовательно:

$$R_{\text{п}} = 0,5 \cdot V_{\text{л}} \cdot 10 \cdot V_{\text{л}} \cdot (T_{\text{св}} - 10), \text{ м} \quad (4.18)$$

где  $V_{\text{л}}$  – линейная скорость распространения пожара, принимаем 1,5 м/мин.

$$R_{\text{п}} = 0,5 \cdot 1,5 \cdot 10 \cdot 1 \cdot (10,6 - 10) = 8,1$$

Время свободного развития пожара определяем по формуле (4.19):

$$T_{\text{св}} = T_{\text{д.с.}} + T_{\text{сб1}} + T_{\text{сл}} + T_{\text{бр1}}, \text{ мин.} \quad (4.19)$$

где  $T_{\text{д.с.}}$  – время сообщения диспетчеру о пожаре (для объектов оборудованных автоматической установкой пожарной сигнализации (АУПС) принимается равным 3 мин.);

$T_{\text{сл}}$  – время, сбора личного состава, мин.;

$T_{\text{сб1}}$  – время следования первого подразделения от пожарной части до места вызова, берется из расписания выездов пожарных подразделений, 2,5 мин.;

$T_{\text{бр1}}$  – время, затраченное на проведение боевого развертывания (в пределах 4 минут);

$$T_{\text{сл}} = \frac{60 \cdot L}{V_{\text{сл}}}, \text{ мин.} \quad (4.20)$$

где  $L$  – длина пути следования подразделения от пожарного депо до места пожара, км.;

$V_{\text{сл}}$  – средняя скорость движения пожарных автомобилей, 55 км/ч;

$$T_{\text{сл}} = \frac{60 \cdot 2,5}{55} = 2,7 \text{ мин.}$$

Число пожарных, участвующих в тушении пожара рассчитывается по формуле (4.21):

$$n = n_{\text{э}} \cdot n_{\text{пм}}, \text{ чел.} \quad (4.21)$$

где  $n_{\text{э}}$  – численность экипажа пожарной машины, чел.;

$n_{\text{пм}}$  – количество пожарных автомобилей, необходимых для тушения пожара, ед.

$$n = 3 \cdot 4 = 12 \text{ чел.}$$

Расходы, связанные с износом пожарной техники и пожарного оборудования, определяем по формуле (4.22):

$$C_{\text{и.о.}} = (K_{\text{ап}} \cdot Ц_{\text{об}} \cdot N_{\text{ап}}) + (K_{\text{ср}} \cdot Ц_{\text{об}} \cdot N_{\text{ср}}) + (K_{\text{пр}} \cdot Ц_{\text{об}} \cdot N_{\text{ср}}), \quad (4.22)$$

где  $N$  – число единиц оборудования, шт.;

$N_{ат}$  – число единиц пожарного оборудования, 4 ед.;

$N_{ср}$  – число единиц ручных стволов. 2 шт.;

$N_{пр}$  – число единиц пожарных рукавов, 10 шт.;

$Ц_{об}$  – стоимость единицы оборудования, руб./шт.;

$K_{ап}$  – норма амортизации пожарного автомобиля;

$K_{ср}$  – норма амортизации ручного ствола;

$K_{пр}$  – норма амортизации пожарных рукавов.

$$C_{и.о.} = (0,03 \cdot 3800000 \cdot 4) + (0,05 \cdot 2000 \cdot 2) + (0,09 \cdot 2000 \cdot 10) \\ = 458000 \text{ руб.}$$

Расходы на топливо (горюче-смазочные материалы) для пожарной техники находим по формуле (4.23):

$$C_T = P_T \cdot Ц_T \cdot L = P_T \cdot Ц_T \cdot (60 \cdot \frac{L}{V_{сл}}), \text{ руб} \quad (4.23)$$

где  $Ц_T$  – цена за литр топлива, 40 руб./л;

$P_T$  – расход топлива, 0,0415 л/мин.;

$L$  – весь путь, 5000 м.

$$C_T = 0,0415 \cdot 40 \cdot (60 \cdot \frac{5000}{55}) = 9054,5 \text{ руб.}$$

по формуле (4.15) производим расчёт средств на ликвидацию аварии (пожара).

$$C_{л.а.} = 2743200 + 458000 + 9054,5 = 3210254,5 \text{ руб.}$$

Затраты, связанные с восстановлением производственного помещения.

В следствии пожара закоптится декоративное покрытие стен и бетонный пол на общей площади  $127 \text{ м}^2$ , и пострадают электрощиты в количестве 8 шт., а 70 м. п. электропровода подлежит замене, следовательно:

$$C_B = C_{B/э} + C_{B/щ} + C_{B/п}, \text{ руб.} \quad (4.24)$$

где  $C_{B/э}$  – затраты, связанные с монтажом электропроводки;

$C_{B/щ}$  – затраты, связанные с монтажом электрощитов;

$C_{B/п}$  – затраты, по замене кафельной плитки.

Затраты связанные с монтажом электропроводки находим по формуле (4.25):

$$C_{в/э} = (C_э \cdot V_э) + (V_э \cdot R_э), \text{ руб.} \quad (4.25)$$

где  $C_э$  – стоимость электропроводки, 65 руб./м. п.;

$V_э$  – объём работ, необходимый по замене электропроводки, 60 м. п.;

$R_э$  – расценка за выполнение работ по замене электропроводки 60 руб./м.

$$C_{в/э} = (65 \cdot 60) + (60 \cdot 60) = 7500 \text{ руб}$$

Затраты, связанные с монтажом электрощитов, рассчитаем по формуле (4.26):

$$C_{в/щ} = (C_{щ} \cdot V_{щ}) + (V_{щ} \cdot R_{щ}), \text{ руб.} \quad (4.26)$$

где  $C_{щ}$  – стоимость одного электрощита, 3500 руб./шт.;

$V_{щ}$  – количество электрощитов, подлежащих замене, 8 шт.;

$R_э$  – расценка за выполнение работ по замене электрощита 1300 руб./шт.

$$C_{в/щ} = (3500 \cdot 8) + (8 \cdot 1300) = 38400 \text{ руб.}$$

Затраты, связанные с заменой декоративного покрытия, находим по формуле (4.27):

$$C_{в/п} = (C_{п} \cdot V_{п}) + (V_{п} \cdot R_{п}), \text{ руб.} \quad (4.27)$$

где  $C_{п}$  – стоимость материальных ресурсов, необходимых для проведения работ, 1400 руб./м<sup>2</sup>;

$V_{п}$  – объём работ по замене декоративного покрытия, 130 м<sup>2</sup>;

$R_э$  – расценка по замене 1 м<sup>2</sup> декоративного покрытия, 600 руб./м<sup>2</sup>.

$$C_{в/п} = (1400 \cdot 130) + (130 \cdot 600) = 260000 \text{ руб.}$$

По формуле (4.24) рассчитаем затраты, связанные с восстановлением производственного помещения.

