

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Пожарная безопасность

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему «Обеспечение пожарной безопасности объектов с массовым
пребыванием людей»

Обучающийся

С.Е. Скрипка

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент Р.А. Шепс

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Аннотация

Выпускная квалификационная работа посвящена теме исследования по обеспечению пожарной безопасности объектов с массовым пребыванием людей - ООО ТД «Уралхиммаш» согласно актуальным требованиям.

В ходе работы было проведено исследование пожарной опасности цеха синтеза аммиака ООО ТД «Уралхиммаш» г.Пермь и были разработаны меры безопасности для его работников и предложено применить наиболее экономически выгодную схему прямого параллельного зонирования для обеспечения противопожарного водоснабжения, план по повышению уровня пожарной безопасности, устройство наиболее эффективной автоматической системы пожаротушения из эвольвентных дренчерных водяных оросителей ОЭ16.

Структура работы представлена введением, семью разделами, заключением, списком используемой литературы и источников, десятью приложениями. В работе использованы 5 таблиц, 15 рисунков, список используемой литературы и источников содержит 61 источник. Общий объем работы составляет 81 лист А4 пояснительной записки и 1 презентация.

Содержание

Введение.....	8
1 Требования пожарной безопасности для объектов с массовым пребыванием людей.....	11
2 Разработка инженерных систем, необходимых для обеспечения требований пожарной безопасности.....	17
3 Организация процесса эвакуации на объекте с массовым пребыванием людей.....	30
4 Охрана труда.....	46
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	60
6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях.....	67
7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	69
Заключение.....	74
Список используемой литературы и используемых источников.....	76
Приложение А Термины и определения.....	82
Приложение Б Перечень сокращений и обозначений.....	84
Приложение В Пожаровзрывоопасность веществ.....	86
Приложение Г Гидравлический расчет сети.....	89
Приложение Д Гидравлический расчет пожарного водопровода, подбор водомера.....	109
Приложение Е Расчет требуемого времени эвакуации.....	113
Приложение Ж Гидравлический расчет распределительных сетей дренчерных АУП и водяных завес.....	117
Приложение И Общая оценка условий труда аппаратчика синтеза аммиака.....	126
Приложение К Данные, полученные из расчетов химической обстановки.....	128
Приложение Л Оценка экономической эффективности противопожарных мероприятий.....	129
Приложение М Расчет предела огнестойкости.....	136

Введение

За 2022 год на территории Западного Урала случилось 4092 пожаров (на 420 меньше, чем в 2021 году, на 39 процентов сократилось число погибших в огне и дыме людей, уменьшился показатель травматизма на пожарах с 224 до 200). Основными причинами пожаров явились неосторожное обращение с огнем (1370 случаев за девять месяцев 2022 года) и неправильное использование электрического оборудования (739 случаев).

По оперативным данным на 19 января 2023 года, на территории Пермского края с начала года произошло 213 пожаров, в которых погибли 6 человек, травмировано 11 человек. Основными причинами послужили: нарушение правил эксплуатации печей и электрооборудования, неосторожное обращение с огнем.

В связи с чем, Правительство Пермского края приняло ряд мер и проектов: поэтапно увеличилось количество пожарных: с 1 января 2021 года – на 100 человек, с начала 2022 года – на полсотни, с января 2023 года – более, чем на 40 человек. Всего численность личного состава подразделений УГПС региона превысила 1720 человек. Пожарная служба края обеспечивается всей линейкой машин и техники, необходимой при тушении огня и для спасения людей. В зоне ответственности противопожарной службы Пермского края – 14 муниципалитетов и 738 поселений.

Пожарная охрана в данном регионе подразделяется на федеральную (МЧС), региональную (противопожарная служба Пермского края), муниципальную, ведомственную, частную и добровольную. В прошлом году краевые пожарные сделали 1679 боевых выездов, в том числе на пожары – 1209 раз, дорожно-транспортные происшествия (ДТП) – 470 раз. Из огня спасено 56 человек, при ДТП: 21. Противопожарная служба Пермского края финансируется по госпрограмме «Безопасный регион». В 2022 году ассигнования из краевого бюджета превысили 1 миллиард рублей. В том числена 58 миллионов рублей закуплена новая техника. Всего за последнее

десятилетие из портфеля программы приобретено 60 пожарных машин. Дополнительно, по решению губернатора Пермского края Дмитрия Махонина, пожарные подразделения получают еще 33 новых автомобиля на общую сумму 388 миллионов. В последние годы одна из важных задач регионального правительства – строительство новых пожарных депо. Всего на пожарную безопасность в Пермском крае по краевой госпрограмме в 2023 году выделено более 1 миллиарда 476 миллионов рублей. В соответствии с ними, в комнатах квартир и жилых домов, не подлежащих защите системами пожарной защиты или системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, в которых проживают многодетные семьи, семьи в трудной жизненной ситуации и социально опасном положении, должны быть оборудованы и находится в рабочем состоянии автономные дымовые пожарные извещатели. В Пермском крае осуществляется безвозмездное предоставление и установка дымовых извещателей АДПИ в жилых помещениях, где проживают данные категории граждан. Конструкция автономного дымового пожарного извещателя (АДПИ) не предусматривает соединений с электрической сетью. Установку, монтаж АДПИ можно произвести самостоятельно в соответствии с прилагаемой к нему инструкцией.

Таким образом, для пожарной безопасности объекта с массовым пребыванием людей Пермского края необходимо поддерживать постоянный контроль за производственным процессом, проводить специальные мероприятия по борьбе с вредными выбросами и объемами возрастающих техногенных отходов. При строгом следовании правилам пожарной безопасности и оперативной проверке оборудования, соблюдении и внедрении ряда мероприятий, объект будет абсолютно пожаробезопасным для работников.

Причинами пожаров на объектах с массовым пребыванием людей могут быть несовершенство технологических процессов и оборудования, износ технологического оборудования и его отдельных деталей, использование в качестве сырья и материалов горючих, агрессивных и токсических веществ,

некомпетентность и ошибочные действия производственного персонала и многое другое.

Объектом исследований являлся ООО ТД «Уралхиммаш» г.Пермь.

Предметом исследований была выработка мероприятий по пожарной безопасности, охране труда и предотвращению негативного воздействия на окружающую среду.

Целью данной выпускной квалификационной работы являлся анализ пожарной безопасности объекта с массовым пребыванием людей – ООО ТД «Уралхиммаш» и совершенствование расчетных методов, направленных на оценку безопасности людей при пожаре, разработка алгоритмов моделирования процессов управления производственной технической системой с разрешением возникающих технических, технологических, эколого-экономических проблем, включая диагностику состояния системы пожарной безопасности производственного объекта, вероятность нестандартных ситуаций, их оценку, определение приоритетов действий и их планирование.

В задачи данной работы вошли следующие пункты:

1. Требования пожарной безопасности для объектов с массовым пребыванием людей.
2. Разработка инженерных систем, необходимых для обеспечения требований пожарной безопасности.
3. Организация процесса эвакуации на объекте с массовым пребыванием людей.
4. Охрана труда.
5. Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.
6. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

1 Требования пожарной безопасности для объектов с массовым пребыванием людей

Известно, что на производственном объекте с массовым пребыванием людей пожар угрожает не только жизни и здоровью сотрудников, но и имуществу предприятия. В 2021г. был принят целый ряд нормативных правовых актов (НПА) и методических документов в сфере пожарной безопасности – были внесены серьезные изменения во все формы документов ССБТ. Большая часть разработанных документов, вступила в силу в 2022 и 2023 годах:

- ФЗ «О пожарной безопасности» (ст. 20, 21, 25);
- Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (ст. 1, 2, 5, 6, 103-105, главы 14-22, 26, 30, 31, таблицы 3, 12-25, 27-30);
- Постановление Правительства РФ от 22.07.2020 № 1084 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска» (пункты 5-8);
- Постановление Правительства РФ от 31.08.2020 № 1325 «Об утверждении Правил оценки соответствия объектов защиты (продукции) установленным требованиям пожарной безопасности путем независимой оценки пожарного риска» (все пункты);
- Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 г. № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации» (все пункты);
- Постановление Правительства РФ от 01.09.2021 № 1464 «Об утверждении требований к оснащению объектов защиты автоматическими установками пожаротушения, системой пожарной сигнализации, системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре» (пункты 3-15);
- Приказ МЧС России от 18.11.2021 № 806 «Об определении Порядка, видов, сроков обучения лиц, осуществляющих трудовую или служебную деятельность в организациях, по программам противопожарного инструктажа, требований к содержанию указанных программ и категорий лиц, проходящих обучение по дополнительным профессиональным программам в области пожарной безопасности» (Приложения к приказу № 1, 2, 3).

Главные нормативные документы, регулирующие пожарную безопасность объекта с массовым пребыванием людей показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Главные нормативные документы, регулирующие пожарную безопасность на объекте с массовым пребыванием людей

Документ	Реквизиты	Суть	Срок действия
Правила противопожарного режима	Постановление Правительства от 16.09.2020 № 1479	Организация пожарной безопасности на объекте защиты	До 31.12.2026
Типовые дополнительные профессиональные программы	Приказ МЧСот 05.09.2021 № 596	Обучение пожарной безопасности ответственных	До 01.03.2028
Порядок обучения по программам противопожарного инструктажа	Приказ МЧСот 18.11.2021 № 806	Порядок обучения по программам противопожарного инструктажа	До 01.03.2028
Закон о пожарной безопасности	Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ	Обязанности и ответственность	Не установлен
Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (далее - Закон № 123-ФЗ)	Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ	Требования пожарной безопасности	Не установлен

С 1 января 2021 года вступили в силу новые Правила противопожарного режима (ППР) (утв. постановлением Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479), которые устанавливают требования пожарной безопасности, определяющие порядок поведения людей, порядок организации производства и содержания территорий, зданий, сооружений, помещений организаций и других объектов защиты в целях обеспечения Пожарной безопасности.

Эксперты по пожарной безопасности подготовили инструкцию, которая поможет обучить сотрудников пожарной безопасности по новым правилам-2022. В ней описано, как определить ответственных, организовать их обучение в учебном центре по новым правилам и организовать инструктажи в своей

организации.

Перечень сотрудников, которые должны пройти обучение, в 2021г. изменили и сократили. В учебный центр теперь следует направлять только тех, кто указан в новом перечне (приложение 3 к приказу МЧС от 18.11.2021 № 806).

Комплект локальных нормативных актов, приказов, графиков и других документов, устанавливающих правила пожарной безопасности, формируется с учетом размера, структуры и других характеристик конкретного объекта с массовым пребыванием людей.

Существует набор документов, отсутствие которых грозит работодателю штрафом.

Приказы. К основным приказам, которые должны быть на каждом объекте с массовым пребыванием людей относятся:

- «О назначении ответственных за пожарную безопасность, за обеспечение и исправное состояние первичных средств пожаротушения, за пожарную безопасность при проведении пожароопасных работ»;
- «О порядке обесточивания электрооборудования в случае пожара и в конце рабочего дня»;
- «О порядке осмотра и закрытия помещений»;
- «О порядке уборки горючих отходов и пыли»;
- «Об определении и оборудовании мест для курения».

Для небольших предприятий противопожарный режим можно установить одним общим приказом, перечислив в нем все инициированные работодателем мероприятия: оборудование мест для курения, разработку планов эвакуации и инструкций по пожарной безопасности, обучение персонала.

Инструкции. Для каждого производственного объекта с массовым пребыванием людей рекомендуется разработать комплект инструкций, в который в обязательном порядке должны входить: инструкция о мерах пожарной безопасности; для ответственного за пожарную безопасность; по эксплуатации противопожарного водопровода; по техническому

обслуживанию огнетушителей.

Утвержденная руководителем предприятия, распечатанная инструкция о действиях персонала в случае пожара и эвакуации из помещений должна находиться в общедоступном месте.

– Документы по обучению персонала - по пожарно-техническому минимуму для тех сотрудников, которые перечислены в приложении 3 к приказу МЧС от 18.11.2021 № 806.

– Журналы по пожарной безопасности объекта с массовым пребыванием людей – для регистрации противопожарных инструктажей; для учета первичных средств пожаротушения.

Организации с массовым пребыванием людей в РФ с 1 января 2021 года обязали вести журнал эксплуатации систем противопожарной защиты.

Для контроля над состоянием систем противопожарной безопасности ведётся журнал эксплуатации систем противопожарной защиты в интернете или же разрабатывается собственная форма документа.

Работодатель определяет с учетом специфических особенностей предприятия - величины, сферы деятельности, количества производственных помещений, в которых установлены системы противопожарной защиты, их состава, сколько томов журналов эксплуатации систем противопожарной защиты завести. Согласно официальному письму МЧС от 14.01.2021 № ИГ-19-54 журнал эксплуатации систем противопожарной защиты на предприятии может вестись как в бумажном, так и в электронном виде.

Риск возникновения пожара или возгорания – один из самых опасных, напрямую влияет на жизнь и дееспособность работников. В связи с чем специалисту по пожарной безопасности необходимо иметь специальное образование.

Для того, чтобы разобраться в своде норм и правил, исполнить все предписания грамотно, а также учесть все существующие изменения, введенные в Пожарной безопасности с 1 марта 2022 года – специалисту предприятия нужно пройти курсы повышения квалификации по пожарной безопасности. Если работник ранее осуществлял работы на другой должности,

то он должен обязательно пройти профессиональную переподготовку по пожарной безопасности.

К сводам правил в области пожарной безопасности, действующих на данный момент относятся следующие, которые вступил в силу в:

2009 году:

– СП 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности»;

– СП 9.13130.2009 «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации»;

– СП 11.13130.2009 «Места дислокации подразделений пожарной охраны. Порядок и методика определения»;

– СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»;

2013 году:

– СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям». (Частично действует, последние изменения вступят в силу с 1 декабря 2022 года);

– СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности». (С изменениями от 2020 года);

2020 году:

– СП 2.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты»;

– СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы»;

– СП 8.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения»;

2021 году:

– СП 484.1311500.2020 «Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила

проектирования»;

– СП 485.1311500.2020 «Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования»;

– СП 486.1311500.2020 «Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Нормы и правила проектирования»;

– СП 6.13130.2021 «Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности»;

– СП 10.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности»;

Вывод: Таким образом, нормативно-правовые акты по пожарной безопасности постоянно обновляются и дорабатываются, учитываются инновационные направления, особенности прогресса. В настоящее время произошли серьезные изменения методического и правового регулирования с целью повышения уровня пожарной безопасности производственных объектов с массовым пребыванием людей.

2 Разработка инженерных систем, необходимых для обеспечения требований пожарной безопасности

Исследуем систему пожарной безопасности объекта с массовым пребыванием людей на примере предприятия химической отрасли ООО ТД «Уралхиммаш» г.Пермь. Торговый дом «Уралхиммаш» входит в число юридических лиц ОАО «ОХК «Уралхиммаш» и фактически является структурным торговым подразделением компании.

Открытое акционерное общество «Объединенная химическая компания «Уралхиммаш» (ОАО «ОХК «Уралхиммаш») – крупное химическое предприятие Российской Федерации, СНГ и Восточной Европе. Компания – лидер в России по производству аммиачной селитры, а также аммиака и азотных удобрений. Компания реализует продукцию, производимую на основных предприятиях: ОАО «Завод минеральных удобрений Кирово-Чепецкого химического комбината», г. Кирово-Чепецк, Кировская область; филиал «Азот» ОАО «ОХК «Уралхиммаш», г.Березники, Пермский край; ОАО «Воскресенские минеральные удобрения», г.Воскресенск, Московская область.

ООО ТД «Уралхиммаш» расположен в северной части города Пермь и состоит из двух площадок, разделенных шоссе «Северный обход Перми». Ситуационный план ООО ТД «Уралхиммаш» показан на листе 1. Все сооружения, здания и технологическое оборудование, связанное с процессом производства аммиака находится на новой площадке завода. ООО ТД «Уралхиммаш» обслуживает 40ПЧ г.Пермь. Расстояние от цеха синтеза аммиака ООО ТД «Уралхиммаш» до пожарной части 10 километров.

Получение аммиака разбито на несколько стадий, поэтому технологическое оборудование аммиачной станции ООО ТД «Уралхиммаш» разнесено по различным корпусам: компрессорная станция (801), цех синтеза аммиака (802).

В помещении цеха синтеза аммиака выполнена приточная и вытяжная вентиляция через дефлекторы. Отопление принято - воздушное, совмещенное с приточной вентиляцией. В качестве теплоносителя для отопления принят

насыщенный пар давлением 2 атмосферы. В вытяжных камерах установлены два вентилятора - рабочий и резервный.

Энергоснабжение осуществляется от трансформаторной подстанции № 5 корпуса 806. Светильники выполнены в корпусе 801, 802 - НЧБ-300.

Корпус обеспечен телефонной связью АТС завода. Для вызова пожарной охраны с западной стороны части здания размещен ПКИЛ - 9 - 1 шт.

На ООО ТД «Уралхиммаш» выпускаются два сорта жидкого аммиака и водный раствор аммиака. Аммиачная вода (ГОСТ 9-77*) выпускается с содержанием аммиака не менее 25% и получается поглощением газообразного аммиака водой, освобожденной от кислорода и солей кальция и магния.

Наиболее пожароопасным аппаратом технологического процесса получения аммиака – результат синтеза аммиака, при котором могут возникнуть повреждения, и выход наружу водорода и паров ЛВЖ из технического оборудования, с самовоспламенением при взаимодействии с воздухом. Таким образом возникают повышенные давления в реакторе синтеза аммиака, укажем основные причины их возникновения:

- нарушение температурного режима (перегрев исходного сырья, ухудшение теплоотвода из реакционной зоны);
- спекание и измельчение катализатора, в результате чего повышается гидравлическое сопротивление слоя;
- прогар труб, из-за которого возможна авария или пожар; попадание в реактор жидкого продукта и его вскипание.

На ООО ТД «Уралхиммаш» аммиак получают из циркуляционного газа, полученного из природного газа, в корпусе 802 - цехе синтеза аммиака. Цех расположен в центральной части новой площадки и представляет собой трехэтажное производственное здание II степени огнестойкости. Размеры цеха в плане 24х12 метров, по высоте он разбит на трёх-, двух- и одноэтажные части. В трёхэтажной части здания размещается аммиачное отделение, наиболее взрывопожароопасная часть здания, соединенная с компрессорной галереей. План и разрез цеха синтеза аммиака представлены на листах 4 и 5 соответственно. Для эвакуации людей из помещений, в корпусе выполнены 2 железобетонные

лестничные клетки в капитальных стенах.

Водоснабжение осуществляется от кольцевой водопроводной сети диаметром 200 мм, водоотдача сети создается при давлении 2 атмосферы. Ближайшие пожарные гидранты расположены на расстоянии ПГ-21 - 30 м, ПГ-22 - 40 м, ПГ-23 - 105 м, ПГ-24 - 135 м, ПГ-43 - 50 м, ПГ-42 - 120 м, ПГ-41 – 140 м. Источниками внутреннего пожаротушения являются внутренние пожарные краны – 7 штук, и огнетушители ОУ – 80 – 2 штуки, ОУ – 10 – 12 штук.

Решения по водоснабжению и водоотведению разработаны в соответствии с техническими условиями МП ПО «Водоканал» г. Пермь от 31.07.22г. №3/7-11.

Источником хозяйственно-питьевого и противопожарного водоснабжения объекта, является существующая сеть хозяйственно-питьевого водопровода Пермского промузла диаметром 150 мм, проходящая по третьему проезду.

Водоотведение бытовых сточных вод предусмотрено в существующую сеть бытовой канализации, проходящую по третьему проезду.

Отвод дождевых сточных вод с площадки предприятия предусмотрен закрытой системой дождевой канализации на проектируемые очистные сооружения дождевой канализации производительностью 10 л/с с последующим отведением очищенных дождевых сточных вод в существующую сеть дождевой канализации.

Для учета расхода воды на площадке предприятия, в соответствии с техническими условиями МП ПО «Водоканал», в колодце на вводе на площадку предусмотрен счетчик холодной воды ВСКМ-20.

Эстакада железнодорожная сливная выполнена из негорючих конструкций. Несущие конструкции (железобетонные колонны) имеют предел огнестойкости 2 часа. Территория, занятая сливной эстакадой, имеет монолитное бетонное покрытие с уклоном 2% в сторону отводных лотков, ограничивающих территорию эстакады.

В производственном здании предусматривается по два порошковых огнетушителя объемом 5 л на каждом этаже, общее количество - 6.

На территории цеха синтеза аммиака предусматривается установка двух пожарных щитов типа ЩП-В. Объем ящика с песком составляет 1 м³, размер кошмы - 2 x 2 м. Рядом с каждым пожарным щитом установлена бочка с водой объемом 0,2 м³.

По технологическому регламенту устанавливаем, какие из аппаратов содержат горючие жидкости, газы, измельченные вещества или пыль. Внутри таких аппаратов пары, газы или пыль в различные периоды эксплуатации могут быть воспламеняемыми или взрывопожароопасными. Поскольку пожароопасные концентрации создаются при строго определенных условиях, то знание этих условий необходимо для разработки эффективных мер противопожарной защиты.

Какие вещества обращаются в производстве и каково их количество, определяем по данным технологического регламента.

Пожаровзрывоопасность веществ, участвующих в процессе производства аммиака на ООО ТД «Уралхиммаш», приведена в табличной форме: таблицах В.1–В.7.

На основании представленных данных наиболее пожароопасными веществами в технологическом процессе производства аммиака являются: аммиак, аммиачно-водородные смеси, водород с низким концентрационным пределом. Средствами тушения для этих веществ являются азот, комбинированные составы диоксида углерода и хладона 114В2, вода.

Для обеспечения безопасности работы аппаратов с аммиаком на предприятиях с массовым пребыванием людей предусмотрены следующие технические решения:

- рабочая концентрация аммиака в аппаратах устанавливается выше верхнего или ниже нижнего пределов воспламенения с учетом запаса надежности;
- поддерживается контроль за соотношением смеси горючее — окислитель, с помощью автоматических регуляторов соотношения и автоматических регуляторов давления газов; стационарных газоанализаторов.

Источники и системы водоснабжения и канализации, расходы и запасы воды для водоснабжения, требования к качеству воды определены в соответствии с требованиями СП. В качестве источников водоснабжения цеха синтеза аммиака приняты водопроводные системы предприятий, населенного пункта г.Пермь, самостоятельный водозабор поверхностных вод. Удаление атмосферных вод с территории осуществляется в дренажную емкость, для последующей утилизации при содержании аммиака в концентрациях, превышающих установленные нормы.

На территории аммиачной станции устроены аварийные души и раковины самопомощи, фонтанчики для промывания глаз и для смыва жидкого аммиака. Аварийные души, фонтанчики располагаются на видных доступных местах: по два умывальника с направленной вверх струей и по одному неавтоматизированному душу с напорным баком вместимостью не менее 200 л. Смывание водой небольших проливов жидкого аммиака производится при условии соотношения воды и смываемого аммиака не менее 10:1, локализация небольших проливов аммиака – осуществляется углекислотой. Смывание и разбавление водой больших количеств пролитого аммиака не допускается из-за увеличения концентрации аммиака в воздухе, за счет испарения аммиака под действием тепла, выделяющегося при растворении аммиака в воде.

Проектные решения разработаны в соответствии с противопожарными требованиями «Технического регламента о требованиях пожарной безопасности», положениями Сводов правил (далее - СП), применяемых на добровольной основе и других действующих нормативных документов по пожарной безопасности.

Система обеспечения пожарной безопасности предусматривает:

- размещение зданий и наружных установок с соблюдением нормативных противопожарных расстояний.
- разделение зданий на пожарные отсеки,
- использование пожарной сигнализации для обнаружения пожара;
- заполнение проемов в противопожарных преградах

противопожарными дверями, окнами, люками;

- обеспечение необходимой эвакуации людей при пожаре, в том числе, оборудование самостоятельными эвакуационными выходами, обеспечение ихнеобходимого количества и размер;

- использование отделочных, облицовочных материалов и покрытия полов соответствующие требованиям действующих норм;

- оборудование системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре;

- обеспечение условий для деятельности пожарных подразделений по проведению спасательных работ и тушению пожара;

- комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.