$$C_{в} = 7500 + 38400 + 260000 = 305900 \text{ руб.}$$

Сумму косвенного ущерба определим по формуле (4.14):

$$У_{к} = 3210254,5 + 305900 = 3516154,5 \text{ руб.}$$

В итоге произведем расчёт полного ущерба по формуле (4.1):

$$У = 71984691,384 + 3516154,5 = 75500845,884 \text{ руб.}$$

Основные расчеты и результаты по разделу финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Основные расчеты по разделу

| Наименование   | Стоимость/руб. |
|--|----------------|
| Полный ущерб   | 75500845,884   |
| Оценка прямого ущерба  | 71984691,384   |
| Ущерб, основных производственных фондов                                | 71184691,384   |
| Ущерб, нанесённый технологическому оборудованию                        | 65246148       |
| Ущерб, нанесённый коммунально-энергетическим сетям                     | 4126121,093    |
| Ущерб, нанесённый производственному помещению                          | 1812422,281    |
| Оценка косвенного ущерба   | 3516154,5      |
| Средства, необходимые для ликвидации ЧС                                | 3210254,5      |
| Расходы на огнетушащие вещества  | 2743200        |
| Расходы, связанные с износом пожарной техники и пожарного оборудования | 458000         |
| Расходы на топливо (ГСМ) для пожарной техники                          | 9054,5         |
| Затраты, связанные с восстановлением производственного помещения       | 3210254,5      |
| Затраты, связанные с монтажом электропроводки                          | 7500           |
| Затраты, связанные с монтажом электрощитов                             | 38400          |
| Затраты, связанные с заменой декоративного покрытия                    | 260000         |

Пожар на площади 127 м<sup>2</sup>, который произошёл в производственном помещении ООО «Томлесдрев» нанёс ущерб в виде испорченного оборудования, электрощитов, стен самого производственного помещения, и товара, предназначенного для реализации. Сумма прямого ущерба составила 71984691,384рублей, а косвенного – 3516154,5 рублей.

Можно сделать вывод, что производственному помещению необходимо улучшить меры производственной безопасности и трудовую дисциплину, регулярно проводить осмотр производственного и технологического оборудования на предмет выявления состояний несоответствующих регламентному.

## 5. Социальная ответственность

### 5.1 Описание рабочего места работника

Объектом исследования является рабочее место автомеханика автотранспортного цеха. Автомеханик выполняет работы, связанные с обслуживанием и текущим ремонтом автомобилей на специализированных постах в гаражных модулях.

Рабочее место представляет, участок площади, соответствующим образом оборудованный и оснащённый для выполнения работы одним рабочим или бригадой рабочих. Оно обеспечено всем необходимым для бесперебойного выполнения производственного задания, а работы выполняются в строгом соответствии с регламентированной технологией [20,21].

Для выполнения технического обслуживания и текущего ремонта посты оборудуют осмотровыми устройствами, обеспечивающими доступ к автомобилю со всех сторон.

Таблица 7 Автомеханик для ремонта и обслуживания автомобилей и использует такие устройства как:

| Наименование оборудования  | Эксплуатация оборудования   |
|----------------------------|---|
| Токарно-винторезный станок | развертывание отверстий;<br>обтачивание и растачивание поверхностей различной конфигурации: фасонных, конических, цилиндрических;<br>выполнение зенкерования и сверления;<br>обработка торцов и их подрезка;<br>нарезание резьбы различного типа. |

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| Вертикально-сверлильный станок | растачивание отверстия<br>вырезка отверстия большого диаметра в листовом материале («трепанирование»), притирание точных отверстий и т. д.  |
| Фрезерный станок               | обработка наружных и внутренних плоских поверхностей;<br>создание фасонных поверхностей;<br>прорезание канавок, наружных и внутренних шлицев, пазов;<br>создание эвольвентных и других профилей зубчатых колес;<br>подрезание торцов и создание профилей на торцевых поверхностях;<br>отрезание.  |
| Круглошлифовальный станок      | шлифовку внутренних, а также наружных поверхностей деталей, имеющих различную форму и назначение;<br>заточку инструментов различного назначения;<br>обдирку, шлифование, а также отрезку отливок из металла, изделий со сложным профилем;<br>обработку зубчатых деталей, а также деталей с резьбой;<br>формирование на стальных прутках канавки шпоночного и спиралевидного типа. |
| Поперечно-строгальный станок   | прорезания в изделиях различных канавок и пазов   |
| Сварочное оборудование         | соединение материалов при минимальных затратах. При необходимости при помощи этого устройства можно даже разрезать металл.  |
| Подкатные домкраты             | Устройство поднимающие машину на определенную высоту, создавая подходящие условия для замены колеса.  |
| Гидравлический пресс           | Машина предназначенная для создания значительных сжимающих усилий   |
| Воздушный компрессор           | устройство для повышения давления (сжатия) и перемещения газообразных веществ.  |

На работника воздействуют вредные факторы, такие как:

- токсичные соединения выхлопных газов (CO<sub>2</sub>, CO, оксиды азота, свинец и его соединения);
- шум;
- повышенная вибрация;

- ненормированное освещение;
- повышенная или пониженная температура [22].

### 5.1.1 Токсичные соединения выхлопных газов (CO<sub>2</sub>, CO, оксиды азота, свинец и его соединения)

Выхлопные газы автомобиля могут нанести вред здоровью, и достаточно серьезный.

Прежде всего, оксид углерода или угарный газ не имеет вкуса и запаха, но при высокой концентрации вызывает головокружение, головную боль, тошноту, может приводить к обморокам.

Длительный контакт с выхлопными газами приводит к смерти, в частности – от отравления конкретно угарным газом[23, 24].

При постоянном воздействии выхлопных газов на организм может развиваться иммунодефицит, бронхиты, страдают сосуды головного мозга, нервная система и другие органы.

В таблице 8 обозначены токсичные соединения выхлопных газов, их фактические значения на рабочем месте, нормативные значения, и нормативные документы, регламентирующие их.

Таблица 8 – Значение токсичных соединений выхлопных газов

| Наименование вредного фактора              | Значение | Допустимые значения | Регламентирующий документ |
|--|----------|---------------------|---------------------------|
| CO, мг/м <sup>3</sup>                      | 18       | 16                  | ГОСТ 12.1.005-94          |
| CO <sub>2</sub> , мг/м <sup>3</sup>        | 23       | 20                  | ГОСТ 12.1.005-95          |
| Оксиды азота, мг/м <sup>3</sup>            | 2.3      | 1.5                 | ГОСТ 12.1.005-83          |
| Свинец и его соединения, мг/м <sup>3</sup> | 0,008    | 0.01                | ГН 2.2.5.686-98           |

Так как помещение габаритами более 50 квадратов имеется приточно-вытяжная вентиляция.

Обменной вентиляции общего назначения ее параметры должны быть следующими:

Вытяжка организуется из смотровых ям (в объеме не меньше 120 кубометров/час) и потолочной зоны помещения.

Поступление свежего воздуха обеспечено в смотровые ямы и рабочую часть помещения. Температура воздуха должна варьироваться от +16°C до +25°C.

Воздухообмен равен 30 кратном что не превышает допустимых значений согласно ГОСТ 30494-96

Фактические значения вредного воздействия выхлопных газов на рабочем месте превышают допустимые значения, предписанные регламентирующими документами. Для того что предотвратить превышение концентраций вредного вещества, необходимо провести от автомобилей, находящихся в ремонте, гофрированные воздуховоды.

#### 5.1.2 Вредное значение шума

Шум неблагоприятно воздействует на организм человека: повышает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, значительно ослабляет внимание, увеличивает число ошибок во время работы, замедляет скорость психических реакций, в результате чего снижается производительность труда и ухудшается качество работы [25, 26].

В таблице 9 обозначены фактические значения шума на рабочем месте автомеханика и допустимые значения регламентирующих документов.

Таблица 9 – Значения шума

| Наименование вредного фактора | Значение | Допустимое значение | Регламентирующий документ |
|-------------------------------|----------|---------------------|---------------------------|
| Шум, дБ                       | 84.4     | 85                  | ГОСТ 12.1.003-91          |

Уровень шума достигает допустимые значения.

Согласно СНиП 23-03-2003 в помещение транспортного цеха не превышает допустимые значения, так как имеется звукоизоляция (подвесные потолки, плоские облицовки и объемные элементы)

### 5.1.3 Недостаточное освещенность

Согласно ГОСТ 12.0.003-86 недостаточная освещенность рабочей зоны является вредным производственным фактором, который может привести к быстрому утомлению и снижению работоспособности [27, 28].

Свет влияет на физиологическое состояние человека, правильно организованное освещение стимулирует протекание процессов высшей нервной деятельности и повышает работоспособность. При недостаточном освещении человек работает менее продуктивно, быстро устает, растет вероятность ошибочных действий, что может привести к травматизму.

Согласно ГОСТ 12.4.011-89 к средствам нормализации освещенности производственных помещений рабочих мест относятся:

- источники света;
- осветительные приборы;
- световые проемы;
- светозащитные устройства;
- светофильтры;
- защитные очки [29].

Освещенность рабочих мест с разнообразными видами ручных работ и работ повышенной точности указано в ГОСТ Р 55710-2013 «Освещение рабочих мест внутри зданий» [30].

Согласно ГОСТ Р 55710-2013 коэффициенты отражения окружающих поверхностей должны быть:

- от 0,7 до 0,9 – для потолков;
- от 0,5 до 0,8 – для стен;
- от 0,7 до 0,9 – для рабочих поверхностей;
- от 0,7 до 0,9 – для пола.

При этом на рабочем месте световой поток должен достигать 300-750 люкс.

Расчет освещения производится для помещения площадью 693 м<sup>2</sup>, длина которого 57 м, ширина 12 м, высота 4.8 м. Основной задачей расчета искусственного освещения является определение числа светильников или мощности ламп для обеспечения нормированного значения освещенности. Для расчета искусственного освещения воспользуемся методом светового потока.

Расчет освещения начинают с выбора типа светильника, в нашем случае это светодиодные светильники комбинированного света [31, 32].

Расчет по методу использования светового потока начинается с нахождения величины светового потока лампы:

$$\Phi = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta}, \text{ лм} \quad (5.1)$$

где  $\Phi$  – световой поток каждой из ламп, лм;

$E$  – минимальная освещенность, лк,  $E = 300$  лк (Согласно ГОСТ Р 55710-2013 «При выполнении работ грубой и средней точности общая освещенность должна составлять не менее 300 люксов»);

$S$  – площадь освещенного помещения,  $S = 56$  м<sup>2</sup>;

$z$  – коэффициент минимальной освещенности, значение для светодиодных светильников:  $z = 1$ ;

$k$  – коэффициент запаса светодиодных светильников,  $k = 1$ ;

$N$  – число светильников;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока ламп.

Для определения коэффициента использования светового потока находят индекс помещения ( $i$ ) и предполагаемые коэффициенты отражения поверхностей помещения: потолка  $R_{п}$ , стен  $R_{с.}$ , которые представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Коэффициенты отражения поверхностей помещения потолка и стен

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| Для светлых административно-конторских помещений                 | $R_{п} = 70\%$<br>$R_{с.} = 50\%$ |
| Для производственных помещений с незначительными пылевыделениями | $R_{п} = 50\%$<br>$R_{с.} = 30\%$ |

|  |                              |
|--|------------------------------|
| Для пыльных производственных помещений | $R_n = 30\%$<br>$R_c = 10\%$ |
|--|------------------------------|

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A \cdot B)} \quad (5.2)$$

$$h = h_2 - h_1 \quad (5.3)$$

где  $A, B$  – размеры помещения,  $A = 57$  м,  $B = 12$  м;

$h$  – высота светильников над рабочей поверхностью;

$h_2$  – наименьшая допустимая высота подвеса над полом;  $h_2 = 4,8$  м.;

$h_1$  – высота рабочей поверхности над полом  $h_1 = 1$  м

Используя формулу (5.3), получим:

$$h = 4,8 - 1 = 3,8 \text{ м.};$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами:

$$L = 3,8 \cdot 1,2 = 4,6 \text{ м.};$$

Расстояние от стен помещения до крайних светильников:

$$l = \frac{L}{3};$$

$$l = \frac{4,6}{3} = 1,5; \quad (5.4)$$

Число рядов светильников в помещении:

$$N_1 = \frac{57}{4,6} = 12,3$$

Число светильников в ряду:

$$N_2 = \frac{12}{4,6} = 2,6$$

Общее число светильников:

$$N = 12 \cdot 2 = 24$$

Исходя из размеров помещения:  $A = 57$  м и  $B = 12$  м, пользуясь формулой (5.2) получаем:

$$i = \frac{693}{3,8 \cdot (57 + 12)} = 2,64$$

По таблице 10 принимаем значение коэффициентов отражения потолка ( $\rho_{\text{п}} = 50\%$ ) и стен ( $\rho_{\text{с}} = 30\%$ ). Схема расположения светильников на потолке представлена на рисунке 5.1.