Эвакуация людей из пожарных отсеков здания и помещений обеспечивается по эвакуационным путям, независимо от оказания помощи извне и является безопасной.

В целях противопожарной защиты зданий применены конструкции, материалы, оборудование, системы и другие средства, обеспечивающие надлежащий уровень защиты и надежности, установленной стандартами, нормами и правилами.

Здания размещаются с соблюдением противопожарных норм и обеспечены подъездами для пожарных автомобилей в соответствии с требованиями 123-ФЗ и п. 6.1.2. СП 4.13130.2013 [47].

В противопожарных расстояниях между зданиями не предусматривается размещение зданий, сооружений, магистральных газопроводов, нефтепроводов, ЛЭП.

Наружное пожаротушение производственного корпуса №802 осуществляется от пожарных гидрантов, расположенных на сети объектового наружного противопожарного водопровода, обеспечивающего расход не менее 20 л/с, и располагаемых на расстоянии, не превышающем 25 м от периметра цеха. Давление в водопроводе поддерживается насосной станцией второго подъема, установленной рядом в водоприемном устройстве морского

водозабора. Всего на территории ООО ТД «Уралхиммаш» 33 пожарных гидранта.

Площадка ООО ТД «Уралхиммаш» имеет два въезда для пожарной техники и обеспечена кольцевыми проездами, имеющими подъезд ко всем цехам и наружным технологическим установкам.

Проезд пожарной техники вокруг объектов обеспечивается по дорогам с твердым покрытием. Ширина проезжей части автодорог принята не менее 6 м. Тупиковые дороги не предусмотрены.

С целью быстрого нахождения пожарными подразделениями мест размещения пожарных гидрантов и в соответствии предусматривается установка указателей на высоте 2,5 м от земли на стенах зданий. Указатели места расположения пожарных гидрантов выполняются с флуоресцентным или светоотражающим покрытием, с нанесением цифровых значений расстояний до пожарного гидранта в метрах и указанием диаметра трубопровода.

Таким образом, наружный водопровод и подъезды для пожарной техники соответствуют требованиям СП 8.13130.2009 [51], расстановка пожарных гидрантов на водопроводной сети обеспечивает пожаротушение объекта защиты не менее, чем от 2-х ближайших пожарных гидрантов при расходе воды на наружное пожаротушение 15 л/с и более.

Степень огнестойкости производственного корпуса № 802 принята по таблице 6.1 СП 2.13130.2012 [44] и зависит от класса функциональной пожарной опасности здания (Ф5.1), категории здания по взрывопожарной и пожарной опасности (Б), высоты здания в наивысшие точки (12м.), площади этажа в пределах пожарного отсека (864м²), этажности и пожарной опасности происходящих в нем технологических процессов. Класс функциональной пожарной опасности здания принят в соответствии с разделом 6 [44] и пожарной опасности технологических процессов.

Пределы огнестойкости соответствуют принятой степени огнестойкости зданий, сооружений, строений и пожарных отсеков. Соответствие степени огнестойкости здания и пожарных отсеков, а также предела огнестойкости

применяемых в них строительных конструкций приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Пределы огнестойкости строительных конструкций здания

Степень огнестойкости здания	Предел огнестойкости строительных конструкций						
	Несущие стены, колонны	Наружные несущие стены	Перекрытия междуэтажные (в том числе чердачные над подвалами)	Строительные конструкции бесчердачных покрытий		Строительные конструкции лестничных клеток	
				настилы	фермы, балки, прогоны	внутренние стены	марши и площадки лестниц
II	R 90	E 15	REI 45	RE 15	R 15	REI 90	R 60

Здание производственного корпуса №802 по функциональной пожарной опасности относится к классу Ф5.1, степень огнестойкости – II. Огнестойкость здания в целом достигается за счет применения металлических колонн из прокатного двутавра профиля 40К3 (СТО АСЧМ 20-93) с приведенной толщиной 10,48 мм и покрытием фосфатным огнезащитным составом с толщиной сухого слоя краски не менее 32,7 мм. Необходимую прочность, жесткость и устойчивость конструкция здания имеет за счет работы рамы каркаса в поперечном направлении, выполненные двутавром 35Ш2 с приведенной толщиной металла 6,11 и покрытием конструкций огнезащитным составом с толщиной сухого слоя краски не менее 2,9 мм. Кровельный диск получает жесткость за счет применения горизонтальных связей по кровле швеллером №18 и №22 с приведенной толщиной металла 3,29 и 3,67 соответственно и покрытием огнезащитным составом с толщиной сухого слоя краски не менее 1,5 мм. Наружные не несущие стены выполнены из стеновых трехслойных «сендвич»-панелей «Белпанель С-4» толщиной от 50 мм (EI 30) и перегородки от 80мм (EI60) до 150 мм (EI 150), классом пожарной опасности К0, имеющими соответствующие сертификаты. Кровля бесчердачная, выполнена из «сендвич»-панелей «Белпанель К-4»: толщина 80 мм (RE30),

120мм (RE45) и 150мм (RE60). Окна выполнены из стекла толщиной 3 мм, одностворчатые – играют роль легкосбрасываемых конструкций.

Производственные помещения отделены от служебно-бытовых помещений перегородками толщиной 380 мм из газосиликатных блоков, с армированием арматурой А2 диаметром 6 мм. Несущие конструкции в местах кладки оштукатурены цементно-песчаным раствором М150, по металлической сетке, толщиной не менее 40 мм.

Конструктивно здание производственного корпуса №802 в поперечном направлении разделено огнепреграждающими перегородками 2-го типа на четыре отсека по осям «5/1», «13» и «16».

Строительные конструкции, участвующие в обеспечении устойчивости перекрытий, выполнены с пределом огнестойкости не ниже предела огнестойкости перекрытия.

В местах пересечения инженерными коммуникациями противопожарных преград предусмотрена заделка неплотностей негорючими материалами, с пределом огнестойкости, равной пределу огнестойкости конструкции, которую они пересекают.

Расчет предела огнестойкости металлической колонны выполнен по методике, описанной в [44] и приведен в Приложении М.

Железобетонное перекрытие обеспечивает требуемый предел огнестойкости по потере, несущей и теплоизолирующей способностей.

Категорирование помещений по взрывопожарной и пожарной опасности осуществляется, согласно СП 12.13130.2009 [43] и применяется к производственным и складским помещениям.

Для расчета категорий взрывопожарной и пожарной опасности не целесообразно вести расчет по каждому участку, узлу и помещению цеха синтеза аммиака, огражденного противопожарными стенами или иными перегородками, для вывода категории взрывопожарной и пожарной опасности всего цеха. Так как суммарная площадь этих помещений занимает менее 20% площади цеха, что не может повлиять на категорию взрывопожарной и пожарной опасности рассчитанную для всего цеха в соответствии с

требованиями СП.

В соответствии с технологическим процессом в цехе синтеза аммиака применяются следующие материалы: аммиак – 500 кг; оборудование – 2000 кг.

Исходные данные:

- высота помещения $H = 12$ м,
- площадь помещения $S = 264$ м²,
- объем помещения $V_{\text{п}} = 3168$ м³,
- свободный объем $V_{\text{св}} = 0,8 \times 3168 = 2534,4$ м³.

Наиболее опасным компонентом является аммиак. $T_{\text{всп}} < 28^{\circ}\text{C}$, химическая формула - NH_3 , молярная масса $M = 17,03$ кг/моль.

Рассматриваем вариант аварийного выхода аммиака.

Расчет ведется по определению избыточного давления взрыва ΔP :

$$\Delta P = (P_{\text{max}} - P_0) \times (m \times Z / V_{\text{св}} \times \rho_{\text{гп}}) \times (100 / C_{\text{ст}}) \times (1 / K_{\text{н}}), \quad (1)$$

где P_{max} - максимальное давление взрыва стехиометрической газозвушной или парозвушной смеси в замкнутом объеме, определяемое экспериментально или по справочным данным. Допускается принимать $P_{\text{max}} = 588$ кПа;

P_0 – начальное давление. Допускается принимать $P_0 = 101$ кПа;

m – масса газа, поступившего в помещение, кг;

Z – коэффициент участия горючего во взрыве, принимаем $Z = 0,5$;

$\rho_{\text{гп}}$ – плотность газа или пара. Определяется при расчетной температуре:

$$\rho_{\text{гп}} = M / [V^{\circ} \times (1 + 0,003677 \times t_p)] = 0,72, \quad (2)$$

где t_p – расчетная температура,

$$t_p = 550 \text{ C}^{\circ};$$

V° – мольный объем,

$$V^{\circ} = 22,413 \text{ м}^3 \text{ моль};$$

M – молярная масса ($M = 17,03$ моль);

$C_{ст}$ – стехиометрическая концентрация газа вычисляется по формуле:

$$C_{ст} = 100 / (1 + 4,84 \times \beta), \quad (3)$$

где β – стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания

$$\beta = n_c + (n_h - n_x) / 4 - n_o / 2, \quad (4)$$

где n_c , n_h , n_x , n_o – число атомов С, Н, О и галоидов в молекуле горючего, химическая формула аммиака NH_3 .

$$\beta = (3 - 1) / 4 = 0,5,$$

$$C_{ст} = 100 / (1 + 4,84 \times 0,5) = 29 \%$$

$$\Delta P = (588 - 101) \times (500 \times 0,5 / 2534,4 \times 0,597) \times (100 / 29) \times (1 / 3) = 9 \text{ кПа}.$$

Вывод: Так как $T_{всп}$ аммиака $< 28 \text{ C}^\circ$, а $\Delta P = 9 \text{ кПа}$, что больше 5 кПа , следовательно, помещение производства аммиака ООО ТД «Уралхиммаш» относится к категории А.

Здание производственного корпуса №802 относится к категории Б, так как площадь помещений категорий А не превышает 25% от площади всего здания, а взрывопожароопасные помещения оборудованы порошковыми установками пожаротушения.

В связи с большой разницей в величинах требуемых напоров в г.Пермь и промышленной зоне «Уралхиммаш», а также нецелесообразностью поднимать всю воду на максимальные отметки водопроводная сеть делится на две зоны. Принимается схема прямого параллельного зонирования: на водоочистных сооружениях предусматриваются две группы насосов, одна из которых подает расчетный расход воды в г.Пермь, а вторая (с бóльшим напором) – на нужды «Уралхиммаш».

Зонирование городских водопроводных сетей вызвано следующими причинами [11]:

а) Техническими – при:

1) большой разнице отметок водоснабжения территории (вертикальное);

2) большой протяженности сети и, следовательно, больших потерях напора в ней (горизонтальное).

б) Экономическими – при большой разнице в величинах требуемого напора и нецелесообразностью поднимать всю воду на максимальные отметки. При зонировании снижается расход электроэнергии на подъем воды, однако появляются расходы на строительство и эксплуатацию насосной станции или водовода.

Приняты два решения водопроводной сети:

- первый вариант – водопроводная сеть проектируется общей для г.Пермь и «Уралхиммаш». В этом случае насосная станция второго подъема должна подавать весь расчетный расход $Q=155520 \text{ м}^3/\text{сутки}$ с напором $H=60 \text{ м}$;

- второй вариант – водопроводная сеть делится на две зоны: первую, в которую должно подаваться $Q_1=11151 \text{ м}^3/\text{сутки}$; вторую, в которую подается оставшийся расход $Q_2=144369 \text{ м}^3/\text{сутки}$.

Согласно гидравлическому расчету для обеспечения водой первой зоны насосы должны развивать напор $H_2=60 \text{ м}$.

Расстояние от резервуаров до начала сети первой зоны $L=0,5 \text{ км}$; стоимость одного кВт-часа $\sigma=0,01 \text{ руб}$; КПД насосной станции $\eta = 0,7$.

Определим – насколько эффективно зонирование, для этого сравним дополнительные затраты, которые возникают в результате строительства водовода в одну из зон, также они связаны с эксплуатационными расходами для организации подъема воды в первой зоне высотой 60 м, с ситуацией без зонирования.

Стоимость 1 км водовода согласно базисной цене составляет 24900 руб., стоимость всего водовода $K_2=0,5 \cdot 24900=12450 \text{ руб}$.

Расходы на амортизацию и текущий ремонт вычисляются по формуле:

$$A = \frac{(5,8 + 2,3)}{100} 12450 = 1010 \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

Приведенные затраты по второму варианту (с устройством зон) вычислим по формуле:

$$П_2 = A_2 + \varepsilon_n \cdot K_2, \text{ руб/год}; \quad (5)$$

$$П_2 = 1010 + 0,12 \cdot 12450 = 2500 \text{ руб/год.}$$

Оплата электроэнергии, которая должна быть затрачена на подъем воды в количестве $Q_1=11151 \text{ м}^3/\text{сутки}$ при отсутствии зонирования вычислим по формуле:

$$E_1 = \frac{Q_1 \cdot H_2}{\eta} \sigma, \frac{\text{руб}}{\text{год}}; \quad (6)$$

$$E_1 = \frac{11151 \cdot 60}{0,7} 0,01 = 9558 \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

Из приведенных расчетов в приложении Г видно, что вариант с зонированием экономически более выгоден, чем объединенная водопроводная сеть.

Гидравлический расчет пожарного водопровода, подбор водомера приведен в приложении Д [1], [2], [3].

Принимаем противопожарные насосы марки ЗК-6 (1 рабочий и 1 резервный) со следующими механическими характеристиками: расход $Q=30,6 \text{ м}^3/\text{ч}$, напор $H = 30-45 \text{ м}$, потребляемая мощность $N=17 \text{ кВт}$.

Вывод: Проведение организационных и технических мероприятий по разработке систем противопожарного водоснабжения и защите помещений и сооружений от пожара при помощи автоматических установок пожаротушения с помощью подобранных противопожарных насосов марки ЗК-6 (1 рабочий и 1 резервный) значительно повысит уровень пожарной безопасности производственного объекта с массовым пребыванием людей.

3 Организация процесса эвакуации на объекте с массовым пребыванием людей

Эвакуационные выходы и эвакуационные пути на объекте с массовым пребыванием людей «Уралхиммаш» предусмотрены в соответствии с требованиями 123-ФЗ и СП 1.13130.2009 [40]. Эвакуационные пути из помещений обеспечивают безопасную эвакуацию людей через эвакуационные выходы из помещений, без учета применяемых средств пожаротушения и дымоудаления в них.

Количество и ширина эвакуационных выходов из помещений, с этажей и из зданий (отсеков) зависят от максимально возможного числа эвакуирующихся через них людей и бесчердачная предельно допустимого расстояния от бесчердачная наиболее удаленного места возможного пребывания людей (рабочего места) до ближайшего эвакуационного выхода. Высота эвакуационных выходов составляет не менее 2 м и ширина не менее 1,2 м.

В цехе синтеза аммиака двери в противопожарных преградах и лестничных клетках снабжены устройствами, способствующими самозакрыванию и уплотнениями в притворах.

Пути эвакуации отделаны строительными материалами, которые имеют сертификаты пожарной безопасности (имеют соответствующие группы горючести, токсичности и дымообразующей способности) с показателями не более указанных в [40], [41], [46]: КМ2-стены и потолки вестибюлей, лестничных клеток Г1, В1, Д3, Т2; КМ3- стены и потолки в общих коридорах, холлах, фойе РП1, Г2, В2, Т2; Д3; КМ3- покрытие полов в вестибюлях лестничных клетках Г2, В2, Т2; Д3; КМ4- покрытие полов в общих коридорах и холлах РП2, Г2, В2, Д3, Т3.

Эвакуационные выходы из помещений предусмотрены в соответствии с [46]:

- из помещений 1-го этажа: через коридор, который ведет наружу;
- из помещений 2-го этажа: через коридор, который ведет

непосредственно в лестничную клетку,

- из помещения в соседнее помещение, которое имеет выход в коридор и ведет непосредственно наружу или в лестничную клетку.

- производственные помещения, в которых не предусматривается постоянное пребывание рабочих, оборудованы дополнительными выходами на наружные пожарные лестницы.

В здании цеха синтеза аммиака имеются две эвакуационные лестницы, одна - типа Н2 с естественным освещением через остекленные проемы в наружных стенах на каждом этаже и подпором воздуха в верхней части лестницы, лестница – типа Л2 расположена с естественным освещением через остекленный проем впокрытии 2Х2,3м и просветом между маршами шириной не менее 0,7 м. Лестничные марши и площадки имеют ограждения высотой не менее 1,2 м. с поручнями.

Все двери выходов, предназначенных для эвакуации, не имеют запоров, препятствующих их свободному открыванию изнутри без ключа.

Ширина эвакуационных коридоров предусмотрена не менее 1,2м.

Системы отопления и вентиляции запроектированы в соответствии с требованиями СП 7.13130.2013 [50]:

- приточная система вентиляции, обслуживающая помещение категории А, запроектировано в обычном исполнении с установкой взрывозащищенных обратных клапанов и размещено в выгороженных отдельных помещениях [50];

- вытяжные вентиляторы установленные в помещении категории А и Б, выполнены во взрывозащищенном исполнении [50];

- оборудование, трубопроводы и воздуховоды систем отопления и вентиляции заземлены.

- воздуховоды, которые обслуживают помещение категории А и Б, снабжены огнезадерживающими и обратными клапанами, выполненными во взрывозащищенном исполнении [26];

- огнезадерживающие клапаны оснащены автоматически и дистанционно управляемыми приводами (ст.138 123-ФЗ),

- транзитные воздуховоды в тамбур-шлюзах при помещениях категории А и Б имеют предел огнестойкости EI 150 за пределами пожарного отсека [50].

Тушение пожара должно выполняться в соответствии с установленными требованиями приказа от 11 декабря 2020 г. №881н «Об утверждении правил по охране труда в подразделениях пожарной охраны».

В целях обеспечения деятельности пожарных подразделений в зданиях и на территории предусмотрено:

- устройство проездов и подъездных путей;
- наружного противопожарного водопровода.

При проведении разведки объекта пожара необходимо ознакомиться с документацией и сведениями, представляемыми должностными лицами объекта пожара, знающими его планировку и особенности, и грамотно их использовать.

При пожаре электроустановки, находящиеся под напряжением, отключаются (обесточиваются) по указанию РТП.

По указанию РТП, если существует опасность для личного состава, возникновения новых очагов пожара, то электропровода и иные токоведущие элементы, находящиеся под напряжением до 0,22 кВ включительно, необходимо обесточить.

Отключение осуществляется с соблюдением требований техники безопасности и учетом особенностей технологического процесса.

Для обеспечения подъема личного состава подразделений пожарной охраны и пожарной техники на кровлю зданий проектом предусмотрено устройство наружных пожарных лестниц типа П2, а на перепадах высот здания предусмотрены наружные пожарные лестницы типа П1. Кровля здания имеет ограждение с перилами высотой 0,6м.

Проведем расчет необходимого времени эвакуации при пожаре цеха синтеза аммиака.

Необходимое время эвакуации – время с момента возникновения пожара, в течение которого люди должны эвакуироваться в безопасную зону

без причинения вреда жизни и здоровью людей в результате воздействия опасных факторов пожара.

Цех синтеза аммиака имеет категорию Б по взрывопожарной и пожарной опасности и является пожароопасным помещением. Так как в технологическом оборудовании обращается горючая жидкость – жидкий аммиак с температурой вспышки $t_{\text{вс}}=132^{\circ}\text{C}$, избыточное давление взрыва превышает 5кПа. При этом удельная пожарная нагрузка на участке $g>2200$ МДж·м⁻².

Данное помещение необходимо обеспечить пожарными извещателями и установками пожаротушения. В соответствии с проектной и нормативной документацией, отделение оборудуется модулями порошкового пожаротушения. Следовательно, необходимо определить первичный признак пожара и время задержки пуска пожаротушения, которое принимается равным необходимому времени эвакуации. Расчет требуемого времени эвакуации из цеха синтеза аммиака приведен в приложении Е.

Цех синтеза аммиака оборудован модулями порошкового пожаротушения «Буран-8У», следовательно, необходимо предусмотреть задержку пуска не менее 68,8 с. Выполнен расчет необходимого времени эвакуации при пожаре в рассматриваемом помещении (приложение Е). Первичный признак пожара - потеря видимости в дыму, поэтому необходимо установить преимущественно дымовые пожарные извещатели.

Оборудованию автоматическими установками пожарной сигнализации (АУПС) подлежат все помещения, кроме помещений: с мокрыми процессами; венткамер (приточных и вытяжных), насосных водоснабжения, других помещений для инженерного оборудования здания, в которых отсутствуют горючие материалы; категории В4 и Д по пожарной опасности;

Выдача всех тревожных сообщений «Пожар» и «Неисправность» происходит на пульт интегрированной системы охраны «ОРИОН», располагающейся в помещении с круглосуточным пребыванием людей.

Производственные помещения категории В2, В3 площадью до 1000 м² оборудуются установками пожарной сигнализации.

Системой пожаротушения оборудуются помещения категории А и Б независимо от площади, и помещения категории В1 площадью, которых составляет более 300м². Таким образом, системой пожаротушения оборудуются следующие помещения: цех синтеза аммиака (пом. 802); компрессорная (пом. 806); холодильная камера (пом. 822); отделение внесения катализатора (пом. 855 и 875).

Система пожарной сигнализации выполнена на основании требований, изложенных в документе СП 5.13130 2009 [48] с использованием информации о площади помещений и категории по взрывопожарной и пожарной опасности.

В помещениях повышенной взрывопожарной и пожарной опасности использовано оборудование во взрывозащищенном исполнении, шлейфы пожарной сигнализации проведены с использованием искробезопасных барьеров и устройств, понижающих напряжение шлейфа до 12В. Использован негорючий кабель в броневой защите.

Система сигнализации собрана на оборудовании фирмы НВП «Болид», интегрированная с охранной системой «Орион» и включает в себя следующее оборудование: ППК «Сигнал-20П»; ПК «С2000-М»; контроллер «С2000 КДЛ»; дымовые пожарные извещатели «ДИП 34А»; ручные пожарные извещатели «ИПР513-3А»; линейные тепловые извещатели «ИП 102-2Х2»; блок бесперебойного питания «Скат 2400».

Для обнаружения очага пожара в служебно-бытовых помещениях и на путях эвакуации устанавливаются адресные дымовые пожарные извещатели «ДИП 34А», в производственных и складских помещениях линейные тепловые извещатели «ИП 102-2Х2», у выходов из производственных помещений и на путях эвакуации также устанавливаются ручные пожарные извещатели «ИПР513-3А».

Контроллер двухпроводной линии связи «С2000-КДЛ» предназначен для охраны объектов от пожаров путем контроля состояния адресных зон, которые в проекте представлены пожарными адресными извещателями, включенными параллельно в двухпроводную линию связи (ДПЛС), выдачи тревожных

извещений при срабатывании извещателей на ППУ «С2000-М».

Приборы и пульт, так же, объединены RS-485. В системе пульт выполняет функцию центрального контроллера, собирающего информацию с подключенных приборов и управляющего по определенному алгоритму каждым прибором, имеющим конкретный сетевой адрес.

Шлейфы интерфейса RS-485, соединяющие прибор «С2000-М» и контроллер «С2000-КДЛ» прокладываются кабелем КПСВЭВ 2х2х0,75, проложенным в гофрированных трубах ПХТ ГОСТ Р 50827-95 по слаботочным магистралям.

Питание «12В» и линии сигнализации прокладываются в тех же трубах кабелем ШВВП 2х0,75. Шлейфы извещателей в защищаемых помещениях прокладываются кабелем КСПВ 2х0,5 в электротехнических коробах 10х15мм или трубах, гофрированных ПХВ ГОСТ Р 50827-95.

Линии интерфейса RS-485 и двухпроводной линии связи (ДПЛС) прокладываются кабелем КПСВЭВ 2х2х0,75

В соответствии с СП 3.13130.2009 [46] на объекте запроектирована система оповещения 2-го типа. В помещениях с повышенным уровнем шума установлены светозвуковые оповещатели о пожаре.