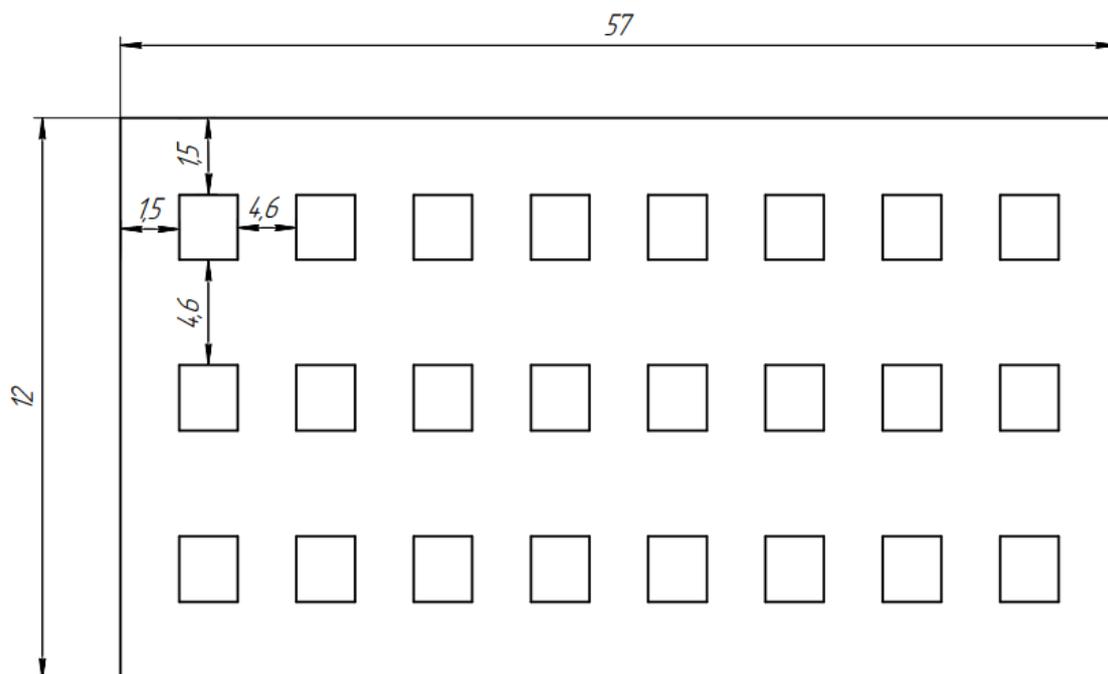


Рисунок 1 – Схема расположения светильников на потолке

В качестве источника света будем использовать светодиодные светильники, для них:  $\eta = 0,39$ .

Световой поток лампы рассчитываем по формуле (5.1):

$$\Phi = \frac{300 \cdot 1 \cdot 693 \cdot 1}{24 \cdot 0,39} = 22211,5 \text{ лм.}$$

С учетом вычислений светового потока делаем вывод о том, что в помещении отдела службы охраны труда необходимо установить 24 светодиодных светильника DS – PROMA 90, мощностью 90 Вт.

## 5.2 Микроклимат

Микроклимат помещения – состояние внутренней среды помещения, оказывающее воздействие на человека, характеризуемое показателями температуры воздуха и ограждающих конструкций, влажностью и подвижностью воздуха [39]. Оптимальное сочетание параметров микроклимата

является основным требованием, которое обеспечивает нормальные условия жизнедеятельности человека. Микроклимат определяется действующими на организм человека показателями температуры, влажности и скорости движения воздуха и оказывает огромное влияние на состояние организма человека в целом, на его здоровье, самочувствие и работоспособность [40].

В рассматриваемом помещении используется водяная система центрального отопления, которая обеспечивает постоянное нагревание в холодный период года. Фактические значения в центре помещения транспортного цеха составляют, в холодный период:

- температура воздуха плюс 22°C, допустимая не ниже плюс 21-23°C;
- относительная влажность 50 %, при допустимой не более 60 %;
- скорость движения воздуха 0,1 м/с, при допустимой не более 0,15 м/с.

В теплый период температура доходит до плюс 25°C, относительная влажность до 55 %, скорость движения воздуха от 0,1-0,2 м/с.

#### Опасные производственные факторы

При анализе опасных факторов были выявлены следующие опасные факторы:

- электроопасность;
- пожароопасность.

Электрический ток представляет собой скрытый тип опасности, т.к. его трудно определить в токоведущих и нетоковедущих частях оборудования, которые являются хорошими проводниками электричества. Смертельно опасным для жизни человека считают ток, величина которого превышает 0,05 А, ток менее 0,05 А – безопасен (до 1000 В).

В рассматриваемом помещении, находятся оборудование, которое представляет собой опасность повреждения переменным током.

Общие травмы, вызванные действием электрического тока (электрический удар), могут привести к судорогам, остановке дыхания и

сердечной деятельности. Местные травмы: металлизация кожи, механические повреждения, ожоги, также очень опасны.

Помещение оснащено средствами защиты от электрического тока, все электрические приборы имеют заземление (в качестве заземлителей выступают свинцовые оболочки и металлическая броня кабелей, стальные проводники, заложенные в грунт и т.д.).

К общетехническим средствам защиты от прикосновения к токоведущим частям относятся:

- изоляция проводов;
- применение безопасного сверхнизкого (малого) напряжения;
- обеспечение недоступности токоведущих частей с использованием ограждающих средств (ограждения, кожух, корпус, электрический шкаф и т.д.);
- блокировки безопасности (механические, электрические);
- применение защитных устройств от случайных прикосновений (изоляция, ограждения, сигнализация, блокировка, заземление или зануление, защитное отключение, знаки безопасности);
- использование средств борьбы со статическим электричеством;
- меры ориентации (маркировка отдельных частей электрооборудования, надписи, предупредительные знаки, разноцветная изоляция, световая сигнализация и др.);
- использование средств защиты.

Для защиты от случайных прикосновений токоведущие части и детали электрооборудования изолируют.

Молниезащита зданий, сооружений и наружных установок, выполнена в соответствии с «Инструкцией по устройству молниезащиты зданий и сооружений» РД 34.21.122-87.

К основным причинам, связанным с отказом оборудования, относятся: прекращение подачи энергоресурсов; коррозия и эрозия оборудования;

физический износ или механическое повреждение; эксплуатация оборудования при параметрах, выходящих за пределы, указанные в технических условиях или паспортах; неисправность предохранительных клапанов и несоблюдение сроков их ревизии; неисправности контрольно-измерительных приборов и средств автоматики [48].

Основные профилактические мероприятия, за которыми обязан следить оператор технологических установок для снижения уровня опасности производства:

– технические: осмотр платформ установки парка не менее одного раза за смену; своевременное освидетельствование, ревизия, ремонт сооружений, предохранительных устройств; исправность контрольно-измерительных приборов и средств автоматики; немедленное прекращение работы неисправного оборудования; площадка должна быть оснащена первичными средствами пожаротушения по перечню, согласованному с местными органами пожарного надзора; своевременное и качественное проведение ремонтных работ.

– технологическое: строгое соблюдение технологического регламента; эксплуатация аппаратов, оборудования, соответствующих требованиям технических условий и паспорта.

Пожарная профилактика традиционно ограничивалась обучением технике безопасности и мерами по предупреждению пожаров и всегда входила в обязанности сотрудников Добровольной пожарной дружины (ДПД) ООО «Томлесдрев». Сегодня круг мероприятий по пожарной профилактике расширен, и в него вошли проверка и утверждение проектов строительства, контроль за выполнением норм по пожарной безопасности, борьба с поджогами (в том числе с поджиганием сухой травы), сбор данных, а также инструктаж и обучение широкой общественности и специальных контингентов.

Разработаны следующие меры пожаротушения: предусмотрена пожарная сигнализация в здании, имеется пожарный рукав, три эвакуационных

выхода. Планы эвакуации расположены на каждом этаже, проводятся соответствующие инструктажи, ознакомление с нормативными документами.

### 5.3 Охрана окружающей среды

Характер производственной деятельности не предполагает наличие стационарных источников загрязнения окружающей среды. Однако существует проблема отходов большого количества бумаги. Проблема отходов бумаги усложняется тем, что ее естественное разложение требует определенного времени – от 2 до 10 лет.

Вторичное использование материалов решает целый комплекс вопросов по защите окружающей среды. Например, использование макулатуры позволяет при производстве 1 т бумаги и картона экономить 4,5 м<sup>3</sup> древесины, 200 м<sup>3</sup> воды и в 2 раза снизить затраты электроэнергии. Для изготовления такого же количества бумаги требуется 15-16 взрослых деревьев. К переработке принимаются газеты, компьютерные распечатки, блокноты, конверты без пластиковых «окошек», телефонные справочники, журналы на глянцевой бумаге, различные канцелярские бланки и коробки из гофрированного картона. Все бумажные отходы должны быть сухими и чистыми.

### 5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

При работах с вредными и опасными условиями труда, а также выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, работникам бесплатно выдаются прошедшие обязательную, сертификацию или декларирование соответствия специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты, а также смывающие и (или) обезвреживающие средства в соответствии с типовыми нормами [42, 43].

При работе с вредными условиями труда работникам выдаются бесплатно по установленным нормам молоко или другие равноценные пищевые продукты.

Для исключения возможности несчастных случаев проводятся обучение, инструктажи и проверка знаний работников, требований безопасности труда [44, 45].

Персонал допускается к работе только в спецодежде и средствах индивидуальной защиты. На рабочем месте должны быть запасы сырья и материалов, не превышающие сменную потребность. Необходимо знать специфические свойства применяемых веществ и соблюдать установленные правила работы с ними.

Все эксплуатируемые электроустановки должны соответствовать требованиям «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», и др. нормативных документов. Эксплуатация электрооборудования без заземления не допускается [46, 47, 48].

Все работники должны уметь пользоваться средствами пожаротушения и уметь оказывать первую помощь при несчастном случае. Не допускается загромождения рабочих мест, проходов, выходов из помещений и здания, доступа к противопожарному оборудованию.

Рассмотрено рабочее место автомеханика авторемонтного цеха. Выявлены вредные и опасные факторы, воздействующие на работника, а также определены способы и методы борьбы с ними. Определены способы защиты окружающей среды при помощи воздушных фильтров и очистных сооружений. По данным полученным из анализа микроклимата помещения, понятно, что они соответствует нормативным документам [49, 50].

## Заключение

В данной работе особое внимание уделено проектированию автоматической установки газового пожаротушения

В результате проделанной работы были сделаны следующие выводы:

– на основании литературных данных был проведен анализ по вопросам состояния проблем обеспечения пожарной безопасности на деревообрабатывающих предприятиях;

– охарактеризован объект защиты транспортного цеха ООО «Томлесдрев» и проведена оценка мероприятий по пожарной безопасности объекта защиты;

– был произведен расчет параметров модульной установки газового пожаротушения для помещения транспортного цеха, которое составило 19 модулей с ГОТВ Хладон 227еа

– произведен расчет экономического ущерба при возникновении пожара на деревообрабатывающем предприятии ООО «Томлесдрев» который составляет 75500845,884руб.

Таким образом, в ходе проделанной работы была разработана автоматическая установка газового пожаротушения в помещении транспортного цеха ООО «Томлесдрев».

## Список использованных источников

1. Кравцов, Константин Пожаротушение / Константин Кравцов. – М.: ИЛ, 2010. – 884 с.
2. Свод правил СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. нормы и правила проектирования» .-М.: ВНИИПО, 2009.СНиП 23-05-95\*. [Электронный ресурс] / ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет. – Режим доступа: <http://ezproxu.ha.tpu.ru:2056/docs>. Дата обращения: 8.04.2020 г.
3. LT Emergency: Система пожаротушения [Электронный ресурс] / LT Emergency: Система пожаротушения |База знаний |Лесопереработка. – URL:<https://www.ltcompany.com/ru/knowledge/knowledge/pres3/kA00J0000008mwdSAA/>. Дата обращения: 08.04.2020 г.
4. Требования к системе аварийного пожаротушения [Электронный ресурс] Обзор нормативной базы. – URL: <http://www.belysvet.ru/training/university/requirements-for-emergency-lighting> // Дата обращения: 09.04.2020 г.
5. Автоматическое пожаротушение [Электронный ресурс] / Оборудование для аварийного пожаротушения. – URL: <https://exit-svet.ru>. // Дата обращения: 09.04.2020 г.
6. Платонов Д.И. Требование пожарной безопасности строительных норм и правил / Д.И. Платонов, Е.С. Анисимова // Проблемы пожарной безопасности: материалы вып. 13. Ч. 5; Государственной противопожарной службы МЧС России: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2004. – 115 с.
7. Федюнина Т. В., Федюнина Е. Ю. Деревообрабатывающие предприятия в группе риска самых пожароопасных производств //Современная наука: теоретический и практический взгляд. – 2014. – С. 74.

8. ГОСТ Р 55842–2013 (ИСО 30061:2007) «Освещение аварийное. Классификация и нормы». – М.: Стандартинформ, 2014. – 25 с.
9. Деревообработка – виды, требования [Электронный ресурс] / Требования безопасности . – URL: <https://www.asutpp.ru/avariynoe-osveschenie.html> // Дата обращения: 09.04.2020 г.
10. Эвакуационные знаки безопасности [Электронный ресурс] / Эвакуационные знаки безопасности. – URL: <https://exit-svet.ru/collection/evakuatsionnye-znaki> // Дата обращения: 09.04.2020 г.
11. Аварийные извещатели [Электронный ресурс] / Аварийные извещатели. – URL: <https://profazu.ru/svet/light/svetilnik-svetodiodnyj-avarijnyj.html> // Дата обращения: 09.04.2020 г.
12. Зак П. П., Островский М. А. Потенциальная опасность освещения светодиодами для глаз детей и подростков. – СПб.: Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отделение, 1992.–20 с.
13. Электронный фонд правовой и нормативной документации [Электронный ресурс] / Межгосударственный стандарт Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136061> // Дата обращения: 10.04.2020 г.
14. Требования к системе аварийного пожаротушения [Электронный ресурс] / Обзор нормативной базы. . – URL: <http://www.belysvet.ru/training/university/requirements-for-emergency-lighting> // Дата обращения: 10.04.2020 г.
15. Схемы аварийного пожаротушения [Электронный ресурс] / Схемы аварийного пожаротушения. Типы. . – URL: [http://vse-postroim-sami.ru/engineering-systems/electrician/8512\\_sxemy-avarijnogo-osveshheniya](http://vse-postroim-sami.ru/engineering-systems/electrician/8512_sxemy-avarijnogo-osveshheniya) // Дата обращения: 10.04.2020 г.
16. Бабайцев А. В. Автоматические системы пожаротушения // Безопасность жизнедеятельности. – 2007. – № 11(83). – с. 4.