Система оповещения собрана на оборудовании фирмы НВП «Болид» и состоит из следующего оборудования: ППК «Сигнал-20П»; ПК «С2000-М»; «С2000-КПБ»; блок бесперебойного питания «Скат 2400»; световые табло «Выход»; свето-звуковые оповещатели «Маяк-12КП»; сирены «АС 10».

Линии связи системы оповещения прокладываются проводом ШВВП 2х0,75 в металлорукаве. Проектирование систем пожаротушения выполнено в соответствии с СП 5.13130.2009 [48]. В соответствии с категориями по взрывопожарной и пожарной опасности и площадью, помещений, подлежащих защите автоматическими системами пожаротушения цех синтеза аммиака категории Б, площадью 864м², размещается в корпусе №802, на отметке 0,000.

Для тушения применена система порошкового пожаротушения, построенная с использованием приемно-контрольных и управляющих

пожарных приборов НВП «Болид», расширяющую существующую систему пожаротушения: С 2000М; Сигнал-20П (прибор АПС), С 2000-ПТ; С 2000-БИ; С 2000-АСПТ; С 2000-КПБ; С 2000-СП1; дымовые пожарные извещатели «ДИП 34А»; ручной пожарный извещатель «ИПР513-3А»; линейные тепловые извещатели «ИП 102-2Х2»; блок бесперебойного питания «Скат 2400»; комбинированные оповещатели «Маяк-12КП»; модули порошкового пожаротушения МПП «Буран-8Н» и «Буран-8У». Блок индикации С 2000-БИ предназначен для отображения на светодиодных индикаторах 60 разделов пожарной сигнализации всего производственного комплекса с использованием дымовых и ручных пожарных извещателей. ПКП Сигнал-20П предназначен для подключения 20 шлейфов пожарной сигнализации и передачи сообщений об их состоянии на пульт С 2000М.

Размещение оборудования: под потолком защищаемых производственных помещений подвешиваются попарно линейные тепловые пожарные (или другие комбинированные) извещатели ИП 102-2х2, которые соединяются кабелем КСПВ в металлорукаве (либо в трубе, либо в броневой защите) с блоками сопряжения, устанавливаемыми на каждом этаже по оси 16 в электротехнических шкафах 600х800 мм совместно с блоками резервированного питания РИП-24 и контрольно-пусковыми блоками С 2000-КПБ. Расстояние между осями пары извещателя ИП 102-2х2 - 10 см, расстояние между соседними осями - не более 7 м, расстояние от стен до оси извещателя - не более 3,5 м. Извещатели подвешиваются на оцинкованной проволоке диаметром 1,6 мм на расстоянии от перекрытий 30-40 см, или закрепляются непосредственно на сетчатом перекрытии. При пересечении оси подвески извещателя с производственным оборудованием направление подвески изменяется вправо или влево от оси на расстоянии не менее 10 см от оборудования. В конце каждого ИП 102-2х2 на высоте 1,5 м устанавливается устройство контроля конечное (УКК).

Модули порошкового пожаротушения МПП «Буран-8Н» закрепляются на стенах защищаемых помещений на высоте 2,5 м. Расстояние между модулями порошкового пожаротушения «Буран-8Н» не более 4 метров.

Модули порошкового пожаротушения МПП «Буран-8У» закрепляются под перекрытием в центральной части защищаемых помещений. Расстояние от стен до модулей порошкового пожаротушения «Буран-8У» не более 2,3 метров, не более 4,6 метров между ними.

При монтаже учитывать расположение оборудования и другие преграды, не увеличивая при этом предельно допустимые расстояния между модулями.

На дверях защищаемых помещений устанавливаются магнито-контактные датчики состояния дверей (ДС) типа СМК, подключаемые к соответствующей цепи С 2000-АСПТ своего направления.

Над выходами устанавливаются световые табло «ПОРОШОК - УХОДИ!», «ПОРОШОК - НЕ ВХОДИ!», «АВТОМАТИКА ОТКЛЮЧЕНА» типа «МОЛНИЯ», подключаемые к соответствующей цепи С 2000-АСПТ своего направления. В каждом защищаемом помещении устанавливаются сирены «АС 10», подключаемые к соответствующим выходам С 2000-АСПТ своего направления. У выходов на высоте 1,5 м устанавливаются ручные пожарные извещатели типа ИПР-И, подключаемые к прибору Сигнал-20П.

В диспетчерской на отм. 7.500 устанавливаются приборы С 2000-АСПТ, Сигнал-20П, блоки индикации С 2000-БИ и С 2000-ПТ, блок питания РИП-12 (исп. 05).

В ПВК у щитов управления вентиляцией устанавливаются релейные модули УК-ВК/03, подключаемые к выходам С 2000-АСПТ своего направления и включаемые в цепи управления вентиляцией производственного корпуса.

Для оповещения персонала о пожаре в помещениях устанавливаются комбинированные оповещатели «Маяк-12КП».

В отделении синтеза аммиака без учета объема, занимаемого технологическим оборудованием, разделенном на каждом этаже технологической этажерки металлическим полом, выполненным из просечного листа, на каждом этаже устанавливаются МПП «Буран-8У» в количестве не менее 6 шт., но не менее 34 шт. на объем помещения. Пуск МПП

производит одновременно во всем объеме помещения не зависимо от места возникновения пожара для создания огнетушащей концентрации порошка в помещении.

Электропитание установок АППЗ предусматривается по 1 категории надежности согласно ПУЭ от ТП 29552 (ПС 268 и ПС96) с устройством АВР.

Питание приборов пожарной сигнализации осуществляется от бесперебойных источников резервного питания «БРП-24-5/40».

Емкость встроенных аккумуляторных батарей обеспечивает, в случае отключения основного ввода, работоспособность системы пожарной сигнализации, звукового оповещения и пожаротушения в течение 24-х часов в дежурном режиме и 3-х часов в режиме пожара.

Для каждой производственной зоны в корпусе №802 предусматриваются самостоятельные механические приточно-вытяжные системы вентиляции. Приточный воздух, подогретый в зимнее время в калориферной установке, подается в верхнюю зону. Вытяжная вентиляция с механическим побуждением в объеме 1/3 и 2/3 от притока предусматривается соответственно из нижней и верхней зон зарядной. Дополнительно предусматривается вытяжная вентиляция с естественным побуждением в размере однократного воздухообмена в 1 час.

В тамбуры-шлюзы помещений категории «А» предусматривается постоянно действующая механическая приточная вентиляция с подачей наружного воздуха для обеспечения подпора воздуха отдельными системами с резервными вентиляторами.

Для помещений, оборудованных автоматическими установками пожаротушения или автоматической пожарной сигнализацией, предусматривается блокирование систем вентиляции с этими установками и автоматическое их отключение на случай пожара.

Служебно-бытовые помещения оборудуются отдельной механической приточно-вытяжной вентиляцией с превышением притока над вытяжкой для создания в этих помещениях небольшого избыточного давления. Приточная вентиляция совмещена с кондиционированием воздуха, с подачей наружного

воздуха в объеме, необходимом по нормам для людей. Вентиляция и кондиционирование предусматриваются с рециркуляцией воздуха.:

- огнезадерживающие клапаны выполнены во взрывозащищенном исполнении [50]); с пределом огнестойкости не менее EI 90, с пределом огнестойкости противопожарной преграды не менее REI 150,

- огнезадерживающие клапаны оснащены автоматически и дистанционно управляемыми приводами,

- транзитные воздуховоды в тамбур-шлюзах при помещениях категории А и Б имеют предел огнестойкости EI 150 за пределами пожарного отсека [38, 50].

Здание цеха синтеза аммиака оборудовано системами противопожарной защиты:

- внутренним противопожарным водопроводом;
- автоматической пожарной сигнализацией;
- системой оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) людей при пожаре 2-го типа;
- аварийным и эвакуационным освещением.

При возникновении пожара приемно-контрольные приборы автоматической пожарной сигнализации выдают команду на включение системы оповещения и управления эвакуацией людей.

Система автоматической противопожарной защиты обеспечивает:

- управление и контроль за состоянием оборудования (огнезащитных клапанов, блоков управления клапанами, шкафом управления задвижкой с электроприводом);
- отключение по сигналу «Пожар» систем вентиляции;

Аппаратура системы управления внутренним противопожарным водопроводом (ВПВ) обеспечивает:

- прием сигналов от ручных пожарных извещателей, приемно-контрольных приборов автоматической пожарной сигнализации (АПС) и электроконтактных манометров (ЭКМ);
- автоматический пуск рабочего пожарного насоса и открытие

задвижка с электроприводом на обводной линии водомерного узла от ЭКМ;

- дистанционное управление пожарными насосами и задвижками на обводной линии водомерного узла из помещения поста охраны;
- автоматический пуск резервного насоса в случае отказа пуска или невыхода в рабочий режим рабочего насоса.

На ООО ТД «Уралхиммаш» необходимо внедрить такие мероприятия, как: организационные, технические, режимные и эксплуатационные, пожарно-профилактические для повышения уровня пожарной безопасности аммиачной станции [29], [34], [55].

Инженерные решения по обеспечению безопасности и ограничению распространения пожара включают в себя: оборудование кровли противопожарными преградами; участки и служебные помещения оборудуются ручными пожарными извещателями; включение (отключение) энергоснабжения, электрощитов, щитовосвещения.

Пожарная безопасность объекта обеспечивается комплексом решений, направленных на предупреждение пожаров, а также мероприятий по обеспечению безопасности людей, созданию условий обеспечивающих эвакуацию людей и материальных ценностей и успешное тушение возможных пожаров.

По генеральному плану мероприятия противопожарной защиты обеспечиваются следующими решениями:

- компоновка генерального плана предприятия предусматривает четкое функциональное зонирование территории. Восточная часть площадки отведена для размещения опасных производственных объектов (сооружения технологического комплекса, обеспечивающие прием, хранение и отгрузку продуктов), западная часть - для размещения производственно-бытового здания, электростанции дизельной и перспективных объектов;
- проектируемые объекты на площадке строительства размещены в соответствии с нормативными разрывами между ними;
- по периметру сооружений технологического комплекса предусмотрены кольцевые автомобильные проезды. Планировочные отметки

проезжей части проездов выше планировочных отметок покрытия насосной установки не менее чем 0,3 м;

- для возможности перемещения вагона при пожаре, за эстакадой железнодорожной сливной предусматривается участок пути длиной 30,0 м и установка маневровой лебедки;

- автомобильные проезды на площадке запроектированы с учетом обеспечения беспрепятственного передвижения на проектируемом объекте сил и средств ликвидации последствий аварий.

На аммиачной станции предусматривается пенное пожаротушение и водяное охлаждение. Пенное тушение предусматривается передвижной и переносной пожарной техникой с помощью переносных пеногенераторов ГПС-600.

Наружное пожаротушение объектов предприятия «Уралхиммаш» предусматривается от пожарных гидрантов, предусмотренных на существующей сети хозяйственно-питьевого водопровода, проходящей по третьему проезду, и от двух пожарных резервуаров объемом 506 м³ каждый, размещаемых на площадке предприятия. Заполнение резервуаров предусматривается по пожарным рукавам от пожарного гидранта ПГ 23, размещаемого на существующей сети хозяйственно-питьевого водопровода промузла до колодца с водомером.

Сооружения, обеспечивающие пожарную защиту «Уралхиммаш» - пожарные резервуары - подземные монолитные железобетонные сооружения с размерами в плане 12,0 x 12,0 м, высотой 4,6 м. Внутренние поверхности резервуаров выполняются с торкретированием из слоя цементно-песчаного раствора. Резервуары расположены ниже глубины промерзания. Каждый резервуар имеет 4 люка-лаза, выходящие на поверхность земли. Для спуска в резервуар предусмотрены скобы и лестницы-стремянки. С двух сторон у

резервуаров выполнены площадки для подъезда пожарной техники к люкам для забора воды.

Повысим уровень пожарной безопасности объекта за счет проведения пожарно-профилактических мероприятий, то есть необходимо:

- производить проверку контура заземления электропроводящих элементов оборудования 1 раз в 6 месяцев;

- в связи с возможными причинами повреждения аппаратов на предприятии необходимо провести антикоррозионную защиту воздухопроводов оборудования;

- устраивать охлаждение поверхности емкостей для хранения аммиака посредством устройства дренчерной завесы.

Технологические решения обеспечивают максимальное снижение уровня опасности объекта путем:

- принятия технологических систем с минимально возможными относительными энергетическими потенциалами;

- размещения технологического оборудования и его оснащение приборами и системами контроля, управления и противоаварийной защиты с учетом относительных энергетических потенциалов и приведенной массе парогазовой смеси, т;

- безопасной организации производственных процессов и рабочих мест;

- принятия мероприятий на предупреждение развития аварий и локализацию выбросов (сбросов) опасных веществ при разгерметизации обращающегося подвижного состава;

- принятия мероприятий на предупреждение развития аварий и локализацию выбросов при разгерметизации колонны синтеза аммиака. Для снижения поражающих факторов дипломным проектом предусмотрена возможность орошения зоны выброса аммиака для его растворения и создания пожаровзрывобезопасной смеси. Покрытие территории «Уралхиммаш» водонепроницаемое цементобетонное;

- на случай возникновения аварийной ситуации (возникновение пожара) дипломным проектом предусмотрена установка задвижек с дистанционным управлением и блокировкой на отключение насосов. Система защиты срабатывает при местном или дистанционном закрытии одной из электрифицированных задвижек или срабатывании противопожарной

автоматики.

Необходимым методом ограничения распространения пожара, в соответствии с классификацией «Технического регламента о требованиях пожарной безопасности» для химических производств являются противопожарные водяные завесы (Статья 37. Классификация противопожарных преград). В различных ситуациях, направленных на снижение пожарной опасности и ограничение распространения пожара для «Уралхиммаш» подходит такое техническое решение, как дренчерная завеса (рисунок Ж.1).

Основные тенденции применения дренчерных завес определяются необходимостью их использования для ограничения распространения опасных факторов пожара. Факторами пожарной опасности производства аммиака на «Уралхиммаш» являются: выброс аммиака из колонны синтеза при нарушении герметичности аппарата; разгерметизация аппаратуры и выброс аммиака из аппаратуры в производственном отделении; взрыв или пожар в насосном или компрессорном отделении; прекращение подачи силовой электроэнергии; взрыв в хранилище аммиачной воды.

Водяная завеса определяется как поток воды, препятствующий распространению через него опасных факторов пожара или ограничение нагрева технологического оборудования до предельно допустимых температур. В число параметров завес включены их протяженность, ширина, значение удельного расхода.

Определение параметров дренчерных завес и установок неразрывно связано с параметрами расчета спринклерных систем пожаротушения. А дренчерный ороситель (распылитель) определяется как ороситель (распылитель) с открытым выходным отверстием (рисунок Ж.2).

Для нескольких функционально связанных дренчерных водяных завес допускается предусматривать один узел управления. Включение дренчерных завес должно обеспечиваться как автоматически, так и вручную (дистанционно или по месту). Их подключают к питающим и распределительным трубопроводам спринклерных АУП, дренчерные завесы

для защиты дверных и технологических проемов через автоматическое или ручное запорное устройство, а к подводящим - дренчерную АУП через автоматическое запорное устройство.

При ширине защищаемых технологических проемов, ворот или дверей до 5 м распределительный трубопровод с оросителями выполняется в одну нитку. Расстояние между оросителями дренчерной завесы вдоль распределительного трубопровода при монтаже в одну нитку следует определять из расчета обеспечения по всей ширине защиты удельного расхода 1 л/(с м).

При ширине защищаемых технологических проемов, ворот или дверей 5 м и более и при использовании дренчерных завес вместо противопожарных стен распределительный трубопровод с оросителями выполняется в две нитки с удельным расходом каждой нитки не менее 0,5 л/(с м), нитки располагаются на расстоянии между собой 0,4 - 0,6 м; оросители относительно ниток должны устанавливаться в шахматном порядке. Крайние оросители, расположенные рядом со стеной, должны отстоять от нее на расстоянии не более 0,5 м.

Так как водяная завеса предназначена для повышения огнестойкости стен, то используются две нитки с оросителями, каждая из которых монтируется с противоположной стороны стены на расстоянии от стены не более 0,5 м; удельный расход каждой завесы не менее 0,5 л/(с м). В работу включается та нитка, со стороны которой регистрируется пожар.

Удельный расход водяной завесы, образуемой распылителями, для различных условий применения определяется по нормативно-технической документации разработчика и производителя распылителей.

Стационарные системы водяного охлаждения (орошения) устанавливаются для обеспечения в течение расчетного времени тушения пожара орошения стенок резервуара, которые могут подвергаться тепловому излучению со стороны горящего объекта. Управление системой орошения резервуаров принимается местным и дистанционным. Интенсивность орошения охлаждаемого резервуара принимается равной 0,2 л/с на 1 м расчетной длины орошения, которая равна половине длины их окружностей.

Технические средства местного включения (ручные пожарные извещатели или кнопки) располагаются непосредственно у защищаемых проемов и на ближайшем участке пути эвакуации. (СП 5.13130.2009).

Так же к числу общих требований к дренчерным и водяным завесам относятся автоматическое включение дренчерных установок по сигналам от одного из видов технических средств и по совокупности сигналов этих технических средств: пожарных извещателей установок пожарной сигнализации; побудительных систем; спринклерной АУП; датчиков технологического оборудования.

Одно из наиболее важных направлений противопожарной защиты - это применение дренчерных (водяных) завес для охлаждения технологического оборудования: резервуаров (рисунок Ж.3), трубопроводов, насосно-компрессионного и другого оборудования. В качестве технического решения для повышения уровня пожарной безопасности объекта «Уралхиммаш» предлагаем устройство водяной (дренчерной) завесы для охлаждения резервуара для хранения аммиачной воды. Гидравлический расчет распределительных сетей дренчерных АУП и водяных завес приведен в приложении Ж.

Вывод: Уровень пожарной безопасности ООО ТД «Уралхиммаш» отвечает нормативным требованиям, но для обеспечения пожарной безопасности объекта с массовым пребыванием людей необходимо проводить постоянный контроль за выполнением актуальных изменений системы стандартов в области пожарной безопасности.

4 Охрана труда

Процедура проведения вводного инструктажа и обучения по охране труда для работников ООО ТД «Уралхиммаш» г.Пермь включает в себя блоки, являющиеся составной частью в содержании обучения и инструктажа по технике безопасности, установленных ГОСТ 12.0.004-2015, отраслевым положением о проведении инструктажа по технике безопасности и обучения рабочих безопасным методам труда.

При инструктаже по взрывобезопасности лиц, вновь принимаемых на работу, знакомят с:

- действующими на предприятии правилами и инструкциями по взрывобезопасности;
- техническими и организационно-техническими причинами взрывов;
- мерами взрывопредупреждения и взрывозащиты;
- практическими действиями в случае возникновения взрыва (остановка технологического и транспортного оборудования, отключение вентиляции и электроустановок, порядок эвакуации и сообщения и взрыве).

В помещении службы охраны труда на ООО ТД «Уралхиммаш» г.Пермь, где проводят инструктаж, оборудован специальный уголок с плакатами и другими наглядными пособиями. Программа предусматривает изучение:

- основных показателей пожаровзрывоопасности производственных пылей, газов, пылевоздушных, газоздушных и гибридных смесей;
- категорий зданий и помещений по взрывопожароопасности в соответствии с СП 12.13130.2009;
- классификацией производственных помещений по взрывной и пожарной опасности в соответствии с правилами устройства электроустановок;
- типичными источниками зажигания (инициирования взрыва) и условия образования взрывоопасных пылевоздушных, газоздушных и гибридных смесей;

- опасными (поражающими) факторами взрыва;
- техническими причинами взрывов;
- организационно-техническими причинами взрывов и причинно-следственными связями между нарушениями норм и правил и возникновением аварийной обстановки;
- распределением взрывов по причинам, местам возникновения и производствам;
- мерами взрывопреупреждения;
- мерами взрывозащиты;
- поведением обслуживающего персонала в аварийной ситуации;
- порядком сообщения о взрывах;
- действующими нормативно-техническими документами по взрывобезопасности.

Ведомственное обследование состояния взрывобезопасности предприятия химической отрасли осуществляют представители вышестоящих организаций или специалисты научно-исследовательских организаций в соответствии с отраслевой Инструкцией по проверке состояния взрывобезопасности предприятий по производству аммиака.

Контроль работы вентиляционных установок предприятия производят не реже одного раза в год (в отопительный период); запыленность воздуха контролируют приборами, которые используются во взрывоопасных помещениях класса В - II а. Контроль за напряженностью электростатического поля и электризации оборудования производят приборами ИНЭП-1 и С96 согласно инструкциям по их эксплуатации.

Визуальным осмотром постоянно контролируют состояние редукторов. Соответствие устройств защитного заземления и зануления требованиям ГОСТ 12.1.030 – 81* периодически устанавливается в процессе эксплуатации указанных устройств в соответствии с Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

Все результаты контроля заносят в соответствующие журналы с

указанием даты за подписью ответственного лица.

При появлении опасных предаварийных ситуаций (запах гари или дыма, малейших признаков загорания, шума, возникающего при аварийном трении вращающихся деталей машин, повышенной вибрации оборудования, поломки, попадания в оборудование посторонних предметов) оборудование немедленно останавливают. Его запуск может быть произведен только после выявления и устранения причин неполадок.

В случае обнаружения запаха гари или загорания материала в оборудовании все транспортное и технологическое оборудование цеха тщательно проверяется. Ликвидацию загорания производят при непосредственном участии работников пожарной охраны предприятия. Запуск оборудования после ликвидации загорания производят после оформления специального письменного разрешения руководителя предприятия.

Техническое расследование взрывов (хлопков) следует проводить в соответствии с отраслевой Инструкцией о порядке технического расследования взрывов (хлопков).

На предприятии принята система локализации взрыва (СЛВ), которая предназначена для предотвращения распространения пламени и продуктов взрывного горения по самотекам и воздуховодам аспирации на смежные участки производства при обнаружении взрыва в технологическом или транспортном оборудовании.

Системы локализации взрыва выполнены, исходя из требований взрывозащиты оборудования, находящегося под давлением. Так как в цехе синтеза аммиака - несколько технологических линий, то система локализации взрыва установлена для каждой технологической линии отдельно. Все задвижки СЛВ включают одновременно при появлении сигнала от любого датчика-индикатора давления данной системы. Она включает в себя минимально необходимое число элементов, обеспечивающих ее надежную работу.

СЛВ имеют автоматическое управление и оборудованы сигнализацией. Предусмотрена возможность временного отключения автоматического

управления и перевода СЛВ на ручное управление для проведения технического обслуживания и проверки ее работоспособности. Оборудование, защищаемое СЛВ, оснащают взрыворазрядными устройствами, огнепреградителями или другими средствами выброса продуктов сгорания в безопасную зону. Помещение цеха имеет легкобрасываемые ограждающие конструкции ЛСК или предохранительные конструкции (ПК), исходя из требований $0,05 \text{ м}^2$ на 1 м^3 объема помещения, выполненные в виде глухого остекления (окна) и распашных дверей.

Система локализации взрыва состоит из быстродействующих задвижек типа У2-БЗБ с линейным асинхронным электроприводом, датчиков-индикаторов давления СУМ-1, силовой аппаратуры коммутации управления и сигнализации.

При возникновении взрыва в оборудовании происходит повышение давления, фиксируемое датчиком-индикатором давления, который может быть установлен как непосредственно в месте возможного возникновения взрыва, так и на некотором удалении от него.

Эксплуатация систем локализации взрыва проводится в соответствии с Рекомендациями по проектированию и эксплуатации при выполнении требований Правил технической эксплуатации электроустановок потребителем, Правил безопасности при эксплуатации электроустановок, отраслевых правил пожарной безопасности и Правил техники безопасности и производственной санитарии.

За соблюдением требований промышленной безопасности, предъявляемых к эксплуатации оборудования в цехе синтеза аммиака производит контроль система управления охраной труда предприятия (СУОТ).

Основными и ответственными исполнителями мероприятий по охране труда являются мастера и механики, рабочие, а также энергетики. Им вменено в обязанность:

- проводить первичный (при поступлении на работу) и повторные инструктажи на каждом рабочем месте, а также повседневный контроль,

инструктаж и обучение рабочих безопасным приемам работы;

- обеспечивать рабочих спецодеждой, спец.обувью и другими средствами индивидуальной защиты и контролировать их правильное использование;

- отвечать за исправное состояние и своевременно исправлять при необходимости ограждения мест работ – лестниц, переходов и укрепления траншей, контролировать и отвечать за соблюдение работающими правил техники безопасности контролировать степень освещения рабочих мест, проходов и проездов;

- обеспечивать опасные рабочие места предупредительными надписями, плакатами и инструкциями по безопасным приемам работ, участвовать в разработке мероприятий по предотвращению несчастных случаев, принимать участие в своевременном расследовании несчастных случаев, связанных с производством.

Механики, технологи, мастера, электрики на своих участках отвечают за техническое (исправное) состояние оборудования, за систематический контроль выполнения рабочими правил техники безопасности при эксплуатации и ремонте аппаратов, механизмов подъемных приспособлений, механизированного и ручного инструмента, а также электрооборудования, за своевременное проведение планово-предупредительного ремонта оборудования, за контроль исправности силовой и осветительной электропроводки, правильности и надежности заземляющих устройств, электрических машин, оборудования и инструмента, за наличие и исправность ограждений движущихся деталей оборудования и электропусковых устройств, за своевременный инструктаж и обучение рабочих, занятых обслуживанием машин, оборудования и инструмента по безопасным приемам работ, за обеспечение и своевременную установку плакатов, предупредительных надписей по технике безопасности.

На ООО ТД «Уралхиммаш» соблюдаются требования охраны труда и пожарной безопасности. Пожарный инвентарь и первичные средства пожаротушения передаются под ответственность ответственным лицам.

Для всех рабочих не реже 1 раза в 3 месяца производится повторный инструктаж по технике безопасности на рабочем месте с обязательной регистрацией в специальном журнале.

Заземление является обязательной мерой защиты от статического электричества, но на процесс накопления электростатических зарядов в диэлектриках оно практически не влияет. Для отвода в землю зарядов статического электричества для работников предусматривается спецобувь с электропроводящей подошвой, антиэлектростатическая спецодежда.

Воздуховоды представляют на всем протяжении непрерывную цепь и заземлены в пределах а в двух - трёх местах (помимо электродвигателя) с присоединением к общему контуру заземления.

Регулирующие устройства на воздуховодах (шиберы) изготавливаются во взрывозащищенном исполнении.

Не позднее 3 месяцев со дня поступления рабочего на комбинат проводится обучение работающих безопасным методам и приемам работ по программе, утвержденной главным инженером.

Все работники проходят ежегодно проверку знаний по технике безопасности, с занесением результата в протокол.

Работающие на обслуживании электрических установок и осветительных линий обеспечены инструментом с изолированными ручками и другими средствами индивидуальной защиты, имеют соответствующую квалификацию, не ниже 2 категории.

На предприятии осуществляется производственный контроль в соответствии с СП 1.1. 1058-01 «Организация и проведение производственного контроля соблюдения санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» от 10.07.2022г.

Функции по осуществлению производственного контроля возложены на следующих должностных лиц:

- Начальник службы ОТ.
- Инженер по ТБ, ООС, проф.здоровью и гигиене.

- Начальник по обеспечению общественного питания.
- Медицинская служба предприятия.

Медицинским осмотрам подлежат следующие категории сотрудников предприятия:

- персонал, обслуживающий технологическое оборудование: вспомогательные рабочие, помощники операторов, операторы, техники, механики, энергетики, разнорабочие;
- инженеры и специалисты служб, подразделений и отделов;
- работники столовой: повара, кассиры, зав. производством столовой;
- руководители служб, подразделений и отделов.

Потенциальную опасность для человека и подлежащих санитарно-эпидемиологической оценке, сертификации, лицензированию виды продукции и деятельности представляют:

- водоснабжение,
- производство электроэнергии для нужд предприятия,
- приготовление продуктов питания для работников предприятия,
- обращение с отходами на предприятии.

За соблюдением требований промышленной безопасности, предъявляемых к эксплуатации оборудования в цехе синтеза аммиака производит контроль система управления охраной труда предприятия (СУОТ).

Основными и ответственными исполнителями мероприятий по охране труда являются мастера и механики, рабочие, а также энергетики.

На ООО ТД «Уралхиммаш» г.Пермь разработаны мероприятия, предусматривающие обоснование экологической безопасности для человека и окружающей среды, продукции и технологии ее производства, критериев безопасности и безвредности факторов производственной и окружающей среды, и разработаны методы контроля, том числе при хранении, транспортировке, реализации и утилизации продукции, а также безопасности процесса выполнения работ, услуг:

- лабораторный контроль качества питьевой воды,

- производственный контроль воздуха рабочей зоны,
- производственный контроль физических факторов,
- своевременное выполнение ремонтных работ на эксплуатируемых инженерных и производственных сооружениях и системах,
- контроль качества атмосферного воздуха в санитарно-защитной зоне,
- контроль уровней шума на прилегающих селитебных территориях,
- контроль промышленных выбросов в атмосферу,
- контроль качества и безопасности кулинарной продукции,
- контроль правильности обращения с бытовыми и производственными отходами, в том числе 1-го и 2-го классов опасности,
- контроль сброса ливневых вод.

Администрация предприятия представляет информацию о результатах производственного контроля центрам государственного санитарно-эпидемиологического надзора по их запросам.

К возможным нарушениям, связанным с остановкой производства на ООО ТД «Уралхиммаш» г.Пермь, можно отнести:

- возгорание (пожар) в производственных помещениях или зданиях инженерно-технического и административного назначения,
- авария (взрыв) инженерного или производственного оборудования и систем,
- выбросы загрязняющих веществ (авария, взрыв), представляющие опасность для окружающей среды.

Также к мероприятиям, проведение которых необходимо для осуществления эффективного производственного контроля следует отнести:

- систематический контроль на рабочем месте санитарно-эпидемиологической обстановки каждым работником,
- проведение инспекций санитарного состояния рабочих мест,
- проведение мероприятий и исследований в рамках специальной оценки рабочих мест по условиям труда.

При выявлении нарушений санитарных правил на объекте производственного контроля администрация предприятия принимает меры,

направленные на устранение выявленных нарушений и недопущение их возникновения, в том числе:

- приостановление либо прекращение деятельности предприятия или работы отдельных цехов, участков, эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, транспорта, выполнения отдельных видов работ,

- информирование территориального центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора о мерах, принятых по устранению нарушений санитарных правил;

- принятие других мер, предусмотренных действующим законодательством.

Администрация предприятия несет ответственность за своевременность организации, полноту и достоверность осуществляемого производственного контроля. Руководство ООО ТД «Уралхиммаш» г.Пермь должно обеспечивать разработку, внедрение и функционирование системы управления в соответствии с установленными требованиями.

Организация предприятия должна разрабатывать, внедрять и поддерживать в рабочем состоянии процедуры идентификации опасностей, оценки рисков и внедрения необходимых мер защиты от них. Эти процедуры должны гарантировать: идентификацию опасностей; оценку риска; управление риском.

При выполнении работ с высоким уровнем риска должны даваться письменные разрешения на проведение таких работ.

Организация должна устанавливать и поддерживать в рабочем состоянии документально оформленные цели и задачи по охране труда для каждого подразделения и уровня управления организации.

Организация должна выявлять потребности в обучении персонала для компетентного выполнения работ, включая обучение по охране труда.

Служба охраны труда или работник, на которого возложены (наряду с основной работой) обязанности по охране труда, должны:

- ознакомить работников с состоянием охраны труда в организации, в том числе охраны здоровья и безопасности труда, проводить вводный

инструктаж;

- контролировать своевременное и качественное проведение с работниками первичного, повторного, внепланового и целевого инструктажей по охране труда;

- вовлекать работников в разработку и рассмотрение политики и методууправления рисками в организации.

Руководители подразделений, работ и иные должностные лица, на которые возложены обязанности по созданию безопасных условий труда, должны проводить с работниками первичный, повторный, внеплановый и целевой инструктажи.

Организация должна разрабатывать и обеспечивать функционирование процессов регулярного слежения, измерения и регистрации результативности операций, способных воздействовать на условия труда.

Эти процессы должны касаться:

- проведения необходимых качественных и количественных оценок в соответствии с установленными требованиями, целями организации в области охраны труда;

- измерения результатов соответствия установленным критериям (нормативным показателям) функционирования и государственным нормативным требованиям охраны труда;

- регистрации несчастных случаев, профессиональных заболеваний, происшествий и других свидетельств недостаточной эффективности системы управления охраной труда;

- регистрации данных и результатов контроля и измерений, достаточных для последующего проведения анализа результатов оперативного контроля за соответствием целям охраны труда и выработки необходимых корректирующих и предупредительных действий;

- обследования состояния здоровья работников.

Вопросы обеспечения безопасных условий трудовой деятельности и охраны здоровья работающих является наиболее значимой проблемой в химической промышленности.

Цель раздела «Безопасность и экологичность проекта» изучение условий труда работников ООО ТД «Уралхиммаш».

В качестве объекта было выбрано рабочее место аппаратчика синтеза в цехе синтеза аммиака.

Отделение цеха синтеза аммиака имеет площадь 549,95 м², высоту 3 м, объем 1649,7 м³, без учета объема, занимаемого технологическим оборудованием.

В соответствии с [7], [16] на рабочих местах цеха синтеза аммиака могут воздействовать следующие опасные и вредные производственные факторы:

- движущиеся элементы машин и механизмы;
- перемещаемые сырье, изделия, тара;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- повышенная температура поверхностей оборудования;
- повышенная температура, влажность и подвижность воздуха рабочей зоны;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- физическая и динамическая нагрузка за смену.

Исследование проводилось путем анализа условий труда аппаратчика синтеза аммиака по итогам результатов специальной оценки условий труда (СУОТ) на объекте по методике, в соответствии с [17].

Общая оценка условий труда рассматриваемой профессии приведена в таблицах И.1-И.2.

Таким образом, итоговый класс условий труда аппаратчика линии синтеза аммиака на предприятии ООО ТД «Уралхиммаш» 3.2. Мероприятия по обеспечению безопасных условий труда приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Мероприятия по обеспечению безопасных условий труда

Опасные и вредные производственные факторы	Мероприятия по устранению производственного фактора
Шум	Организовать рациональные режимы труда и отдыха. Снижение времени воздействия шума. Использование СИЗ
Микроклимат в помещении:	Снижение времени воздействия факторов микроклимата. Организация режимов труда и отдыха. Использование систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

Аммиак относится к токсичным веществам, по ГОСТ 12.1.007-76* его относят к 4-му уровню опасности.

По физиологическому действию на организм относится к группе веществ удушающего и нейротропного действия, способных при ингаляционном поражении вызвать токсический отёк лёгких и тяжёлое поражение нервной системы. Аммиак обладает как местным, так и резорбтивным действием.

Пары аммиака сильно раздражают слизистые оболочки глаз и органов дыхания, а также кожные покровы. Это человек и воспринимает как резкий запах. Кроме того, сжиженный аммиак при испарении поглощает тепло, и при соприкосновении с кожей возникает обморожение различной степени. Запах аммиака ощущается при концентрации 37 мг/м³. Предельно допустимая концентрация аммиака в воздухе рабочей зоны производственного помещения (ПДКр.з.) составляет 20 мг/м³. В атмосферном воздухе населённых пунктов и в жилых помещениях среднесуточная концентрация аммиака (ПДКс.с.) не должна превышать 0,04 мг/м³. Максимальная разовая концентрация в атмосфере — 0,2 мг/м³. Таким образом, ощущение запаха аммиака свидетельствует о превышении допустимых норм.

Раздражение зева проявляется при содержании аммиака в воздухе 280 мг/м³, глаз — 490 мг/м³. При действии в очень высоких концентрациях аммиак вызывает поражение кожи: 7—14 г/м³ — эритематозный, 21 г/м³ и более —

буллёзный дерматит. Токсический отёк лёгких развивается при воздействии аммиака в течение часа с концентрацией 1,5 г/м³. Кратковременное воздействие аммиака в концентрации 3,5 г/м³ и более быстро приводит к развитию общетоксических эффектов.

В качестве мероприятий по профилактике производственного травматизма для предприятия ООО ТД «Уралхиммаш» г.Пермь можно предложить следующие:

- организационные мероприятия: предусматривают правильную эксплуатацию машин, внутрицехового транспорта, правильное содержание здания цеха синтеза аммиака, его территории, инструктаж по ОТ; заземление и зануление оборудования выполняется в соответствии с «Правилами устройства электроустановок»;

- технические мероприятия: предусматривают соблюдение правил и норм безопасности при проектировании зданий при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования;

- режимные мероприятия: предусматривают запрещение курения, запрещение сварочных и других огневых работ в опасных помещениях;

- эксплуатационные мероприятия: своевременная профилактика, осмотры, ремонты и испытание технологического оборудования.

Расчетная часть. В производственном цехе синтеза аммиака ООО ТД «Уралхиммаш» г.Пермь работают различные аппараты. Приблизительно октавный осредненный уровень шума вызванного несколькими единицами оборудования расположенного на небольшой площади можно рассчитать с помощью простого правила энергетического суммирования:

$$L_{\text{сум}} = 10 \lg(\sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i}), \quad (7)$$

где L_i — уровень шума единицы оборудования участка;

n – количество единиц оборудования.

Превышение уровня над допустимым определяется

$$\Delta L = L_{\text{сум}} - L_{\text{доп}}, \quad (8)$$

где $L_{\text{доп}}$ — допустимый уровень шума.

Станки, как правило, создают наибольший шум в октавных полосах 1000, 2000 Гц.

Определим, превышает ли шум допустимое значение на производственном участке.

Участок имеет три единицы оборудования с величинами уровней L_1 , L_2 , L_3 на частотах 1000 и 2000 Гц.

$$L_{\text{сум}1000} = 10\lg(10^{0,1 \cdot 86} + 10^{0,1 \cdot 88} + 10^{0,1 \cdot 82}) = 90 \text{ дБ.}$$

$$L_{\text{сум}2000} = 10\lg(10^{0,1 \cdot 85} + 10^{0,1 \cdot 84} + 10^{0,1 \cdot 82}) = 89 \text{ дБ.}$$

Вывод: в цехе синтеза аммиака значения уровня шума превышают допустимые на частоте 1000 Гц на 2 дБ, на частоте 2000 Гц на 5 дБ. В связи с чем, необходимо принимать меры для снижения уровня шума в цехе синтеза аммиака: использовать наушники и противозумные каски, вкладыши «Беруши», устраивать в источниках шума звукопоглощающие устройства. На аппаратчика синтеза аммиака действуют следующие вредные производственные факторы: шум и микроклимат, токсическое вещество — аммиак. Таким образом, определен класс условий труда — 3.2. Приведены мероприятия по обеспечению безопасных и безвредных условий труда аппаратчика синтеза аммиака.

6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Реализация правительственной доктрины устойчивого социально-экономического развития России обуславливает применение инновационных технологий во всех сферах жизнедеятельности нашего общества, в том числе и обеспечении экологической безопасности. Промышленные предприятия, транспортные комплексы оказывают значительное воздействие на природную среду и здоровье населения. В сложившейся ситуации должна быть выстроена система управления экологической безопасностью территории Пермского края.

В составе эксплуатационной службы объекта должны быть специалисты по техническому обслуживанию систем противопожарной защиты или заключен договор со специализированной организацией, имеющей лицензию на данный вид деятельности.

Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности следует предусмотреть в соответствии с «Правилами противопожарного режима».

Эвакуационные пути и выходы, места размещения огнетушителей и пожарных кранов должны быть оборудованы соответствующими знаками.

Не реже двух раз в год следует выполнять проверку работоспособности противопожарных систем объекта и проводить учения с отработкой действий персонала в случае возникновения пожара.

Места размещения (нахождения) средств пожарной безопасности для быстрого нахождения пожарных гидрантов, наружных пожарных лестниц и мест размещения пожарного инвентаря, а также и специально оборудованные места для курения должны быть обозначены знаками пожарной безопасности, в том числе знаком пожарной безопасности «Не загромождать».

Помещения должны быть оборудованы первичными средствами пожаротушения (огнетушителями) углекислотными, порошковыми или с применением мелкодисперсной воды с учетом площади тушения одного огнетушителя и класса пожара.

Пожарные гидранты должны находиться в исправном состоянии, а в зимнее время должны быть утеплены и очищаться от снега и льда. Дороги и подъезды к источникам противопожарного водоснабжения должны обеспечивать проезд пожарной техники к ним в любое время года.

В качестве организационных противопожарных мероприятий рекомендуется:

- издать приказ «Об организации работы по обеспечению пожарной безопасности объекта» и ознакомить с ним под роспись весь руководящий состав, ИТР и рабочих;
- назначить ответственного за пожарную безопасность;
- определить организацию, порядок и сроки прохождения противопожарных инструктажей (вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый, целевой) и пожарно-технических минимумов, а также порядок составления протоколов и ведения журналов по этим вопросам;
- определить организацию, порядок и сроки проведения осмотра помещения в конце рабочего дня (смены) по вопросам пожарной безопасности, а также порядок ведения и хранения журнала осмотра.

Разработать и утвердить:

- положение «Об организации работы по обеспечению пожарной безопасности»;
- общую инструкцию о мерах пожарной безопасности;
- инструкцию о мерах пожарной безопасности при проведении электрогазосварочных, огневых и других видов пожароопасных работ;
- положение об учете, содержании и испытаниях: установок и систем автоматической пожарной сигнализации и оповещения о пожаре, внутренних пожарных кранов, первичных средств пожаротушения;
- определить места для курения;
- планы эвакуации на случай пожара и вывесить их на видных местах;
- план действий на случай пожарно-аварийных ситуаций в различных условиях и обстановке и регулярно проводить его практическую отработку.

В системе мер по контролю и обоснованию управляющих и проектных

решений одно из ключевых мест занимает оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС). В России правовая база проведения ОВОС включает Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и «Положение об ОВОС в Российской Федерации».

Оценка воздействия на окружающую среду представляет собой процедуру учета экологических требований отечественного законодательства при подготовке и принятии решений о социально-экономическом развитии конкретной территории. ОВОС организуется и осуществляется в целях выявления и принятия необходимых и достаточных мер по предупреждению возможных неприемлемых для нашего общества экологических и связанных с ними социальных, экономических и других последствий реализации хозяйственной деятельности.

Основными задачами процедуры комплексной оценки выступают:

- выявление комплекса взаимосвязанных факторов воздействия на окружающую природную среду инвестиционных проектов и проектов и схем территориальной организации общества, размещения отдельных объектов, техники и технологии, новых материалов, продукции, услуг, проектов стандартов, правовых, технических норм и нормативов;
- оценка прямых и косвенных эффектов реализации проектов, а также факторов, определяющих их воздействие на экологические системы, их компоненты, балансы природных ресурсов (например, водохозяйственный баланс территории), на человека, его здоровье и условия жизнедеятельности;
- сопоставление и оценка альтернативных вариантов намечаемой хозяйственной и иной деятельности, а также управленческих решений, характеризующихся значимыми экологическими эффектами.

В конечном счете, реализация проекта должна обеспечивать организацию и функционирование бизнеса при безусловном соблюдении требований экологической безопасности, защиты здоровья людей и природной среды с учетом интересов не только работников компаний и потребителей их продукции, но и населения в целом, причем как нынешнего, так и будущего поколений. При этом необходимо подчеркнуть важнейшие

принципы, лежащие в основе экологической экспертизы:

- обязательность, означающая срочное проведение экспертизы проектных решений по объектам, включенным в специальные списки потенциально экологически опасных видов деятельности;

- комплексность оценки воздействия на природную среду хозяйственной деятельности, а также последствий этого воздействия для социально-экономического развития общества;

- независимость экспертов экологической экспертизы, научная обоснованность и объективность экспертного заключения.

Экспертное заключение должно содержать:

- оценку экологического ущерба;
- анализ экологического риска;
- оценку компенсирующих природоохранных мероприятий;
- одобрение или неодобрение проекта.

В ОВОС должна входить оценка экологического жизненного цикла продукции (ОЭЖЦ), которая тесно связана и с экологическими рисками предприятия химической отрасли. Главная особенность данной процедуры состоит в том, что она позволяет сконцентрировать внимание специалистов на экологических воздействиях, связанных с производством и потреблением товара - аммиака. При этом указанные воздействия исследуются на протяжении всего жизненного цикла продукции, от изъятия сырья или приобретение его предприятием, до производства продукции, ее использования и утилизации. Основными параметрами, которые оцениваются в процессе анализа, являются воздействие на здоровье людей, использование природных ресурсов и экологические последствия.

Общие принципы оценки экологического жизненного цикла продукции основаны на положениях системного подхода к корпоративному экологическому менеджменту, лежащего в основе всех международных экологических стандартов.

Экологический жизненный цикл продукции анализируется на следующих этапах:

- приобретение электроэнергии и сырья;
- использование воды, энергии и лесных ресурсов;
- транспортировка и связанные с ней опасности для природной среды;
- выбросы в окружающую среду в процессе производства товаров и услуг;
- производство экологически опасных веществ;
- опасности, которые могут возникнуть в процессе потребления конечного продукта;
- повторное использование, рециклирование и размещение отходов.

Оценка экологического жизненного цикла может и должна быть использована для сравнения экологических воздействий различных продуктов, что позволит сформулировать стратегию совершенствования производства.

Качество и объективность ОВОС, соответственно, и решений в сфере управления региональной экологической безопасности, безусловно, зависит от достоверности и полноты экологической и технической информации. Положительную роль в повышении эффективности управления сыграет, разработка и реализация дискретно-непрерывного мониторинга состояния окружающей среды и хозяйственной деятельности производственных и транспортных комплексов. Мониторинговые системы, обеспеченные современными компьютерными комплексами и программами, позволяют не только получать фактические данные о состоянии окружающей среды, но и прогнозировать динамику развития экологических процессов. Таким образом, будет обеспечено эффективное функционирование единой управляющей системы «получение информации – анализ – прогнозирование экологической ситуации в регионе – разработка управляющих решений – управление (в том числе корректировка действий на основе результатов мониторинга)».

ООО ТД «Уралхиммаш» г.Пермь – является крупным источником загрязнения атмосферного воздуха. Средние концентрации сравниваются с ПДК среднесуточными (ПДКс.с.), максимальные из разовых концентраций —

с ПДК максимально разовыми (ПДКм.р.).

В соответствии с существующими в Российской Федерации методами оценки качества воздуха уровень загрязнения считается низким при ИЗА менее 5, повышенным при ИЗА от 5 до 6, высоким при ИЗА от 7 до 13 и очень высоким при ИЗА равном или больше 14.

Индекс учитывает различие в скорости возрастания степени вредности вещества для организма человека, приведенной к вредности сернистого газа, определяется по пяти наиболее распространенным вредным веществам. ИЗА рассчитывается по формуле:

$$\text{ИЗА}_m = \sum_{i=1}^m \left(\frac{C_{\text{ср.}i}}{\text{ПДК}_{\text{с.с.}i}} \right)^{k_i}, \quad (9)$$

где $C_{\text{ср.}i}$ – средняя концентрация вредной примеси;

$\text{ПДК}_{\text{с.с.}i}$ – предельно допустимая концентрация вредной примеси;

$k_i = 0,9; 1,0; 1,3; 1,7$ соответственно для 4, 3, 2 и 1 классов опасности веществ.