17. ГОСТ 12.4.026-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ) – М.: Стандартиформ, 2014. – 75 с.
18. ГОСТ 17677-82 Извещатели. Общие технические условия. – М.: Стройиздат, 1995. – 75 с.
19. ИЕС 62034 «Автоматические системы тестирования для систем аварийного пожаротушения с питанием от аккумуляторов». – М.: Стандартиформ, 2014. – 75 с.
20. ГОСТ ИЕС 60598-2-22–2012 «Светильники для аварийного освещения». – М.: Стандартиформ, 2016. – 98 с.
21. ГОСТ Р 50571.29–2009 (МЭК 60364-5-55:2008) «Электрические установки зданий. Часть 5-55. Выбор и монтаж электрооборудования. Прочее оборудование». – М.: Стандартиформ, 2011. – 61 с.
22. Правила устройства электроустановок [Электронный ресурс] / Издательство НИЦ ЭНАС, 2001. – URL: <https://www.ruscable.ru/info/pue/pue7.pdf>. // Дата обращения: 11. 04. 2020 г.
23. Кнорринг Г.М. Справочная книга для проектирования систем автоматического пожаротушения/ Г.М. Кнорринг, И.М. Фадин, В.Н.Сидоров – 2-е изд., перераб и доп. – СПб.: Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отделение, 1992. – 448 с.
24. Защита от электрооборудования [Электронный ресурс] / Studfiles, 2016. – URL: <http://www.studfiles.ru/preview/3172138/page:5> // Дата обращения 15.04.2020 г.
25. Козинский В.А. Электрическое оборудование / В.А. Козинский // Учебное пособие для ВУЗов.– М.: Агропромиздат, 1991.– 239 с.
26. ОСНАПК 2.10.24.001-04. Нормы огнестойкости сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений. Изд-во ФГНУ НПЦ Гипронисельхоз. – М.: 2004 – 35 с.
27. Кирпиченков Г.М. Пожарная безопасность зданий и сооружений: учеб.пособие / Г.М. Кирпиченков, Е.П Овчаренко. – М.: ЦИНИС Госстроя СССР, 1976. – 96 с.

28. Экономика томской области [Электронный ресурс] /. Томлесдрев. – URL: <https://chelindustry.ru/view2.php?idd=346&gr=1> // Дата обращения 15.04.2020 г.
29. ООО Томлесдрев [Электронный ресурс] / Окружающая среда. – URL: <http://www.ugold.ru/ru/social/ecology> // Дата обращения 15.04.2020 г.
30. Айзенберг Ю.Б.. Справочная книга по деревообработке // М.: Энергоатомиздам, 1983. – 472 с.
31. Кнорринг Г.М Проектирование электрического системы пожаротушения // М.: Энергия, 1976. – 384 с.
32. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: Федеральный закон от 30.12.2009 г. № 384-ФЗ [Электронный ресурс] / КонсультантПлюс: Законодательство; Верс. Проф. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_95720](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720). Дата обращения: 20.04.2020 г.
33. Квалификационные характеристики должностей специалистов, осуществляющих работы в области охраны труда [Электронный ресурс] / Российская газета. – URL: <https://rg.ru/2012/06/22/doljnosti-dok.html> // Дата обращения: 22.04.2019 г.
34. Приказ Минтруда России от 04.08.2014 N 524н (ред. от 12.12.2016) "Об утверждении профессионального стандарта «Специалист в области охраны труда» [Электронный ресурс] / Гарант.РУ – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70631928/> // Дата обращения: 24.04.2020 г.
35. Бойченко В.С., Проблемы принятия решений при планировании научных исследований и разработок [Электронный ресурс] / В.С. Бойченко, Ю.А. Зуев, О.И. Ларичев и др. // Рефераты докладов международного симпозиума по проблемам организационного управления и иерархическим системам. – URL: <http://www.raai.org/about/persons/laritchev/papers>. Дата обращения: 25.04.2020.

36. СанПиН 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления». – М.: Стандартинформ, 2011. – 61 с.

37. Об обязательном страховании гражданской ответственности за причинение вреда в результате пожара [Электронный ресурс] / Официальный сайт МЧС России, 2013. – URL: <http://www.mchs.gov.ru>. Дата обращения: 28.04.2019 г.

38. ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования». – М.: ИПК Издательство стандартов, 2012. – 14 с.

39. Кокорин О. Я., Варфоломеев Ю. М. Системы и оборудование для создания микроклимата помещений; ИНФРА-М - М., 2017. - 272 с.

40. Алексеев, С.В.; Шандора, Л.И. Обеспечение микроклимата в локальных рабочих объемах прецизионного производства; ЦНИИ Электроника – М.: 2017. – 894 с.

41. Кувшинов Ю. Я. Энергосбережение в системе обеспечения микроклимата зданий; Издательство Ассоциации строительных вузов – М.: 2017. – 320 с.

42. ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда. «Электробезопасность. Защитное заземление, зануление». [Электронный ресурс] / ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет. – URL: <http://ezproxy.ha.tpu.ru:2056/docs> // Дата обращения: 30.04.2020 г.

43. Учебное пособие основы обеспечения устойчивости функционирования объектов экономики в чрезвычайных ситуациях [Электронный ресурс] / Официальный сайт департамента по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций Ростовской области. – URL: <http://special.dpchs.donland.ru/Default.aspx?pageid=141440>. // Дата обращения: 25.03.2020 г.

44. Воробьев Б.Л. Предупреждение чрезвычайных ситуаций: учеб. пособие для органов управления РСЧС / Б.Л. Воробьев, В.А. Тимофеев – М.: Издательская фирма «КРУК», 2002. – 372 с.

45. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Термины и определения. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1987. – 10 с.

46. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 416 с.

47. Неклепаев Б.Н, Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. – М.: Энергоатомиздат, 1989 г.

48. Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21.12.1994 № 68-ФЗ (последняя редакция). [Электронный ресурс] / ИС «Кодекс: 6 поколение» Интранет. – URL: <http://ezproxy.ha.tpu.ru:2056/docs> // Дата обращения: 02.05.2019 г.

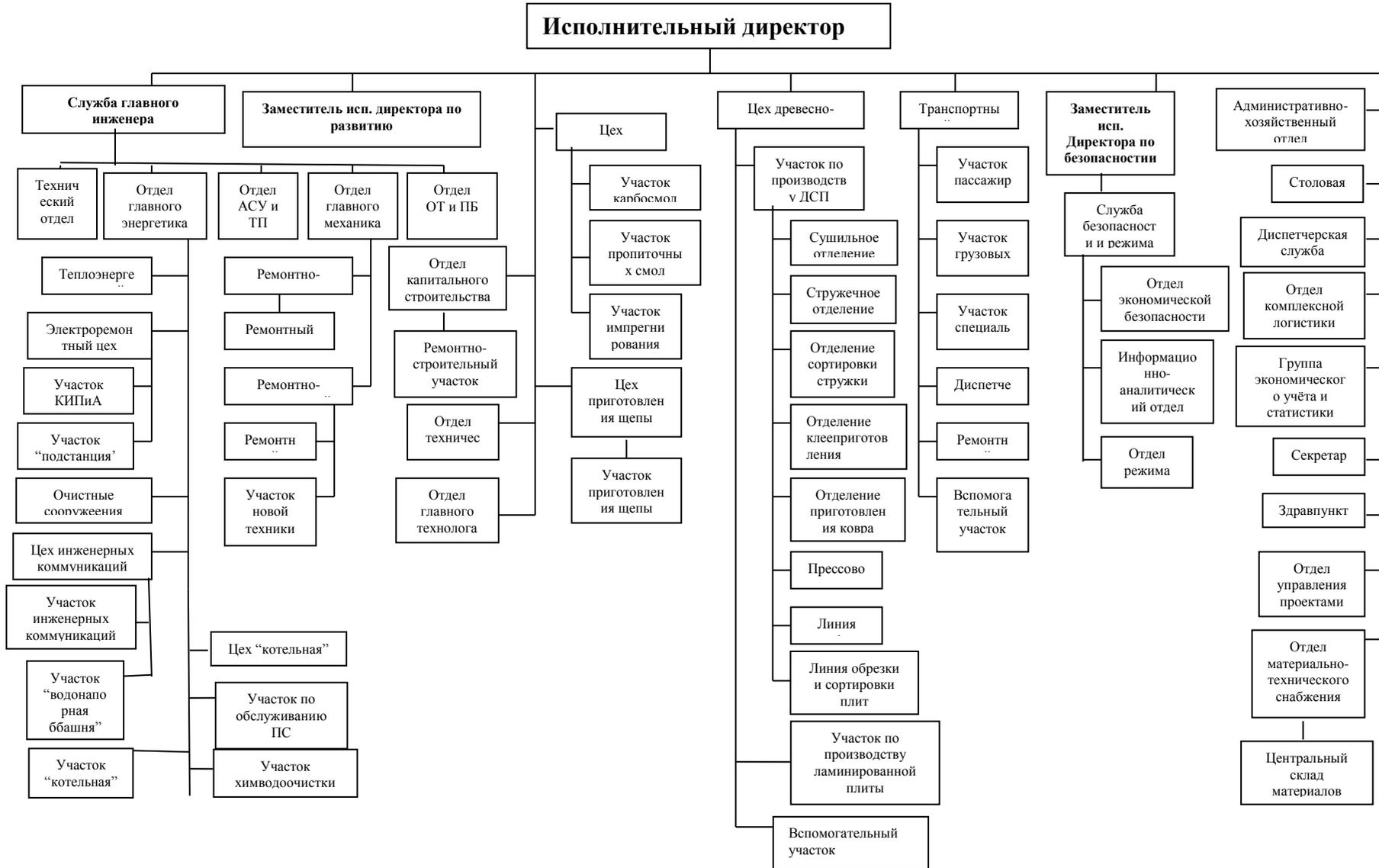
49. Методические рекомендации по созданию в районах размещения потенциально опасных объектов локальных систем оповещения (2-е издание) [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/898901035> // Дата обращения: 23.03.2018 г.