Таблица 5 – ПДК и класс опасности некоторых загрязняющих веществ

Вещество	ПДК _{с.с.}	Класс опасности
Взвешенные вещества	0,15	3
Оксид углерода	3,0	4
Диоксид азота	0,04	2
Фторид водорода	0,005	2
Формальдегид	0,01	1

Среднемесячные концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в санитарно-защитной зоне ООО ТД «Уралхиммаш» составили: пыль – 0,2 мг/м³; оксид углерода – 3,6 мг/м³; диоксид азота – 0,05 мг/м³; фторид водорода – 0,009 мг/м³; формальдегид – 0,011 мг/м³. Рассчитаем индекс загрязнения атмосферы. Средние концентрации загрязняющих веществ делятся на предельно допустимые концентрации: взвешенные

вещества – $0,2/0,15 = 1,33$; оксид углерода – $3,6/3 = 1,20$; диоксид азота – $0,05/0,04 = 1,25$; фторид водорода – $0,009/0,005 = 1,80$; формальдегид – $0,011/0,01 = 1,1$.

Полученные результаты возводятся в степень согласно классу опасности вещества:

взвешенные вещества – $(1,33)^1 = 1,33$;

оксид углерода – $(1,20)^{0,9} = 1,18$;

диоксид азота – $(1,25)^{1,3} = 1,34$;

фторид водорода – $(1,80)^{1,3} = 2,15$;

формальдегид – $(1,1)^{1,7} = 1,18$.

Рассчитывается ИЗА по сумме всех веществ:

$$\text{ИЗА} = 1,33 + 1,18 + 1,34 + 2,15 + 1,18 = 7,18.$$

Вывод: ИЗА от ООО ТД «Уралхиммаш» составляет 7,18; что соответствует высокому уровню загрязнения приземного слоя атмосферы от загрязняющих выбросов предприятия.

6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях

В связи с ростом химического производства, увеличением террористических актов, участвовавших военных действий, актуальность прогнозирования возможных последствий химического заражения увеличивается, а вероятность техногенных аварий, связанных с неконтролируемым выбросом аварийных веществ в атмосферу с каждым днем растет.

Известно, что за последние 20 лет, чтобы избежать развитие чрезвычайных ситуаций, обусловленных промышленными авариями на объектах с массовым пребыванием людей, таких, как «Уралхиммаш», нельзя обеспечить стопроцентную безопасность.

Установлено, что направлением сохранения жизни и здоровья людей в ЧС является непосредственное осуществление защиты населения при угрозе возникновения или возникновении ЧС. Аварии на химических предприятиях влекут за собой отравления аварийно – химически опасными веществами (АХОВ) различной степени тяжести. При этом могут пострадать не только персонал самого объекта, но и проживающие по соседству с ним население.

В подавляющем большинстве при авариях с выбросом аммиака наиболее уязвимыми являются органы дыхания. Гражданский противогаз ГП-7 предназначен для защиты органов дыхания, зрения и кожи лица взрослого населения от боевых отравляющих веществ, аварийно химически опасных веществ (за исключением аммиака и его производных). Лицевая часть гражданского противогаза ГП-7 состоит из корпуса маски объемного типа, оснащенного обтюратором, отформованным за одно целое с корпусом маски, очкового узла с плоскими стеклами круглой формы, переговорного устройства, узлов клапана вдоха и клапана выдоха, оголовья с пятиточечным креплением к корпусу маски. Лицевая часть имеет пятиточечное крепление лямок оголовья. Прочность щечных креплений обеспечивают соединительные элементы — металлические «самозатягивающиеся» пряжки. На щечных лямках надеты пластмассовые фиксаторы. Узел вдоха усилен металлическим

хомутом и состоит из пластмассовой седловины армированной изнутри металлической резьбовой втулкой. На узел вдоха изнутри надет пластмассовый обтекатель.

Однако, полноценно защитить от воздействия аммиака данная противогаз может только при использовании с дополнительного патрона ДПГ-3 (рисунок К.1).

Время защитного действия противогаза ГП-7 при использовании с дополнительного патрона ДПГ-3 при расходе воздуха 30 дм³/мин составляет 60 минут. Гарантийный срок хранения противогаза ГП-7Б в упаковке предприятия - изготовителя составляет 12 лет с момента приемки представительством заказчика. Упаковывание противогазов ГП-7Б производится в дощатые ящики для индивидуальных средств защиты по 20 комплектов в ящик.

На предприятии ООО ТД «Уралхиммаш» по данным расчетов химической обстановки спрогнозирована аварийная ситуация в условиях теплого и холодного периода года. Рассчитан масштаб заражения приземного слоя воздуха (таблица К.1). Глубина зоны заражения составила: для теплого периода - 497 метров; для холодного периода - 638 метров.

Вывод: На ООО ТД «Уралхиммаш» необходимо регулярно проводить осмотр и ремонт оборудования для устранения возможных причин аварий, а так же проводить регулярное обучение технике безопасности персонала работающего объекта и проводить оценку готовности опасного объекта к локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций и достаточности сил и средств по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности ООО ТД «Уралхиммаш» г.Пермь

Основными документами, позволяющими рассчитать экономические требования эффективности противопожарных систем являются МДС [42], [59], [61]. Метод технико-экономического обоснования заключается в сопоставлении притоков и оттоков денежных средств, связанных с реализацией принимаемого решения по обеспечению пожарной безопасности.

Определим интегральный экономический эффект (И), учитывающий материальные потери от пожаров, а также капитальные вложения и затраты на выполнение мероприятия:

$$И = \sum_{t=0}^T (M(\Pi_1) - M(\Pi_2) - P_2 + P_1) \frac{1}{(1 + НД)^t} - (K_2 - K_1), \quad (20)$$

где $M(\Pi_1)$ и $M(\Pi_2)$ - расчетные годовые материальные потери в базовом и планируемом вариантах, руб/год;

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

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

В качестве расчетного периода T принимается либо срок службы здания, либо иной, более короткий обоснованный период.

Материальные годовые потери от пожара $M(\Pi)$, руб/год, определяются по формуле:

$$M(\Pi) = \sum_i^T \frac{\Pi_i}{F_i} / T, \quad (21)$$

где Π_i - полные потери от пожаров в каждом году на рассматриваемых объектах, руб.;

F_i - площадь объектов, на которых суммируются потери, м²;

i - число случаев в рассматриваемом количестве лет;

T - количество лет, принятых в расчете.

При использовании на объекте первичных средств пожаротушения (переносимых огнетушителей) и отсутствие систем автоматического пожаротушения материальные годовые потери рассчитываются по формуле:

$$M(\Pi) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3), \quad (22)$$

где $M(\Pi_1)$ - математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных соответственно первичными средствами пожаротушения;

$M(\Pi_2)$ - привозными средствами пожаротушения;

$M(\Pi_3)$ - при отказе всех средств пожаротушения.

$$M(\Pi_1) = JFC_m F_{\text{пож}} (1+k)p_1; \quad (23)$$

$$M(\Pi_2) = JF(C_m F'_{\text{пож}} + C_k) 0,52(1+k)(1-p_1)p_2; \quad (24)$$

$$M(\Pi_3) = JF(C_m F''_{\text{пож}} + C_k)(1+k)[1-p_1 - (1-p_1)p_2], \quad (25)$$

где J - вероятность возникновения пожара, $1/\text{м}^2$ в год;

F - площадь объекта, м^2 ;

C_m - стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов, руб./ м^2 ;

$F_{\text{пож}}$ - площадь пожара на время тушения первичными средствами, м^2 ;

P_1 - вероятность тушения пожара первичными;

P_2 - вероятность тушения пожара привозными средствами;

0,52 - коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами;

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

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

$F''_{\text{пож}}$ площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения;

k - коэффициент, учитывающий косвенные потери.

При оборудовании объекта средствами автоматического пожаротушения материальные годовые потери от пожара рассчитываются по формуле

$$M(\Pi) = M_1(\Pi_1) + M_2(\Pi_2) + M_3(\Pi_3) + M_4(\Pi_4), \quad (26)$$

где $M_1(\Pi_1)$ - математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных соответственно первичными средствами пожаротушения;

$M_2(\Pi_2)$ - установками автоматического пожаротушения;

$M_3(\Pi_3)$ - привозными средствами пожаротушения;

$M_4(\Pi_4)$ - при отказе средств пожаротушения, определяемое по формулам:

$$M_1(\Pi_1) = JFC_m F_{\text{пож}} (1+k) p_1; \quad (27)$$

$$M_2(\Pi_2) = JFC_m F_{\text{пож}}^* (1+k) (1-p_1) p_3; \quad (28)$$

$$M_3(\Pi_3) = JF(C_m F'_{\text{пож}} + C_k) 0,52(1+k) [1-p_1 - (1-p_1)p_3] p_2; \quad (29)$$

$$M_4(\Pi_4) = JF(C_m F''_{\text{пож}} + C_k) (1+k) \{1-p_1 - (1-p_1)p_3 - [1-p_1 - (1-p_1)p_3] p_2\}, \quad (30)$$

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

p_3 - вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения.

Если экономический эффект I от использования противопожарного мероприятия положителен, решение является эффективным (при данной норме дисконта) и может рассматриваться вопрос о его принятии. Если при

решении будет получено отрицательное значение I , инвестор понесет убытки, т.е. проект неэффективен.

Выбор наиболее эффективного решения осуществляется исходя из условия, что:

$$I \Rightarrow \max. \quad (31)$$

Интегральный экономический эффект для постоянной нормы дисконта определяется по формуле:

$$I = \sum_{t=0}^T (\Pi_t - O_t) / (1 - НД)^t, \quad (32)$$

где Π_t - предотвращение потерь денежных средств при пожаре в течение интервала планирования в результате использования противопожарных мероприятий на t -м шаге расчета;

O_t - оттоки денежных средств на выполнение противопожарных мероприятий на том же шаге;

T - горизонт расчета (продолжительность расчетного периода) он равен номеру шага расчета, на котором производится окончание расчета;

$I = (\Pi_t - O_t)$ - эффект, достигаемый на t -м шаге;

t - год осуществления затрат;

$НД$ - постоянная норма дисконта, равная приемлемой для инвестора норме дохода на капитал,

или

$$I = \sum_{t=0}^T \left((M(\Pi_1) - M(\Pi_2)) - (P_2 - P_1) \right) * \frac{1}{(1+НД)^t} - (K_2 - K_1), \quad (33)$$

где $M(\Pi_1)$ и $M(\Pi_2)$ расчетные годовые материальные потери в базовом и планируемом вариантах, руб/год;

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

P_2 и P_1 - эксплуатационные расходы в базовом и планируемом

вариантах в t -м году, руб/год.

В качестве расчетного периода T принимается либо срок службы здания, либо иной, более короткий обоснованный период.

Эффективность мероприятий по обеспечению пожарной безопасности может также оцениваться изменением количественного показателя, характеризующего соотношение величины возможного ущерба и стоимости материальных ценностей в вариантах при отсутствии противопожарного мероприятия и при его выполнении:

$$Y_{n.o} = \frac{M(\Pi)}{C_{m.ц}}, \quad (34)$$

где $Y_{n.o}$ - уровень пожарной опасности объекта;

$C_{m.ц}$ - стоимость защищаемых от пожара материальных ценностей.

Оценка экономической эффективности противопожарных мероприятий для цеха синтеза аммиака приведена в приложении Л.

Так как экономический эффект $И$ от использования противопожарного мероприятия положителен, решение является эффективным при данной норме дисконта. Использование автоматической системы водяной завесы для цеха синтеза аммиака является эффективным и может быть принято к внедрению.

Вывод: Экономически выгодно использовать подобранную в ВКР дренчерную автоматическую установку пожаротушения для цеха синтеза аммиака.

Заключение

В работе в результате выполненного исследования был проведен анализ статистики пожаров в Российской Федерации. Проведенный анализ выявил основные причины пожаров, позволил определить особенности развития пожаров и установить эффективные меры по предотвращению пожаров на объектах с массовым пребыванием людей. Нормативно-правовые акты по пожарной безопасности постоянно обновляются и дорабатываются, учитываются инновационные направления в промышленности, особенности прогресса. В настоящее время произошли серьезные изменения методического и правового регулирования с целью повышения уровня пожарной безопасности предприятий с массовым содержанием людей.

В ВКР было проведено исследование пожарной опасности объекта с массовым пребыванием людей - цеха синтеза аммиака ООО ТД «Уралхиммаш» г.Пермь и были разработаны меры безопасности для его работников и сделан вывод о необходимости усовершенствования пожарной безопасности объекта путём проведения ряда пожарно-профилактических мероприятий: проверки контура заземления электропроводящих элементов оборудования 1 раз в 6 месяцев; антикоррозионной защиты воздухопроводов и оборудования; охлаждения поверхности емкостей для хранения аммиака посредством устройства дренчерной завесы.

Пожарная безопасность объекта обеспечивается комплексом решений, направленных на предупреждение пожаров, создание условий обеспечивающих эвакуацию людей и материальных ценностей и успешное тушение возможных пожаров. Проведение организационных и технических мероприятий по разработке систем противопожарного водоснабжения и защите помещений и сооружений от пожара при помощи автоматических установок пожаротушения с помощью подобранных противопожарных насосов марки ЗК-6 (1 рабочий и 1 резервный) значительно повысит уровень пожарной безопасности производственного объекта с массовым пребыванием

людей.

Для ООО ТД «Уралхиммаш» г.Пермь в ВКР были разработаны мероприятия, предусматривающие обоснование экологической безопасности для человека и окружающей среды, продукции и технологии ее производства, критериев безопасности и безвредности факторов производственной и окружающей среды, и разработаны методы контроля, том числе при хранении, транспортировке, реализации и утилизации продукции, производственный контроль воздуха рабочей зоны, производственный контроль физических факторов, своевременное выполнение ремонтных работ на эксплуатируемых инженерных и производственных сооружениях и системах, контроль качества атмосферного воздуха в санитарно-защитной зоне, контроль уровней шума на прилегающих селитебных территориях, контроль промышленных выбросов в атмосферу, контроль правильности обращения с бытовыми и производственными отходами, в том числе 1-го и 2-го классов опасности. Предложена автоматическая система пожаротушения из эвольвентных дренчерных водяных оросителей ОЭ16, которая позволяет при наличии необходимых умений и навыков беспрепятственно решать оперативно-служебные задачи сотрудникам предприятия по снижению пожарного риска для цеха синтеза аммиака ООО ТД «Уралхиммаш» г.Пермь. По результатам экономического расчета можно сделать вывод, что предлагаемые в выпускной работе защитные технические мероприятия в виде автоматической системы пожаротушения для цеха синтеза аммиака являются экономически эффективными.

Список используемых источников

1. «Articles - Fire Code / Safety Media Inc.». [https://: safetymedia.com](https://safetymedia.com). Retrieved 12.11.2020.
2. «Fire Safety». Fire Protection Specialists. Archived from the original on 19.01.2014. Retrieved 17.01.2014.
3. «NFPA eLearning On-line catalog». Archived from the original on 16.01.2009. Retrieved 10.05.2008.
4. American, Jerry. «Fire Safety Disaster», Canadian Healthcare Facilities Volume 28 Issue 3, ed Amie, Silverwood. Spring 2008, 26p.
5. Fire Fighter Fatalities in the U.S. in 2002. Fema, U.S. Department of Homeland Security, July 2003.
6. Айзман, Р. И. Основы безопасности жизнедеятельности: учеб. пособие / Р. И. Айзман, Н. С. Шуленина, В. М. Ширшова; [науч. ред. А. Я. Тернер]. – [3-е изд., стер.]. – Новосибирск : Сибирское университетское изд-во, 2017.
7. Алексеев, М.В., Волков, О.М., Шатров, Н.Ф. Пожарная профилактика технологических процессов. – М.: ВИПТШ МВД СССР, 1985. – 505 с.
8. Безопасность жизнедеятельности [Текст]: сборник описаний практических работ / О. П. Ляпина, Т. В. Ложкова, О. В. Усикова; под ред. О. П. Ляпиной. – Новосибирск: СГГА, 2014. – 99 с.
9. Безопасность технологических процессов и оборудования: учеб. пособие/ Э. М. Люманов, Г. Ш. Ниметулаева, М. Ф. Добролюбова, М. С. Джиляджи. – Изд. 2-е, стер. – Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2019. – 221 с.
10. Бояринова, С. П. Мониторинг среды обитания: учеб. Пособие для курсантов, студентов и слушателей/ С. П. Бояринова; Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России. – Железногорск: Сиб. пожар.-спасат. акад. ГПС МЧС России, 2017. – 130 с.
11. Брейман, М. И. Инженерные решения по технике безопасности в пожаро – и взрывоопасных производствах. М.: Химия, 1983. – 320с.

12. Быков, А. П. Инженерная экология. Охрана атмосферного воздуха [Текст] : учебное пособие / А. П. Быков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет, [Факультет энергетики]. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2018. – 152.

13. Ветошкин А. Г., Таранцева К. Р. Технология защиты окружающей среды (теоретические основы) / Под редакцией А. Г. Ветошкина– Москва: Изд-во НИЦ ИНФРА-М, 2022. – 362 с.

14. Ветошкин, А. Г. Техногенный риск и безопасность: учеб. пособие / А. Г. Ветошкин, К. Р. Таранцева. – 2-е изд. – Москва: ИНФРА-М, 2017. – 196,с.

15. Герасименко, В. П. Экология природопользования: учеб. пособие / В. П. Герасименко. – Москва : ИНФРА-М, 2020. – 355 с.

16. Горячев, С.А., Клубань, В.С. Задачник по курсу «Пожарная профилактика технологических процессов». – М.: ВИПТШ МВД России, 1996. – 160 с.

17. Графкина, М. В. Охрана труда: учебник/ М. В. Графкина. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: ИНФРА-М, 2021. – 210, с.

18. Золотницкий И.И. Инженерные решения в строительстве в области охраны труда. – М., 1986. – 255 с.

19. Краснов, А. В. Поиск и анализ инновационных технических решений в области техносферной безопасности: практикум / А. В. Краснов ; Тольяттинский государственный университет, Институт инженерной и экологической безопасности. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2020. – 216 с.

20. Луканин А. В. Инженерная экология: процессы и аппараты очистки газовоздушных выбросов: учебное пособие / А. В. Луканин. – Москва:Изд-во НИЦ ИНФРА-М, 2021. – 605 с.

21. Масаев, В. Н. Основы организации и ведения аварийно-спасательных работ: спасательная техника и базовые машины: учеб. пособие / В. Н. Масаев, О. В. Вдовин, Д. В. Муховиков; Сибирская пожарно-спасательная академия государственной противопожарной службы МЧС России. – Железногорск: Сиб. пожар.-спасат. акад. ГПС МЧС России, 2017. –

179 с.

22. Медведев, В. Т. Основы охраны труда и техники безопасности в электроустановках : учебник для вузов / В. Т. Медведев, Е. С. Колечицкий, О. Е. Кондратьева. – Москва : МЭИ, 2019. – 618 с.

23. Михаилиди, А. М. Безопасность жизнедеятельности на производстве: учеб. пособие / А. М. Михаилиди. – Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2021. – 135 с.

24. Научно-технический журнал «Пожарная безопасность. Компании. Продукция. Услуги» № 1 2011. ISSN 0236-4468.

25. Невровский, В. А. Обитаемость рабочих мест: учеб. пособие / В. А. Невровский. – Москва: ИНФРА-М, 2019. – 136 с.

26. Никифоров, Л. Л. Промышленная экология: учеб. пособие/Л. Л. Никифоров. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2020. – 322с.

27. Новиков, В. К. Экология и инженерная защита окружающей среды : курс лекций/ В. К. Новиков, Д. А. Попов; Московская государственная академия водного транспорта. – Москва : МГАВТ, 2020. – 234 с.

28. Основы экологической экспертизы: учебник/ В. М. Питулько, В. К. Донченко, В. В. Растоскуев, В. В. Иванова. – Москва: ИНФРА-М, 2017. – 564,с.

29. ПБ 09-540-03 «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств».

30. Петрова, А. В. Охрана труда на производстве и в учебном процессе : учеб. пособие / А. В. Петрова, А. Д. Корощенко, Р. И. Айзман. – Новосибирск: Сибирское университетское изд-во, 2017. – 187, с.

31. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справ. изд.: в 2-х книгах; Баратов А.Н., Корольченко А. Я., Кравчук Г. Н. и др. – М.: Химия, 1990. – 215 с.

32. Правила противопожарного режима в Российской Федерации(утв. постановлением Правительства РФ от 16 сентября 2020г. N 1479).

33. Приказ МЧС России от 12.12.2011г. №749 (зарегистрирован в Минюсте от 30 декабря 2011г., регистрационный № 22871) «О внесении изменений в методику определения расчетных величин пожарного риска в

зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности».

34. Противопожарные требования от 01.05.2009 ФГУ ВНИИПО МЧС России.

35. ПУЭ Правила электроустановок. Утв. приказом Минэнерго России от 15.12.2020г. № 903н.

36. Рыков, В. В. Надежность технических систем и техногенный риск : учеб. пособие / В. В. Рыков, В. Ю. Иткин. – Москва : ИНФРА-М, 2017. – 192с.

37. Собурь, С. В. Краткий курс пожарно-технического минимума : учеб.-справ. пособие / С. В. Собурь. – 11-е изд., с изм. – Москва : ПожКнига, 2020. – 303с.

38. СП «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности» и введен в действие с 25 февраля 2013 г. (По приказу МЧС России от 21.02.2013 г. №116).

39. СП «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты» и введен в действие с 1 декабря 2012 г.». (по Приказу МЧС России от 21.11.2012 № 693).

40. СП 1.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы 01.05.2009 ФГУ ВНИИПО МЧС России.

41. СП 10.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности 01.05.2009 ФГУ ВНИИПО МЧС России.

42. СП 11.13130.2009 Места дислокации подразделений пожарной охраны. Порядок и методика определения 01.05.2009 ФГУ ВНИИПО МЧС России.

43. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности 01.05.2009 ФГУ ВНИИПО МЧС России.

44. СП 2.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты 01.05.2009 ФГУ ВНИИПО МЧС России.

45. СП 23-103-2003 Проектирование звукоизоляции ограждающих

конструкций жилых и общественных зданий (взамен Руководства по расчету и проектированию звукоизоляции ограждающих конструкций зданий).

46. СП 3.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах. Требования пожарной безопасности 01.05.2009 ФГУ ВНИИПО МЧС России.

47. СП 4.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объекты защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям 01.05.2009 ФГУ ВНИИПО МЧС России.

48. СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования 01.05.2009 ФГУ ВНИИПО МЧС России.

49. СП 6.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности.

50. СП 7.13130.2009 Отопление, вентиляция и кондиционирование.

51. СП 8.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности 01.05.2009 ФГУ ВНИИПО МЧС России.

52. СП 9.13130.2009 Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации 01.05.2009 ФГУ ВНИИПО МЧС России.

53. Стадницкий, Г. В. Экология : учебник для студентов химико-технол. и техн. специальностей вузов/ Г. В. Стадницкий. – [12-е изд., стер.] – Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2020. – 294, с.

54. Техника и технология совмещенных процессов переработки твердых отходов: учеб. пособие/ В. И. Назаров, Р. А. Санду, Д. А. Макаренков, Н. Е. Николайкина. – Москва: ИНФРА-М, 2020. – 456 с.

55. Тимофеева, С. С. Промышленная экология : практикум : учеб. пособие / С. С. Тимофеева, О. В. Тюкалова. – Москва : ФОРУМ [и др.], 2017.– 127 с.

56. Титов, В.И. Основные черты производственной структуры предприятия. Экономика предприятия: Учебник / В.И. Титов. – М.: Эскимо,

2008. – 148 с.

57. Федоров, П. М. Охрана труда : практ. пособие / П. М. Федоров. – 3-е изд. – Москва : РИОР [и др.], 2020. – 137 с.

58. Феоктистова, Т. Г. Производственная санитария и гигиена труда : учеб. пособие / Т. Г. Феоктистова, О. Г. Феоктистова, Т. В. Наумова. – Москва: ИНФРА-М, 2017. – 380, с.

59. Фрезе, Т. Ю. Методы оценки эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности: практикум/ Т. Ю. Фрезе; Тольяттинский государственный университет, Институт инженерной и экологической безопасности. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2020. – 258 с.

60. Широков, Ю. А. Экологическая безопасность на предприятии: учеб. пособие / Ю. А. Широков. – Изд. 2-е, стер. – Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2018. – 358 с.

61. Экономическое обоснование технических решений по повышению безопасности технологических процессов, производств и пожарной безопасности: учеб.-метод. пособие. / Д.М. Зозуля, А.Е. Сафронов, О.В. Дымникова. – Ростов н/Д: РИНЦ, 2018. – 145с.

Приложение А

Термины и определения

В настоящей работе применяют следующие термины с соответствующими определениями.

Пожарная безопасность - это состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров.

Огнестойкость является международной пожарно-технической характеристикой, регламентируемой строительными нормами и правилами, и характеризует способность конструкций и зданий сопротивляться воздействию пожара.

Предел огнестойкости - это промежуток времени (в минутах) от начала огневого испытания конструкции при стандартном температурном режиме до наступления одного или последовательно нескольких, нормируемых для данной конструкции, признаков предельных состояний:

1) потеря несущей способности - обрушение или недопустимый прогиб (обозначение - «R»);

2) потеря целостности - образование в конструкциях или стыках сквозных трещин или сквозных отверстий (обозначение в нормах - «E»);

3) потеря теплоизолирующей способности - повышение температуры на необогреваемой поверхности конструкции в среднем больше чем на 160°C или в любой точке этой поверхности более чем до 190°C по сравнению с температурой конструкции до нагрева или более чем до 220°C независимо от температуры конструкции до нагрева («I»).

Предохранительные устройства (ПУ) – вид арматуры, используемой для автоматического выпуска рабочей среды из аппарата при чрезмерном повышении давления в нем.

Рабочее давление (p_p) – наибольшее избыточное давление в аппарате при нормальном протекании технологического процесса без учета допустимого кратковременного повышения давления во время действия ПУ.

Продолжение Приложения А

Расчетное давление (p_R) – наименьшее избыточное давление, принятое при расчете на прочность элементов аппарата, работающего под давлением, равное рабочему давлению или превышающее его.

Защитное зануление – преднамеренное электрическое соединение с нулевым поводом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением, в случае пробоя электрической изоляции.

Защитное заземление - преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением вследствие замыкания на корпус и по другим причинам (индуктивное влияние соседних токоведущих частей, вынос потенциалов, разряд молнии, наведение статического электричества).

Атмосферный воздух — это природная смесь газов приземного слоя атмосферы за пределами жилых, производственных и иных помещений, сложившаяся в ходе эволюции Земли. Загрязнение атмосферного воздуха – поступление в атмосферный воздух или образование в нем вредных загрязняющих веществ в концентрациях, превышающих установленные государством гигиенические и экологические нормативы качества атмосферного воздуха. Качество атмосферного воздуха - совокупность физических, химических и биологических свойств атмосферного воздуха, отражающих степень его соответствия гигиеническим и экологическим нормативам качества атмосферного воздуха. Гигиенический норматив качества атмосферного воздуха - критерий качества атмосферного воздуха, который отражает предельно допустимое максимальное содержание вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе и при котором отсутствует вредное воздействие на здоровье человека. Экологический норматив качества атмосферного воздуха - критерий качества атмосферного воздуха, который отражает предельно допустимое максимальное содержание вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе и при котором отсутствует вредное воздействие на окружающую среду.

Приложение Б

Перечень сокращений и обозначений

Настоящая работа содержит следующий перечень обозначений и сокращений.

ИЗА — комплексный индекс загрязнения атмосферы, учитывающий несколько примесей, рассчитывается по значениям среднегодовых концентраций.

АОС - аэрозольный огнетушащий состав.

АУГП - автоматические установки газового тушения.

ВВ - взрывчатые вещества

ВКПРП - верхний концентрационный предел распространения пламени($\varphi_{\text{в}}$).

ВНИИПО МЧС - Всероссийский научно-исследовательский институт пожарной охраны министерства чрезвычайных ситуаций.

ВТПРП - верхний температурный предел распространения пламени ($T_{\text{в}}$).

ГВ - горючее вещество.

ГГ - горючие газы.

ГЖ - горючая жидкость.

ГОСТ - государственный стандарт.

СП – свод правил.

ГПВС - газопаровоздушная смесь.

ГС - горючая смесь.

ИЗ - источник зажигания.

КПРП - концентрационные пределы распространения пламени.

ЛВЖ - легковоспламеняющаяся жидкость.

НКПРП - нижний концентрационный предел распространения пламени ($\varphi_{\text{н}}$).

НПБ - нормы пожарной безопасности.

НТПРП - нижний температурный предел распространения пламени ($T_{\text{н}}$)

Продолжение Приложения Б

ПВБ – пожаровзрывобезопасность.

ПВО – пожаровзрывоопасность.

ПТЭЭ - правила технической эксплуатации электроустановок.

ПУЭ - правила устройства электроустановок.

СНиП - строительные нормы и правила.

ССБТ - система стандартов безопасности труда.

СУГ - сжиженные углеводородные газы.

ТГМ - твердые горючие материалы.

ТПРП - температурные пределы распространения пламени.

T_v - температура воспламенения.

$T_{гор}$ - температура горения.

ΔP - избыточное давление.

Приложение В
Пожаровзрывоопасность веществ

Таблица В.1 - Пожаровзрывоопасные свойства аммиака

Параметр		Характеристика
Вещество		аммиак - горючий бесцветный газ
Формула		NH ₃
t _{кип} , °С		-33,4
Адиабатическая температура горения, К		1777
t _{самрвоспл} , °С		650
ρ, кг/м ³ (t, °С)		0,597
ТПВ	t _н	- 17
	t _в	20
КПВ в воздухе (кислороде), % (об.)	φ _н	15 (13,5)
	φ _в	28 (79)
Mг		17,03
Склонность к горючести		ГГ
Растворимость в воде, % (масс.)		34,2
Коэф. диффузии пара в воздухе, см ² /с (t, °С)		0,198
Теплота образования, кДж/моль		123,13
Теплота сгорания, кДж/моль		-316,5
Миним. энергия зажигания, мДж (t, °С)		680 (20)
Макс. давл. взрыва, кПа		588
ПДК, мг/м ³		20
Максим. норм. скорость распр.пл., м/с		0,23 при 150 °С
Миним. взрывоопасн. содерж. кислорода, %		16,2
Средства тушения		вода

Таблица В.2 - Пожаровзрывоопасные свойства азота

Параметр		Характеристика
Вещество		азот - негорючий газ
Формула		N ₂
t _{кип} , °С		-195,8
ρ, кг/м ³ (t, °С)		1,2506
Mг		28,0134
Склонность к горючести		негорюч

Продолжение Приложения В

Таблица В.3 - Пожаровзрывоопасные свойства водорода

Параметр		Характеристика
Вещество		водород - горючий газ
Формула		H ₂
t _{кип} , °C		-252,8
t _{самрвоспл} , °C		510
ρ, кг/м ³ (t, °C)		0,0695
КПВ в воздухе (кислороде), % (об.)	φ _н	4,12 (4,1)
	φ _в	75 (96)
Mг		2,016
Склонность к горючести		ГГ
Коэф. диффузии пара в воздухе, см ² /с (t, °C)		0,68
Теплота сгорания, кДж/моль		-241,6
Миним. энергия зажигания, мДж (t, °C)		0,017 (20)
Макс. давл. взрыва, кПа		730
Растворимость в воде		малорастворим
Максим. норм. скорость распр. пл., м/с		2,7
Вязкость, кПа*с (t, °C)		8800 (20)
Миним. взрывоопасн. содерж. кислорода, %		5
Средства тушения		объемное тушение комбинированным составом (85 % диоксида углерода и 15 % хладона 114В2), азотом, охлаждение водой

Таблица В.4 - Пожаровзрывоопасные свойства аммиачно-водородные смеси

Параметр		Характеристика
Вещество		аммиачно-водородные смеси
Склонность к горючести		Горючи
КПВ, % (об.) (состав горючей смеси аммиак/водород, %)	φ _н	15 (100/0) 7,3 (70/30) 5,2 (40/60) 4,02 (10/90)
	φ _в	28 (100/0) 38,5 (70/30) 51,2 (40/60) 67,1 (10/90)

Продолжение Приложения В

Таблица В.5 - Пожаровзрывоопасные свойства аммиачной воды

Параметр		Характеристика
Вещество		аммиачная вода - водный раствор аммиака
$t_{\text{самрвоспл}}, ^\circ\text{C}$ (15%-ного раствора)		>750
$t_{\text{самрвоспл}}, ^\circ\text{C}$ (27%-ного раствора)		>750
ТПВ, % (об.) (15%-ного раствора)	t_{H}	23
	t_{B}	33
ТПВ, % (об.) (27%-ного раствора)	t_{H}	-2
	t_{B}	10
Склонность к горючести		не способна к горению, над поверхностью возможно образование взрывоопасной смеси аммиака с воздухом. В открытых сосудах и при разливе в помещении вероятность создания взрывоопасной концентрации практически отсутствует

Таблица В.6 - Пожаровзрывоопасные свойства масла компрессорного

Параметр		Характеристика
Вещество		масло компрессорное
ТПВ	t_{H}	200
	t_{B}	247
Склонность к горючести		горючая вязкая жидкость
Средства тушения		пена, порошок, объёмное тушение, углекислый газ

Таблица В.7 - Пожаровзрывоопасность масла промышленного (машинного)

Параметр	Характеристика
Вещество	масло промышленное (машинное) – горючая вязкая жидкость плотностью 903 кг/м ³
$t_{\text{самрвоспл}}, ^\circ\text{C}$	380
$t_{\text{всп}}, ^\circ\text{C}$	200
ТПВ, $^\circ\text{C}$: t_{H}	146
ТПВ, $^\circ\text{C}$: t_{B}	191
Средства тушения	при крупных проливах – пена, порошок ПСБ – 3; в помещениях – объёмное тушение; небольшие очаги – ПСБ, CO ₂

Приложение Г
Гидравлический расчет сети

Гидравлический расчет сети ведется в следующей последовательности:

1. Составляют исходную расчетную схему сети, на которой указывают длины расчетных участков сети, сосредоточенные расходы, номера узлов, колец и общие расходы, подаваемые в сеть.

2. Определяют удельные, путевые и узловые расходы.

Путевые расходы вычисляют по формуле:

$$q_{\text{пут}} = q_{\text{уд}} \cdot L, \text{ л/с}, \quad (\text{В.1})$$

где $q_{\text{уд}}$ – удельный расход, л/с, определяемый по формуле:

$$q_{\text{уд}} = \frac{Q_{\text{р.р.}}}{\Sigma L}, \text{ л/с}, \quad (\text{В.2})$$

где ΣL – общая длина участка линий, м;

$Q_{\text{р.р.}}$ – равномерно распределенный расход, л/с;

$$Q_{\text{р.р.}} = \frac{Q_{\text{х.б.}} + Q_{\text{м.п.}}}{3,6}, \frac{\text{л}}{\text{с}}; \quad (\text{В.3})$$

$$Q_{\text{р.р.}} = \frac{756,3 + 247,28 + 6,5}{3,6} = 280,58 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

$$q_{\text{уд}} = \frac{280,3}{7665} = 0,0366 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

Сосредоточенный расход вычисляется по формуле:

$$Q_{\text{соср.}} = \frac{Q_{\text{х.б.}} + Q_{\text{технол.}} + Q_{\text{душ.}}}{3,6}, \frac{\text{л}}{\text{с}}; \quad (\text{В.4})$$

Продолжение Приложения Г

$$Q_{\text{соср.}} = \frac{1,26+4,86+372}{3,6} = 105,3 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

Узловые расходы вычисляются по формуле:

$$q_{\text{узл.}} = \frac{(\sum q_{\text{пут.}})_{\text{узл}}}{2}, \text{ л/с.} \quad (\text{В.5})$$

Вычисления путевых и узловых расходов сводятся в таблицу В.1.

Таблица Г.1 - Определение путевых и узловых расходов

№ участка	Длина участка, м	Путевой расход, л/с	№ узла	№ примыкающих к узлу уч-ов	$\Sigma q_{\text{пут}}$	Узловой расход, л/с
Р-1	500	18,30	Р	Р-1	18,30	9,15
1-2	470	17,20	1	1-6; 1-2	33,12	16,56
2-3	620	22,70	2	1-2; 2-5; 2-3	58,93	29,47
3-4	550	20,13	3	2-3; 3-4	42,83	21,42
4-5	620	22,70	4	3-4; 4-9; 4-5	64,06	32,03
5-6	650	23,79	5	4-5; 2-5; 5-6; 5-8	87,48	43,74
6-7	580	21,23	6	1-6; 5-6; 6-7	60,94	30,47
7-8	600	14,64	7	6-7; 7-8	35,87	17,94
8-9	620	22,70	8	7-8; 5-8; 8-9	59,30	29,65
1-6	435	15,92	9	4-9; 8-9	43,93	21,97
2-5	520	19,03	-	-	-	-
4-9	580	21,29	-	-	-	-
5-8	600	21,96	-	-	-	-

Вычисленные узловые расходы выносятся на расчетную схему сети (рисунок Г.1).

Продолжение Приложения Г

3. После подготовки водопроводной сети к расчету и получения величин узловых расходов намечаем вероятное распределение потоков воды по всем линиям сети. Распределение потоков удобно начинать с наиболее удаленных от мест питания узловых точек. По намеченным приближенным расходам каждого участка подбирают диаметр сети по таблицам Шевелева с учетом экономичных скоростей ($v_{эк}=0,7-1,5$ м/с). Далее определяют потери напора водопроводной сети по формуле:

$$h = i \cdot L, \text{ м}, \quad (\text{В.6})$$

где i – потери напора на один погонный метр трубопровода;

L – длина участка сети, км.

4. Определяют величину невязки в отдельных кольцах ($\Delta h = \sum h$).

При вычислении Δh считают потери напора для расходов, направленных по ходу часовой стрелки, положительными, против часовой стрелки – отрицательными. Допускается невязка Δh не более $\pm 0,5$ м для одного кольца и общего внешнего контура. При превышении допустимой невязки перераспределяют ранее намеченные потоки воды, увеличивая расходы недогруженных линий за счет перегруженных.

Продолжение Приложения Г

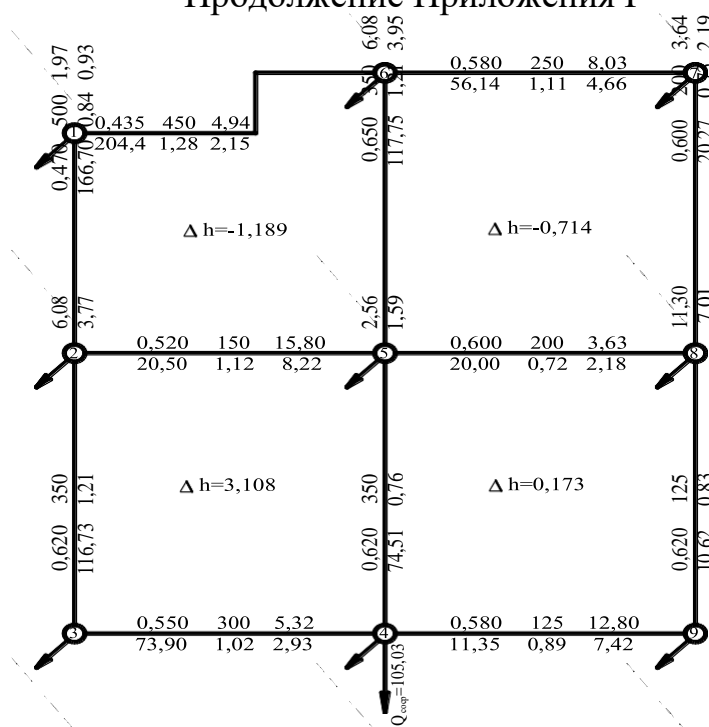


Рисунок Г.1 - Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды: 1 расчетный случай (первый вариант расчета)

$$\Delta h_{06} = 0,954.$$

Увязку производят по методу М. М. Андриашева, проводя увязочные расходы по замкнутым контурам, охватывающим группу колец.

Величину увязочного расхода определяют по формуле:

$$\Delta q = \frac{q_{\text{ср}} \cdot \Delta h}{2 \cdot \sum h}, \quad \text{л/с}, \quad (\text{Г.7})$$

где Δh – величина невязки рассматриваемого контура (или кольца), м;

$\sum h$ – арифметическая сумма потерь напора в участках рассматриваемого контура, м;

$q_{\text{ср}}$ – средняя величина расхода для входящих в контур участков, л/с.

Определение Δh и Δq производится до тех пор, пока невязки в кольцах не станут допустимыми (рисунок Г.2).

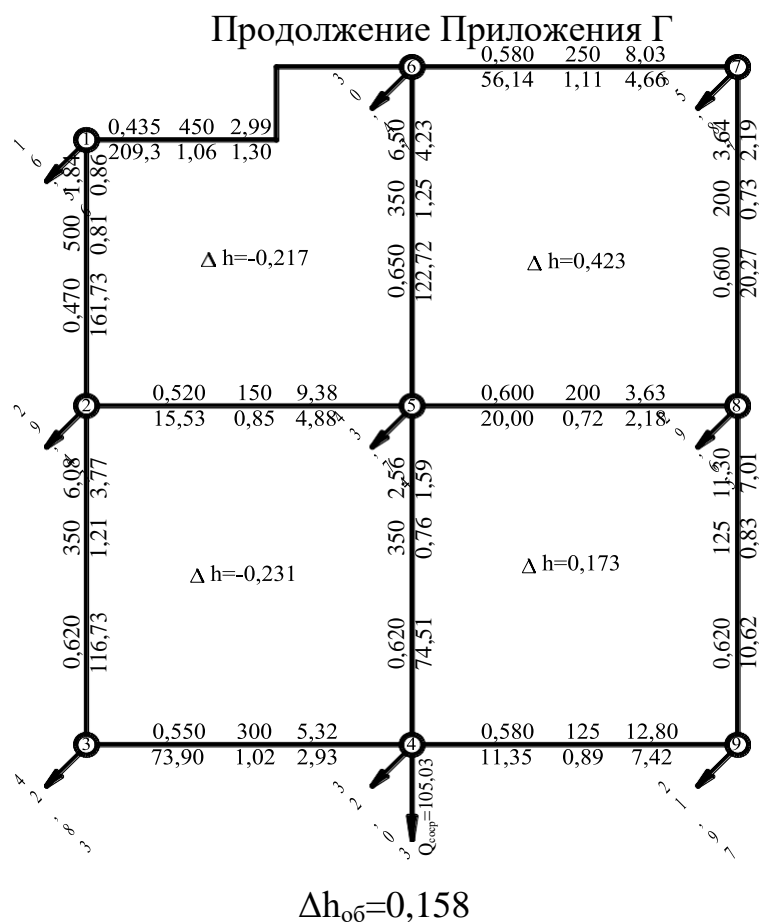


Рисунок Г.2 - Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды: 1 расчетный случай (последний вариант расчета)

Далее проверяется возможность пропуска расчетных хозяйственных и пожарных расходов (2 случай) при тех же диаметрах труб, и определяются потери напора по таблицам Шевелева. Допустимыми считаются скорости до 3 м/с. Увязку производят по методу М. М. Андриашева, по аналогии с первым случаем, до достижения величины невязки в кольцах $\leq 1,0$ м. При невязках, превышающих допустимые, производят перерасчет участков сети аналогично первому случаю (рисунок В.3).

По результатам гидравлического расчета водопроводной сети г.Пермь подбирается насосное оборудование для подачи воды насосной станцией второго подъема.

Продолжение Приложения Г

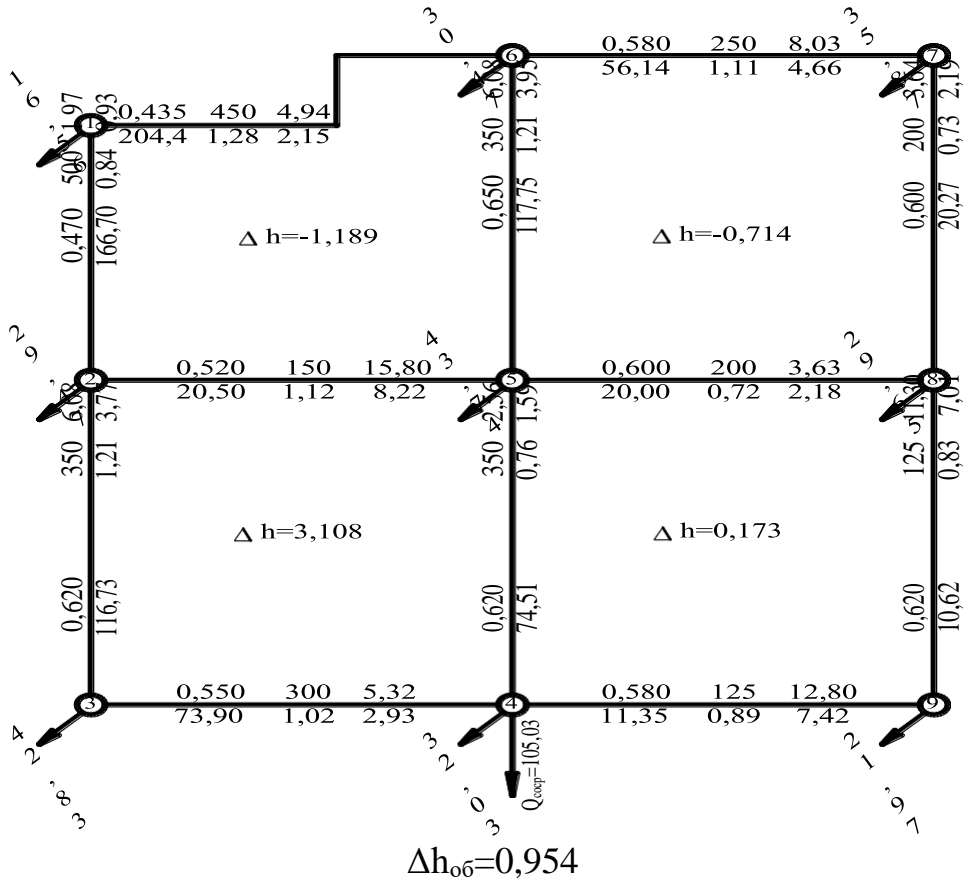


Рисунок Г.3 - Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды: 1 расчетный случай (первый вариант расчета)

Увязку производят по методу М. М. Андриашева, проводя увязочные расходы по замкнутым контурам, охватывающим группу колец.

Величину увязочного расхода определяют по формуле:

$$\Delta q = \frac{q_{\text{ср}} \cdot \Delta h}{2 \cdot \sum h}, \quad \text{л/с}, \quad (\text{Г.8})$$

где Δh – величина невязки рассматриваемого контура (или кольца), м;

$\sum h$ – арифметическая сумма потерь напора в участках рассматриваемого контура, м;

$q_{\text{ср}}$ – средняя величина расхода для входящих в контур участков, л/с.

Продолжение Приложения Г

Определение Δh и Δq производится до тех пор, пока невязки в кольцах не станут допустимыми (рисунок Г.4).