50. Связь при экстренном реагировании при ликвидации ЧС в органах управления РСЧС, противопожарных и спасательных силах МЧС России [Электронный ресурс] / Главное управление МЧС России по Псковской области. – URL: <http://60.mchs.gov.ru/document/1299415> // Дата обращения: 15.05.2019 г.

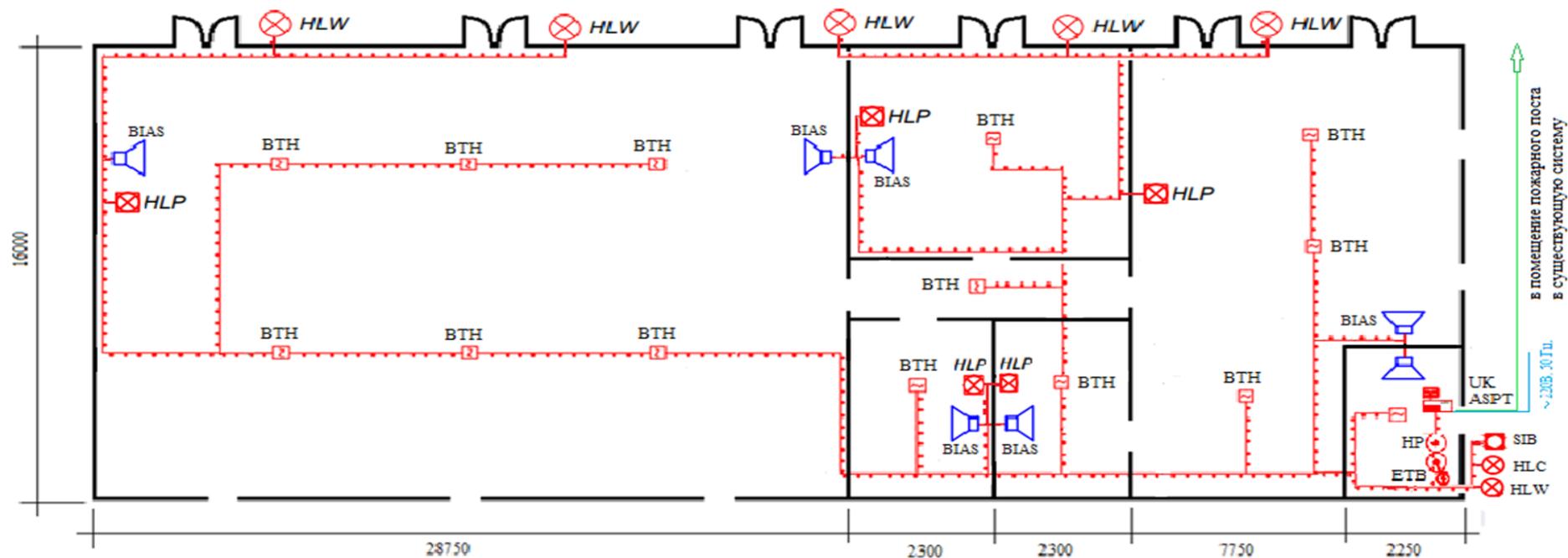
# Приложение А

(обязательное)