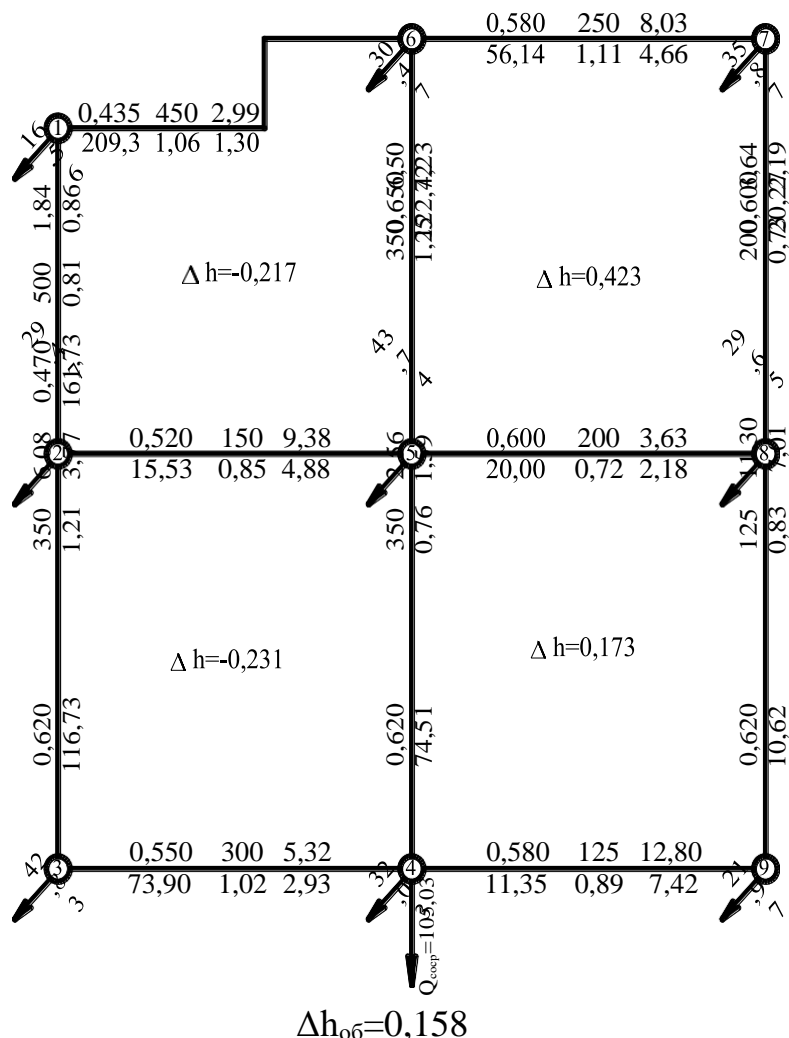


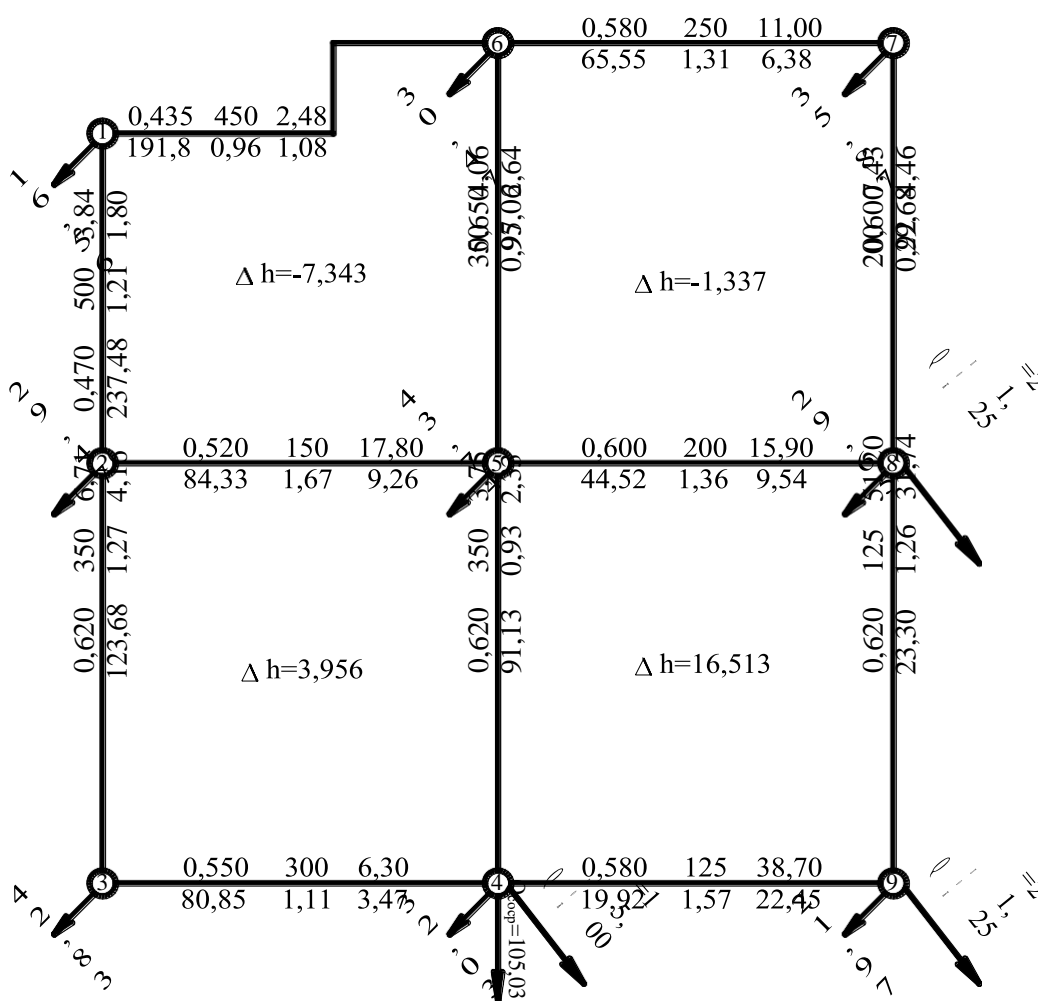
Рисунок Г.4 - Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды: 1 расчетный случай (последний вариант расчета)

Далее проверяется возможность пропуска расчетных хозяйственных и пожарных расходов (2 случай) при тех же диаметрах труб, и определяются потери напора по таблицам Шевелева. Допустимыми считаются скорости до 3 м/с. Увязку производят по методу М. М. Андриашева, по аналогии с первым случаем, до достижения величины невязки в кольцах $\leq 1,0$ м. При невязках,

Продолжение Приложения Г

превышающих допустимые, производят перерасчет участков сети аналогично первому случаю (рисунок Г.5-Г.6).

По результатам гидравлического расчета водопроводной сети г.Пермь подбираем насосное оборудование для подачи воды насосной станцией второго подъема.



$$\Delta h_{06} = 11,78$$

Рисунок Г.5 - Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды и пожар: 2 расчетный случай (последний вариант расчета)

Продолжение Приложения Г

Место расположения водозабора следует выбирать как можно ближе к потребителю с учетом санитарных требований, возможности расширения границ объекта водоснабжения в перспективе и организации зон санитарной охраны.

Водозабор должен располагаться на достаточно устойчивом участке реки, который характеризуется благоприятными гидравлическими и шуголедовыми режимами речного потока. Речные водозаборные сооружения следует размещать в тех местах русла реки, в которых, с одной стороны, не наблюдается интенсивного отложения наносов и, с другой – не происходит разрушения берега. Наиболее интенсивное отложение наносов обычно происходит у выпуклого берега реки, поэтому здесь водозаборы располагать не следует. Прямые участки рек также не создают надежных условий для работы водозабора, так как на этих участках создаются перекаты. Нежелательно располагать водозабор в плеске ниже незамерзающего зимой переката. Наиболее благоприятны для расположения водозабора вогнутые берега рек, где наносы не откладываются, однако эти участки часто подвергаются размыву, и следует предусматривать берегоукрепительные работы. Водозабор следует располагать в пределах третьей четверти излучины реки. Не допускается располагать водоприемники в зоне движения судов (если река судоходна), в местах зимовки и нереста рыб, скопления плавника и водорослей, возникновения заторов. Водоприемники располагают выше по течению водотока выпусков сточных вод, населенных пунктов, а также стоянок судов.

На основании данных о глубинах, грунтах, шуголедовых условиях реки выбирается тип водозабора (береговой, русловой или комбинированный). Из соображений повышения надежности водозабора, особенно в зимний период, когда в реке наблюдается образование большого количества шуги, глубинного

Продолжение Приложения Г

льда, а также наносов выбран ковшевой тип водозабора с низовым входом (устье ковша расположено по течению реки), так как при таком типе водозабора большая часть шуги, глубинного льда проходит мимо устья ковша, не попадая в водоприемные отверстия и не забивает решетки; в ковше образуется ранний ледостав, что препятствует обмерзанию водоприемных решеток. В ковше обеспечивается также защита от донных отложений, которые при малой скорости движения воды в устье (0,05-0,2 м/с) осаждаются не доходя водоприемных оголовков. Периодически устье ковша очищается от наносов при помощи земснаряда.

Непосредственный прием воды из ковша производится через водоприемник, конструктивное оформление которого зависит от количества забираемой воды, глубины реки, ее ледовых условий, характера грунта. От водоприемника вода по самотечным линиям подводится к береговому колодезю. Береговой колодезь состоит из приемного и всасывающего отделений и снабжен сетками для грубой механической очистки воды. Береговой колодезь устроен совмещенным с насосной станцией 1-го подъема. Гидравлический расчет водозабора следует выполнять применительно к нормальным и аварийным условиям эксплуатации. При нормальных условиях одновременно действуют две секции водозабора. В аварийном режиме одна из секций отключена, и весь расчетный расход воды или значительная его часть перетекают по оставшейся секции. Гидравлический расчет по определению размеров водоприемных отверстий, диаметров трубопроводов и других элементов водозабора следует выполнять для нормальных условий, а расчеты потерь напора, уровней воды в сеточном колодезю применительно к аварийным условиям. Расчетный расход воды в одной секции водозабора можно определить по формуле:

$$Q_p = \frac{Q_B}{n}, \quad \frac{m^3}{c}, \quad (B.9)$$

где n – число секций водозабора;

Продолжение Приложения Г

Q_v – расход водозабора;

$$Q_p = \frac{1,8}{2} = 0,9 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}.$$

Площадь приемных отверстий одной секции водозабора, борудованного решетками, определяют по формуле:

$$F = \frac{1,25 \cdot Q_p}{V_{\text{вт}}} \cdot K_{\text{ст}}, \quad \text{м}^2, \quad (\text{В.10})$$

где $V_{\text{вт}}$ – средняя скорость втекания воды в водоприемные отверстия, м/с;

$K_{\text{ст}}$ – коэффициент, учитывающий степень стеснения отверстий решеток;

1,25 – коэффициент, учитывающий засорение отверстий решетки.

Допустимая скорость втекания $V_{\text{вт}}$ в водоприемные отверстия для средних и тяжелых условий водозабора принимается равной для русловых затопленных водоприемников $0,1 \div 0,3$ м/с. Так как количество шуги, травы, листьев небольшое, то принимаем $V_{\text{вт}} = 0,3$ м/с.

$$K_{\text{ст}} = \frac{a+c}{a}, \quad (\text{В.11})$$

где a – расстояние между стержнями решетки в свету;

c – толщина стержня.

Принимаем $a = 50$ мм, $c = 10$ мм.

$$F = \frac{1,25 \cdot 0,9}{0,3} \cdot 1,2 = 4,5 \text{ м}^2.$$

Продолжение Приложения Г

Назначая число и определяя размеры решеток, следует учитывать глубину воды в месте расположения водоприемника и его конструкцию (рисунок В.7). Расстояние от дна реки до низа водоприемных отверстий должно быть более 0,5 м; расстояние от верха водоприемного отверстия до минимального летнего уровня быть более 0,3 м.

Высота решётки $h_p^л$ вычисляется по формуле:

$$h_p^л = h_{min}^л - h_1 - h_2^л; \text{ м}; \quad (\text{В.12})$$

где $h_{min}^л$ - минимальный уровень воды у водоприемных оголовков в летний период, м;

$$h_p^л = 2,7 - 0,5 - 0,3 = 1,9 \text{ м.}$$

Высота для зимнего периода $h_p^з$ вычисляется по формуле:

$$h_p^з = h_{min}^з - \delta - h_1 - h^з; \text{ м}; \quad (\text{В.13})$$

где $h_{min}^з$ - минимальный уровень воды у водоприёмных оголовков в зимний период, м;

$$h_p^з = 3,6 - 0,9 - 0,5 - 0,2 = 2,0 \text{ м.}$$

Принимаем высоту решетки $h_p=1,9$ м и подбираем ее по [11]:

- проходное отверстие окна 1250×1500 мм;
- площадь живого сечения решетки $F_1=1,62$ м²;
- масса решетки $m=135$ кг.

Продолжение Приложения Г

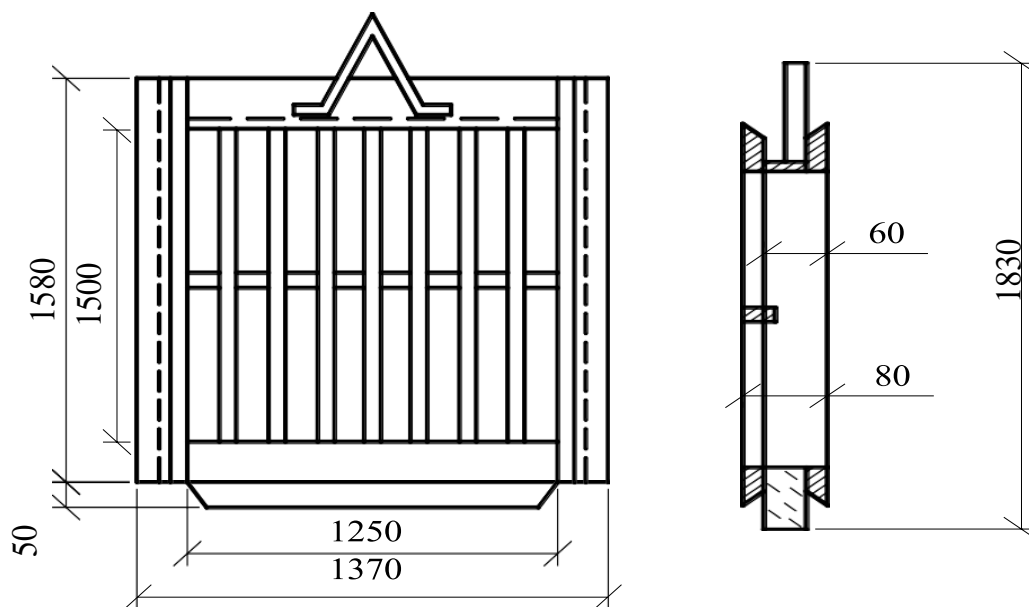


Рисунок Г.7 - Водоприемная решетка

Так как $\frac{F}{F_1} = \frac{4,5}{1,62} = 2,77$, то принимаем три решетки в одной секции водозабора, общей площадью $F_p=4,86 \text{ м}^2$, скорость втекания воды через одну решетку $V_{вт}=0,27 \text{ м/с}$.

Расчет самотечных трубопроводов выполняют применительно к нормальным и аварийным условиям. Число самотечных линий должно быть не менее двух. Диаметр самотечных трубопроводов выбирают исходя из скорости движения воды в них $V=0,7\div 1,5 \text{ м/с}$ по [11]. Самотечные линии принимаем из стальных труб. Путем сравнения выбираем диаметр самотечных линий $d=1400 \text{ мм}$. Определяем отметку, на которой можем расположить береговой колодец. Отметка площадки для строительства берегового колодца должна быть выше отметки максимальной расчетной обеспеченности на $0,5\div 1,0 \text{ м}$ с учетом высоты волны:

$$Z_{\text{кол}} = Z_{\text{max}} + 2 \cdot h + 1, \text{ м}, \quad (\text{В.14})$$

где Z_{max} – максимальный уровень воды в реке, м;

h – высота волны, м;

Продолжение Приложения Г

$$Z_{\text{кол}} = 98 + 2 \cdot 0,4 + 1 = 99,8 \text{ м.}$$

Длину самотечной линии принимаем $L=156$ м.

Потери напора в самотечных линиях находим по формуле:

$$h = i \cdot L + \sum \xi_M \cdot \frac{V^2}{2g}, \text{ м,} \quad (\text{B.15})$$

где i – потери напора по длине на 1 км трубопровода;

L – длина самотечных линий, км;

V – скорость движения воды в трубопроводе, м/с;

$\sum \xi_M$ – сумма потерь напора на местные сопротивления,

$\sum \xi_M = 1,5$ м.

Потери напора при нормальном режиме:

$$h = 0,26 \cdot 0,156 + 1,5 \cdot \frac{0,59^2}{2 \cdot 9,8} = 0,07 \text{ м.}$$

Максимальные и минимальные уровни воды в приемном отделении берегового колодца определяем по формулам:

$$H_{\text{max}} = Z_{\text{max}} - h_p - h^{\text{ав}}, \text{ м,} \quad (\text{B.16})$$

$$H_{\text{min}} = Z_{\text{min}} - h_p - h^{\text{ав}}, \text{ м,} \quad (\text{B.17})$$

где Z_{max} – максимальный уровень воды в реке, м;

Z_{min} – минимальный уровень воды в реке, м;

h_p – потери напора в решетке, принимаются $h_p=0,1$ м;

$h^{\text{ав}}$ – потери напора в самотечной линии при аварии, м;

$$H_{\text{max}} = 98 - 0,1 - 0,26 = 97,64 \text{ м.}$$

Продолжение Приложения Г

$$H_{min} = 90 - 0,1 - 0,26 = 89,64 \text{ м.}$$

Расчет самоудерживающих сеток

Согласно с [11] принимаем вращающуюся сетку.

Определяем площадь вращающейся сетки по формуле:

$$F_{сет} = \frac{1,25 \cdot Q_p \cdot K_{ст}}{V_{вт}}, \quad (\text{В.18})$$

где $V_{вт}$ – скорость протекания воды через сетку, $V_{вт}=0,8 \div 1,2$ м/с;

Q_p – расчетный расход воды, м³/с;

$K_{ст}$ – коэффициент, который вычисляется по формуле:

$$K_{ст} = \left(\frac{a+c}{a}\right)^2, \quad (\text{В.19})$$

где a – расстояние в свету между стержнями сетки, мм;

c – диаметр стержней, мм;

$$K_{ст} = \left(\frac{5 + 1}{5}\right)^2 = 1,44;$$

$$F_{сет} = \frac{1,25 \cdot 0,9 \cdot 1,44}{1} = 1,62 \text{ м.}^2$$

Расстояние между центрами звездочек полотна сетки вычисляем по формуле:

$$H = h + h_1 + h_2 + 1, \text{ м,} \quad (\text{В.20})$$

где h – глубина погружения сетки под расчетный уровень, м, вычисляется по формуле:

Продолжение Приложения Г

$$h = \frac{F_{\text{сет}}}{B}, \text{ м}, \quad (\text{B.21})$$

где B – ширина полотна сетки, по [11] принимаем $B=3,1$ м;

$$h = \frac{1,62}{3,1} = 0,52 \text{ м};$$

h_1 – разница между максимальным и минимальным уровнями воды в реке, м, вычисляется по формуле:

$$h_1 = Z_{\text{max}} - Z_{\text{min}}, \text{ м}, \quad (\text{B.22})$$

$$h_1 = 98 - 90 = 8 \text{ м}.$$

h_2 – высота агрегата сетки, принимается по [11] $h_2=2$ м.

$$H = 0,52 + 8 + 2 + 1 = 11,52 \text{ м}.$$

Отметки уровней воды во всасывающем отделении берегового колодца будут меньше, чем в приемном, на величину потерь напора в сетке:

$$H_{\text{max}}^{\text{BC}} = H_{\text{max}} - h_c, \text{ м}; \quad (\text{B.23})$$

$$H_{\text{min}}^{\text{BC}} = H_{\text{min}} - h_c, \text{ м}; \quad (\text{B.24})$$

где H_{max} – максимальный уровень воды в приемном отделении, м;

H_{min} – минимальный уровень воды в приемном отделении, м;

h_c – потери напора в сетках (во вращающихся сетках $h_c=0,2 \div 0,4$ м).

$$H_{\text{max}}^{\text{BC}} = 97,64 - 0,3 = 97,34 \text{ м}.$$

$$H_{\text{min}}^{\text{BC}} = 89,64 - 0,3 = 89,34 \text{ м}.$$

Продолжение Приложения Г

Диаметр всасывающих линий в береговом сооружении водозабора определяется по расчетному расходу при нормальном режиме его работы и скорости движения воды в трубах по [11] $V=1,2\div 2$ м/с.

$$D_{\text{вс}}=900 \text{ мм}; V=1,4 \text{ м/с}; 1000i=2,4;$$

Диаметр раструба (рисунок В.8) определяется по формуле:

$$D_{\text{растр}}=(1,35\div 1,5)\cdot D_{\text{вс}}, \text{ мм}, \quad (\text{В.25})$$

$$D_{\text{растр}} = 1,5 \cdot 900 = 1350 \text{ мм}.$$

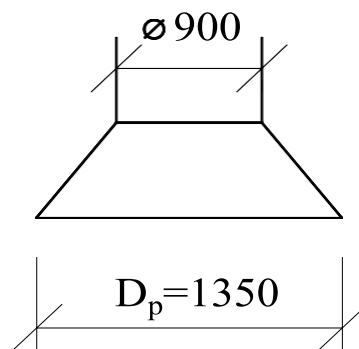


Рисунок Г.8 - Раструб всасывающей линии

При обратной промывке промывная вода подается по трубе от напорных водоводов насосной станции и подключается к каждой самотечной линии внутри берегового колодца (рисунок Г.9).

Диаметр промывочного трубопровода определяется по скорости движения воды по промывочной линии $V_{\text{пр}}$ до 2,5 м/с и расходу воды в промывочной линии $Q_{\text{пр}}$, который определяется по формуле:

Продолжение Приложения Г

$$Q_{\text{пр}} = 1,2 \cdot Q_p, \text{ л/с}, \quad (\text{В.26})$$

$$Q_{\text{пр}} = 1,2 \cdot 900 = 1080 \text{ л/с}.$$

По [11] принимаем $d_{\text{пр}}=800$ мм, $V=2,15$ м/с, $1000i=6,61$.

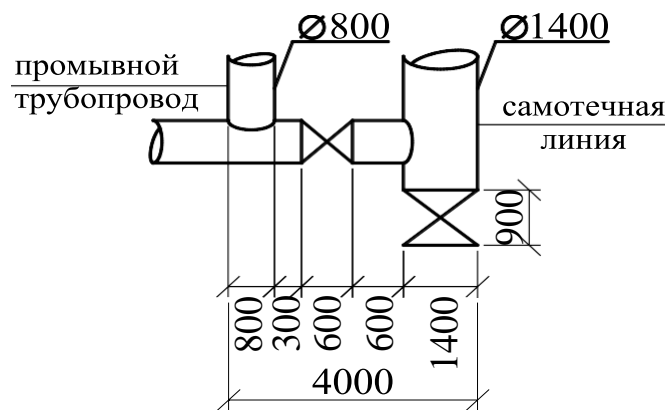


Рисунок Г.9 - Присоединение промывочного трубопровода к самотечной линии

Количество резервных насосов определяем по [11]. надежности I, следовательно, принимаем два резервных насоса.