## Организационная структура управления ООО «Томлесдрев»



Приложение Б  
(обязательное)  
ОБЩАЯ СХЕМА

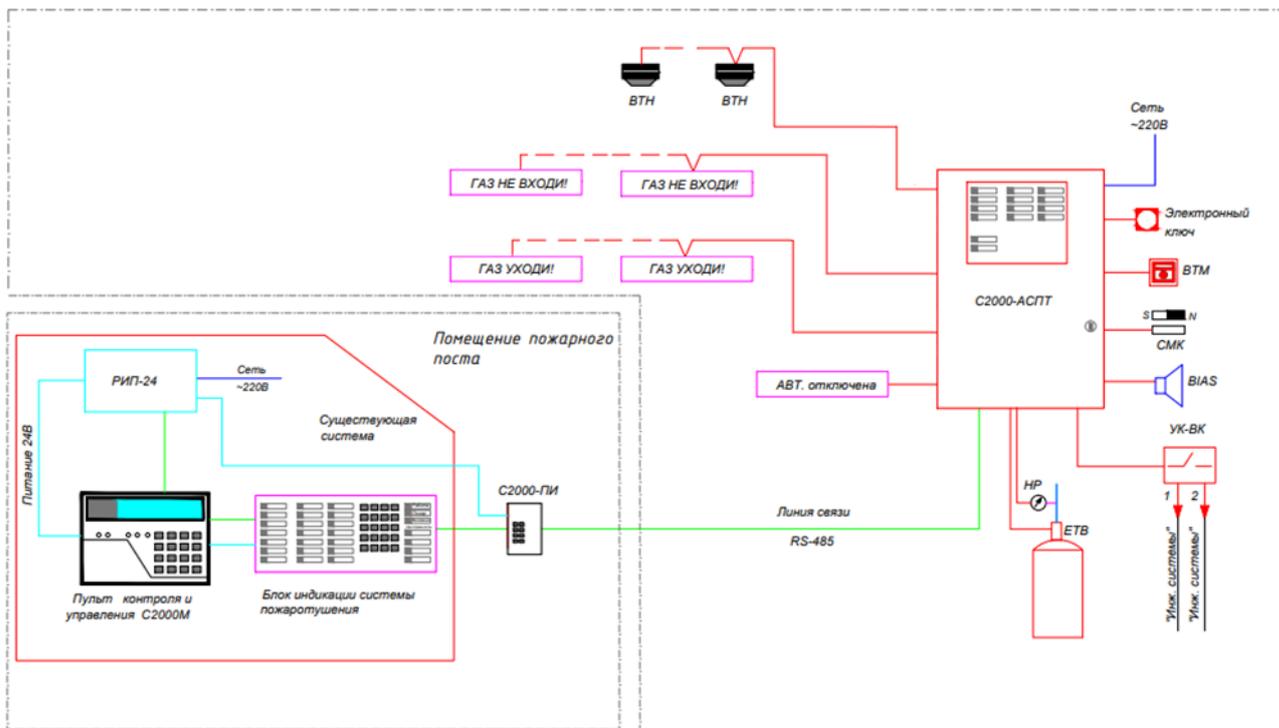


HLW- Табло световое «Газ – не входи»; BIAS – Сирена, 24В; HLP – Табло светозвуковое «Газ - уходи»; BTH – Извещатель пожарный дымовой; UK – Устройство коммутационное ; ASPT – С2000 – АСПТ; SIB – Пост управления; HLC – Табло «Автоматика отключена»; HP – Сигнализатор давления СДУ; ETB – Модуль газового пожаротушения.

# Приложение В

(обязательное)

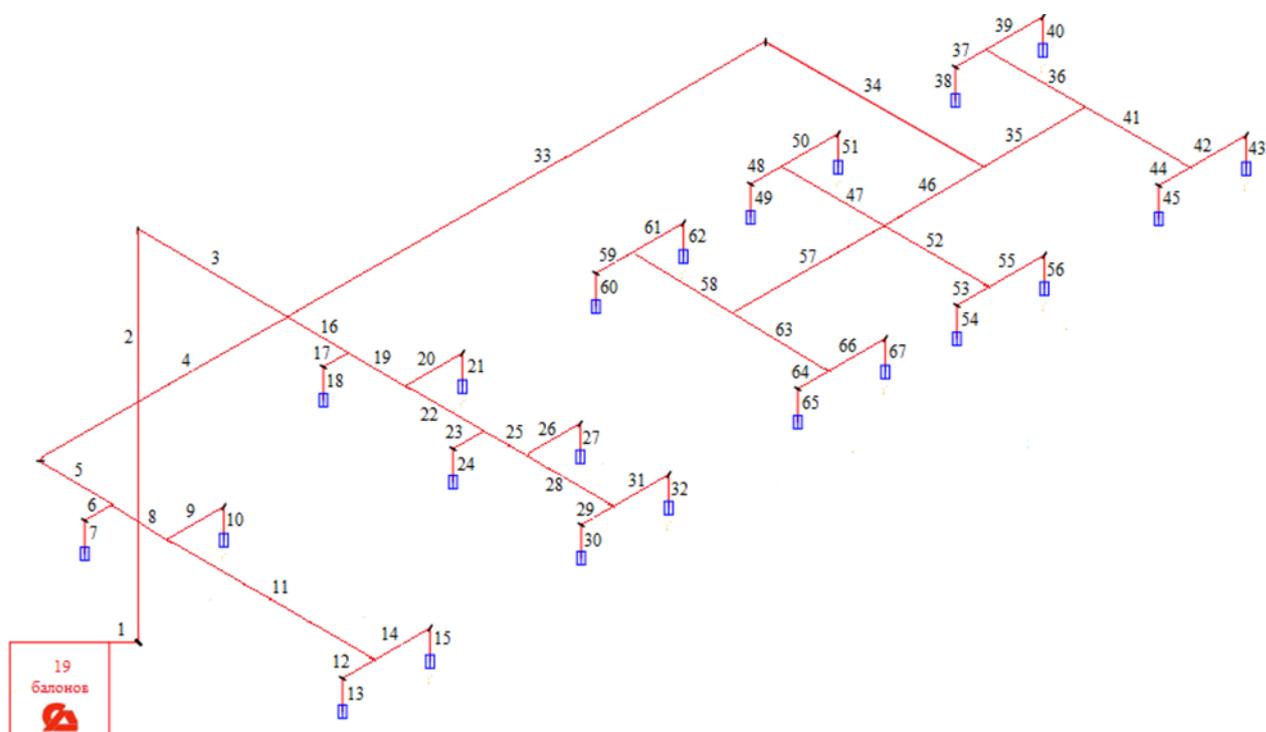
## Автоматическая установка газового пожаротушения модульного типа



# Приложение Г

(обязательно)

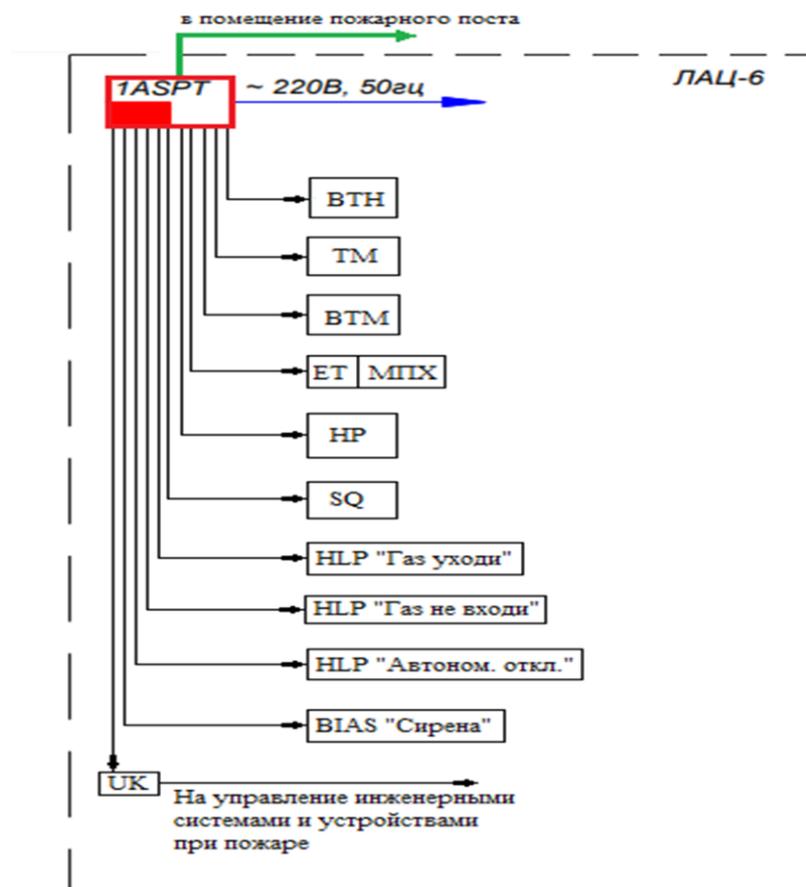
## Технологический модуль пожаротушения



## Приложение Д

(обязательно)

### Электротехническая часть автоматической установки газового пожаротушения транспортного цеха



# Приложение Е (обязательно)