Отметку оси насоса находим по формуле:

$$Z_{\text{оси}} = Z_{\text{min}}^{\text{вс}} + H_{\text{вак}}^{\text{вс}} - 1,1 \cdot i_{\text{вс}} \cdot L_{\text{вс}} - 1, \quad (\text{В.27})$$

где $Z_{\text{min}}^{\text{вс}}$ - минимальная отметка уровня воды во всасывающем отделении, м;

$H_{\text{вак}}^{\text{вс}}$ - высота всасывания насоса, м;

$i_{\text{вс}}$ - уклон всасывающего трубопровода, равен 0,005;

$L_{\text{вс}}$ - длина всасывающего трубопровода, м;

$$Z_{\text{оси}} = 89,34 + 4,4 - 1,1 \cdot 0,005 \cdot 20 - 1 = 92,63 \text{ м}.$$

Продолжение Приложения Г

Отметку дна колодца находим по формулам:

а) для приемного отделения:

$$Z_{\text{дн}} = Z_{\text{ог}} - 0,7 - D_{\text{тр}} + L \cdot i - 1, \quad (\text{B.28})$$

где $Z_{\text{ог}}$ – отметка дна реки у водоприемного оголовка, м;

$D_{\text{тр}}$ – диаметр самотечных линий, м;

L – длина самотечных линий, км;

i – уклон самотечных линий;

$$Z_{\text{дн}} = 87,3 - 0,7 - 1,4 + 0,156 \cdot 0,26 - 1 = 84,24 \text{ м.}$$

б) для всасывающего отделения:

$$Z_{\text{дн}} = Z_{\text{min}}^{\text{BC}} - h_3 - h_{\text{д}}, \text{ м}, \quad (\text{B.29})$$

где h_3 – заглубление раструба всасывающей линии под минимальный уровень воды в колодце, м;

$$h_3 = 2 \cdot D_{\text{растр.}}, \text{ м}; \quad (\text{B.30})$$

$$h_3 = 2 \cdot 1,35 = 2,7 \text{ м};$$

$h_{\text{д}}$ – расстояние от низа раструба до дна колодца:

$$h_{\text{д}} = 0,8 \cdot D_{\text{растр.}}, \text{ м}; \quad (\text{B.31})$$

$$h_{\text{д}} = 0,8 \cdot 1,35 = 1,08 \text{ м};$$

$$Z_{\text{дн}} = 89,34 - 2,7 - 1,08 = 85,56 \text{ м.}$$

Продолжение Приложения Г

В приемном отделении колодца устраиваем приемки для сбора осадка. Глубина приемка принимается 0,5÷0,6 м для малых колодцев и до 1,5 м для больших. Дно секции колодца выполняется с уклоном к приемку 0,07÷1.

Осадок удаляется при помощи гидроэлеватора.

Размеры колодца определяются из расчета, что для размещения сеток необходим диаметр колодца 10м.

Принимаем диаметр колодца 10м.

Гидроэлеватор подбирается по часовой производительности установки:

$$Q_{\text{ч.э}} = \frac{W}{t}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (\text{B.32})$$

где W – объем накопившегося осадка при высоте слоя $h_{\text{сл}}=1\text{м}$;

t – время откачки осадка, $t=2\div3$ ч;

$$W = \frac{F}{2} h_{\text{сл}}, \text{ м}^3, \quad (\text{B.33})$$

где F – площадь дна колодца, м^2 ;

$$F = \frac{\pi D^2}{8}, \text{ м}^2, \quad (\text{B.34})$$

$$F = \frac{3,14 \cdot 10^2}{8} \approx 40 \text{ м}^2.$$

$$W = \frac{40}{2} \cdot 1 = 20 \text{ м}^3.$$

$$Q_{\text{ч.э}} = \frac{20}{2} = 10 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Принимаем гидроэлеватор с параметрами: $d_c=30$; $d_r=55$.

Приложение Д

Гидравлический расчет пожарного водопровода, подбор водомера

Разбиваем схему на расчетные участки, начиная от диктующей точки, двигаясь против направления движения воды до подсоединения наружного трубопровода. Номер расчетного участка меняется в точке изменения расхода, т.е. присоединения прибора. Кольцевую магистральную сеть рассчитывают на 2 случая работы:

- на пропуск максимального хозяйственно-питьевого расхода;
- на пропуск максимального хозяйственно-питьевого расхода и расхода на пожар.

Максимальный секундный расход воды на расчетном участке определяется по формуле:

$$q^c = 5q_0^c \cdot \alpha, \quad (\text{Д.1})$$

где q_0^c – секундный расход воды отдельным прибором, принимается в зависимости от норм водопотребления по [11]: равен 0,2 л/с;

α - коэффициент, определяемый согласно [11] в зависимости от числа приборов N на расчетном участке сети и вероятности их одновременного действия P^c .

Подбор водомера производится по среднечасовому расходу, который определяется по формуле:

$$Q_{\text{ср.ч}} = \frac{q_{\text{ж}} \cdot U}{24 \cdot 1000}, \quad (\text{Д.2})$$

где $q_{\text{ж}}$ - норма водопотребления на рабочего по заданию $q_{\text{ж}}=400$ л/сут.чел.;

U - число рабочих в здании.

$$Q_{\text{ср.ч}} = \frac{400 \cdot 216}{24 \cdot 1000} = 3,6 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Продолжение Приложения Д

По [11] подбираем ближайшее большее значение и выбираем соответствующий ему диаметр водомера и гидравлическое сопротивление.

Диаметр условного прохода - 65мм.

Тип водомера - турбинный. Гидравлическое сопротивление

$$S=0,0063 \text{ м}/(\text{м}^3/\text{ч})^2.$$

Потери напора в водомере:

$$h_{\text{вод}}^{\text{х-п}} = S \cdot (3,6q^{\text{п}})^2, \quad \text{м}; \quad (\text{Д.3})$$

$$h_{\text{вод}}^{\text{х-п}} = 0,0063 \cdot (3,6 \cdot 3,228)^2 = 0,85 \quad \text{м}.$$

Условие $h_{\text{вод}} < 1\text{м}$ выполняется.

Проверим потери напора при пропуске хозяйственно-питьевого и пожарного расходов:

$$h_{\text{вод}}^{\text{х-п+пож}} = S \cdot (3,6 \cdot 5,728)^2 = 2,68 \quad \text{м}.$$

Условие $h_{\text{вод}}^{\text{х-п+пож}} < 10 \text{ м}$ выполняется.

Так как потери напора в водомере при пропуске хозяйственно-питьевого расхода и расхода на внутренние пожаротушение в пределах нормы, то принимаем данный водомер.

Объект оснащается первичными средствами пожаротушения.

Персонал аммиачной станции обеспечивается средствами индивидуальной защиты (фильтрующими противогазами с коробкой для защиты от аммиака, самоспасателями, специальной одеждой и специальной обувью) в расчете на смену с наибольшей численностью работающих - 180 человек. В случае опасной утечки аммиака персонал аммиачной станции

Продолжение Приложения Д

эвакуируется в безопасное место.

Напор, необходимый для обеспечения подачи воды всем потребителям определяется по формулам:

$$H_p^{x-p} = H_{geom}^{x-p} + \Sigma H_{tot.1}^{x-p} + H^{fx-p} - H_g; \quad (Д.4)$$

$$H_p^p = H_{geom}^p + \Sigma H_{tot.1}^p + H^{fp} - H_g, \quad (Д.5)$$

где H_{geom}^{x-p} – геометрическая высота подъёма воды, равная разности отметки подвода воды к диктующему прибору и отметки земли в месте подключения ввода к городской водопроводной сети, м:

$$(N_{эт}-1) \cdot 3 + 0,8 + \downarrow \text{пола 1 эт.} \quad (Д.6)$$

где $N_{эт}$ – число этажей здания;

$$(12-1) \cdot 3 + 0,8 + 60 = 93,8 \text{ м};$$

$$H_{geom}^{x-p} = 93,8 - 59,5 = 34,3 \text{ м},$$

где H_{geom}^p – геометрическая высота подъёма воды, равная разности отметки подвода воды к диктующему пожарному крану и отметки земли в месте подключения ввода к городской водопроводной сети, м;

тогда отметка диктующего прибора (при пожаре):

$$93,8 + 0,55 = 94,35 \text{ м};$$

$$H_{geom}^p = 94,35 - 59,5 = 34,85 \text{ м},$$

Продолжение Приложения Д

где $\sum H_{tot.1}^{x-p}$ – сумма потерь напора в трубопроводах по длине и в местных сопротивлениях по расчетному направлению с учетом потерь напора в водомере:

$$8,76 + 0,85 = 9,61 \text{ м};$$

$\sum H_{tot.1}^p$ - то же на пожар:

$$14,63 + 2,68 = 17,31 \text{ м};$$

H^{fx-p} - свободный напор на излив у диктующего прибора, по [11] принимаем $H^{fx-p} = 3 \text{ м}$;

H^{fp} - свободный напор на излив у расчетного прибора с учетом пожара определяется в зависимости от высоты помещения, диаметра ПК, диаметра spryska наконечника пожарного ствола (16 мм) и длины пожарного рукава (20м)); принимаем $H^{fp} = 10 \text{ м}$;

H_g - гарантийный напор в наружной водопроводной сети, $H_g = 29,1 \text{ м}$;

$$H_p^{x-p} = 34,3 + 9,61 + 3 - 29,1 = 17,81 \text{ м},$$

$$H_p^p = 34,85 + 17,31 + 10 - 29,1 = 33,06 \text{ м}.$$

Насосы, предусмотренные для хозяйственно-питьевых нужд, принимаем марки 2К 20/30 2 шт. (1 рабочий и 1 резервный) с механическими характеристиками: расход $Q = 10 - 30 \text{ м}^3 / \text{ч}$, напор $H = 24 - 35 \text{ м}$, потребляемая мощность $N = 4 \text{ кВт}$.

Приложение Е

Расчет требуемого времени эвакуации

Выполнен расчет требуемого времени эвакуации из цеха синтеза аммиака на отметке +3.500. Методика расчета изложена в ГОСТ 12.1.004-91.

Исходные данные:

- площадь помещения $S=549,95 \text{ м}^2$,
- высота помещения $h=3\text{м}$;
- низшая теплота сгорания $Q^H=17 \text{ МДж/кг}$;
- линейная скорость распространения горения $V=0,005 \text{ м/с}$;
- удельная массовая скорость выгорания $\Psi_{\text{уд}}=0,008 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$;
- высота рабочей зоны $h=1,7 \text{ м}$;
- дымообразующая способность горящего материала $D_m=1096$

$\text{Нп} \cdot \text{м}^2/\text{кг}$;

- удельный расход кислорода $L_{O_2}=0,968 \text{ кг/кг}$;
- выделение CO_2 $L_{\text{CO}_2}=0,812 \text{ кг/кг}$;
- выделение CO $L_{\text{CO}}=0,163 \text{ кг/кг}$;
- удельная изобарная теплоемкость газа $C_p=0,00104876 \text{ МДж/кг}$;
- начальная освещенность $E=50 \text{ лк}$;
- коэффициент отражения предметов на путях эвакуации $\alpha=0,3$;
- коэффициент теплопотерь $\Psi=0,3$;
- начальная температура воздуха в помещении $t_o=26^\circ\text{C}$.

Примем круговую модель распространения пламени в помещении, тогда безразмерный параметр рассчитаем по формуле:

$$A = 1,05 \cdot \psi_F \cdot V^2, \quad n = 3, \quad (\text{E.1})$$

$$A=1,05 \cdot 0,03 \cdot 0,005^2= 0,00000021;$$

Рассчитывается параметр по формуле:

Продолжение Приложения Е

$$Z = \frac{h}{H} \cdot \exp\left(1,4\frac{h}{H}\right), \quad H \leq 6 \text{ м}, \quad (\text{E.2})$$

$$Z = \frac{1,7}{3} \cdot \exp\left(1,4\frac{1,7}{3}\right) = 1,253.$$

Коэффициент полноты сгорания вычислим по формуле:

$$\eta = 0,63 + 0,2 \cdot X_{02} + 1500 X_{02}^6, \quad (\text{E.3})$$

$$\eta = 0,63 + 0,2 \cdot 0,226 + 1500 \cdot 0,226^6 = 0,875.$$

Вычислим свободный объем помещения по формуле:

$$V_{\text{св}} = 0,8 \cdot (S \cdot h). \quad (\text{E.5})$$

$$V_{\text{св}} = 0,8 \cdot (19,5 \cdot 28,2 \cdot 3) = 1319,76 \text{ м}^3.$$

Вычислить размерный комплекс (β) по формуле:

$$\beta = \frac{353 \cdot c_p \cdot V_{\text{св}}}{(1-W)\gamma \cdot QH^3} \quad (\text{E.6})$$

$$\beta = \frac{353 \cdot 0,00104876 \cdot 1319,76}{(1 - 0,3)0,875 \cdot 17} = 46,920.$$

Вычислить необходимое время ($t_{\text{кр}}^T$) эвакуации людей из помещения в зависимости от повышенной температуры $t = 70 \text{ }^\circ\text{C}$ необходимо по формуле:

Продолжение Приложения Е

$$t_{\text{кр}}^T = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 + \frac{70-t_0}{(273+t_0) \cdot z} \right] \right\}^{1/n}, \quad (\text{E.7})$$

$$T_{\text{кр}}^T = \left\{ \frac{46,920}{2,1 \cdot 10^7} \cdot \ln \left[1 + \frac{70-26}{(273+26) \cdot 1,253} \right] \right\}^{1/3} = 292 \text{ с.}$$

Критическая продолжительность пожара по потере видимости вычисляется по формуле:

$$t_{\text{кр}}^{\text{п.в.}} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{V \cdot \ln(1,05 \cdot \alpha \cdot E)}{l_{\text{пр}} \cdot B \cdot D_m \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{1/n}, \quad (\text{E.8})$$

$$T_{\text{кр}}^{\text{п.в.}} = \left\{ \frac{46,920}{2,1 \cdot 10^7} \cdot \ln \left[1 - \frac{1319,76 \cdot \ln(1,05 \cdot 0,3 \cdot 50)}{20 \cdot 46,920 \cdot 1096 \cdot 1,253} \right]^{-1} \right\}^{1/3} = 86 \text{ с.}$$

Критическая продолжительность пожара по пониженному содержанию кислорода определяется по формуле:

$$t_{\text{кр}}^{O_2} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{0,044}{\left(\frac{B \cdot L_{O_2}}{V} + 0,27 \right) \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{1/n}, \quad (\text{E.9})$$

$$T_{\text{кр}}^{O_2} = \left\{ \frac{46,920}{2,1 \cdot 10^7} \cdot \ln \left[1 - \frac{0,044}{\left(\frac{46,920 \cdot 2,56}{1096} + 0,27 \right) \cdot 1,253} \right]^{-1} \right\}^{1/3} = 301 \text{ с.}$$

Критическая продолжительность пожара по образованиям продуктов горения вычисляется по формуле:

$$t_{\text{кр}}^{\text{т.г.}} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{V \cdot X}{B \cdot L \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{1/n}, \quad (\text{E.10})$$

$$T_{\text{кр}}^{\text{CO}_2} = \left\{ \frac{46,920}{2,1 \cdot 10^7} \cdot \ln \left[1 - \frac{1319,76 \cdot 0,11}{46,920 \cdot 0,88 \cdot 1,253} \right]^{-1} \right\}^{1/3}.$$

Отрицательное число под знаком логарифма означает, что диоксид

Продолжение Приложения Е

углерода в данном случае не представляет для человека опасность и в расчет не берется.

$$T_{кр}^{CO} = \left\{ \frac{46,920}{2,1 \cdot 10^7} \cdot \ln \left[1 - \frac{1319,76 \cdot 0,00116}{46,920 \cdot 0,063 \cdot 1,253} \right]^{-1} \right\}^{1/3} = 339 \text{ с.}$$

Определяем критическую продолжительность пожара для данной расчетной схемы по формуле:

$$t_{кр} = \min[t_{кр}^T, t_{кр}^{ПВ}, t_{кр}^{O_2}, t_{кр}^{CO_2}, t_{кр}^{CO}, t_{кр}^{HCL}], \text{ с.} \quad (\text{E.11})$$

Следовательно, $t_{кр} = 86 \text{ с.}$

Определяем необходимое время эвакуации людей из цеха синтеза аммиака по формуле:

$$t_{TP} = \kappa_{\delta} \cdot t_{кр}, \text{ с.} \quad (\text{E.12})$$

где κ_{δ} - коэффициент безопасности, $\kappa_{\delta} = 0,8$.

$$t_{TP} = 0,8 \cdot 86 = 68,8 \text{ с.}$$

Таким образом, время эвакуации составляет около 1 минуты, что недостаточно для организации эвакуации работников цеха синтеза аммиака и предопределяет необходимость усовершенствования системы пожарной безопасности объекта за счет технических решений.

Приложение Ж

Гидравлический расчет распределительных сетей дренчерных АУП и водяных завес

Гидравлический расчет распределительных сетей дренчерных АУП и водяных завес проводим по методам, изложенным для спринклерных систем. Исходными данными для расчета водяных дренчерных оросителей в защищаемом помещении цеха синтеза аммиака, выбора типа оросителя и величины свободного напора перед оросителем являются следующие параметры:

- интенсивность орошения $J_n=0,12$ л/·м²;
- максимальная площадь орошения одним оросителем $F_{op}=12$ м²;
- площадь для расчета расхода воды – вся площадь защищаемого помещения;
- продолжительность работы установки – 60 мин.

Дренчерные оросители устанавливаются под перекрытием помещения, размещение оросителей на плане и трассировка трубопроводов даны на чертеже.

Выбираем тип оросителя и его основные параметры. Для этого определим требуемые напор H_1 и расход Q_1 на «диктующем» оросителе для двух типоразмеров и сравним полученные значения интенсивностей орошения по следующим формулам:

$$H_1 = \max \begin{cases} H_{\text{треб}} = \left(\frac{J_n \cdot F_{op}}{K} \right)^2, \\ H_{\text{min}} \end{cases} \quad (\text{Ж.1})$$

где $H_{\text{треб}}$ – требуемый напор на диктующем оросителе, м;

H_{min} – минимальный напор на диктующем оросителе, м;

K – коэффициент производительности оросителя;

Продолжение Приложения Ж

$$Q_1 = K \cdot \sqrt{H_1}, \text{ л/с;} \quad (\text{Ж.2})$$

$$J_{\text{расч.}} = \frac{Q_1}{F_{\text{ор}}}, \text{ л/(с}\cdot\text{м}^2\text{)}. \quad (\text{Ж.3})$$

Результаты расчета сведены в таблице Ж.1.

Таблица Ж.1 - Выбор оросителя и его параметров

Тип оросителя	ОЭ-16	ОЭ-25
$H_{\text{min}}, \text{ м}$	15	15
$K, \text{ л/(с}\cdot\text{м}^{1/2}\text{)}$	0,27	0,66
$H_{\text{треб}}, \text{ м}$	28,44	4,76
$H_1, \text{ м}$	28,44	15
$Q_1, \text{ л/с}$	1,44	2,56
$J_{\text{расч.}}, \text{ л/(с}\cdot\text{м}^2\text{)}$	0,12	0,21

На основании полученных расчетов принимаем в установке пожаротушения дренчерные оросители типа ОЭ-16.

Определение диаметров трубопроводов, требуемый расход и напор, необходимые для выбора насоса подачи воды определены с помощью гидравлических расчетов с использованием следующих формул:

$$H = \left(\frac{Q}{K}\right)^2, \text{ м,} \quad (\text{Ж.4})$$

где H – расчетный напор в точке;

Q – расчетный расход воды в точке;

$$K_T = \frac{Q^2}{H}, \quad (\text{Ж.5})$$

где K_T – характеристика точки;

Продолжение Приложения Ж

$$B_T = \frac{K_1}{L}, \quad (\text{Ж.6})$$

где B_T – характеристика участка;

K_1 – коэффициент, принимаемый по [11];

L – длина участка трубопровода, м;

$$\Delta h = \frac{Q^2}{B_T}, \quad (\text{Ж.7})$$

Результаты расчета сведены в таблицу и показаны на чертеже. Расчетный расход воды $Q_{\text{расч}}=10,7$ л/с, расчетный напор $H_{\text{расч}}=57,8$ м. Определим потери напора в клапане узла управления по формуле:

$$\Delta h_{\text{кл}} = \varepsilon \cdot Q_{\text{расч}}^2, \text{ м.} \quad (\text{Ж.8})$$

где ε – коэффициент потерь напора в узле управления, принимаем $\varepsilon=6,34 \cdot 10^{-3}$;

$$\Delta h_{\text{кл}} = 6,34 \cdot 10^{-3} \cdot 10,7^2 = 0,73 \text{ м.}$$

Потери напора на местное сопротивление:

$$\Delta h_{\text{мест}} = 0,2 \cdot (H_{\text{расч}} - H_{\text{геом}} - H_{\text{д.р.}}), \text{ м,} \quad (\text{Ж.9})$$

где $H_{\text{геом}}$ – напор, равный превышению уровня прокладки оросительного трубопровода над нулевой отметкой, м;

$H_{\text{д.р.}}$ – напор на диктующем оросителе, м,

$$\Delta h_{\text{мест}} = 0,2 \cdot (57,8 - 2,5 - 38,3) = 3,4 \text{ м.}$$

Продолжение Приложения Ж

Напор в узле управления:

$$H_{y.y.} = H_{расч} + \Delta h_{мест} + \Delta h_{кл}, \text{ м}; \quad (\text{Ж.10})$$

$$H_{y.y.} = 57,8 + 3,4 + 0,73 = 61,93 \text{ м.}$$

Потери напора на участке КМУ-насос при диаметре условного прохода $Dy=100$ мм:

$$\Delta h_{кму-нас} = \frac{Q_{расч}^2}{\left(\frac{K_1}{L_{п}} \right)}, \text{ м}, \quad (\text{Ж.11})$$

где $L_{п}$ – расстояние от КМУ до станции пожаротушения, м;

$$\Delta h_{кму-нас} = \frac{10,7^2}{\left(\frac{5872}{30} \right)} = 0,58 \text{ м.}$$

Потери напора в насосе:

$$\Delta h_{нас} = \Delta h_{всас} + \Delta h_{нап}, \text{ м}, \quad (\text{Ж.12})$$

где $\Delta h_{всас}$ – потери напора во всасывающей линии, принимаем $\Delta h_{всас}=2,5$ м;

$\Delta h_{нап}$ – потери напора в напорной линии, принимаем $\Delta h_{нап}=4$ м;

$$\Delta h_{нас} = 2,5 + 4 = 6,5 \text{ м.}$$

Определим расчетный напор на насосе по формуле:

Продолжение Приложения Ж

$$H_{нас} = H_{у.у.} + \Delta h_{кму-нас} + \Delta h_{нас}, \text{ м}; \quad (\text{Ж.13})$$

$$H_{нас} = 61,93 + 0,58 + 6,5 = 69,01 \text{ м.}$$

На основании проведенных расчетов принимаем к установке насос К-90/85а с параметрами работы: $Q=24$ л/с, $H=76$ м. в. ст.

Водяная завеса состоит из горизонтального кольца орошения, выполненного по секциям (с форсунками для распыления воды), установленного в верхнем поясе стенок резервуара.

Горизонтальные трубопроводы соединяют кольцо орошения с сетью противопожарного водопровода.

Общий расход на охлаждение резервуара при интенсивности подачи воды $J=0,75$ л/с на 1 м длины его окружности вычисляется по формуле:

$$Q = J \cdot \pi \cdot d_p, \text{ л/с}, \quad (\text{Ж.14})$$

где d_p – диаметр резервуара, м;

$$Q = 0,75 \cdot 3,14 \cdot 20 = 47,1 \text{ л/с.}$$

В кольцо орошения в качестве оросителей принимаем дренчеры с плоской розеткой ДП-12 с диаметром выходного отверстия 12 мм.

Определяем расход воды из одного дренчера по формуле:

$$q = K \sqrt{H_a}, \quad (\text{Ж.15})$$

где K – расходная характеристика дренчера, $K=0,45$ л/(с·м^{0,5});

$H_a=5$ м – минимальный свободный напор;

$$q = 0,45 \sqrt{5} = 1 \text{ л/с.}$$

Продолжение Приложения Ж

Определяем количество дренчеров по формуле:

$$n = \frac{Q}{q}, \quad (\text{Ж.16})$$

$$n = \frac{47,1}{1} \approx 48.$$

Тогда расход всех дренчеров будет равен:

$$Q = n \cdot q, \text{ л/с}; \quad (\text{Ж.17})$$

$$Q = 48 \cdot 1 = 48 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

Расстояние между дренчерами при диаметре кольца $D_k=21$ м:

$$\Delta l = \frac{\pi \cdot D_k}{q}, \text{ м}, \quad (\text{Ж.18})$$

$$\Delta l = \frac{3,14 \cdot 21}{48} = 1,37 \text{ м}.$$

Диаметр ответвления d_{bc} подводящего воду к кольцу, при скорости движения воды $V=5$ м/с равен:

$$d_{bc} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}}, \text{ м}; \quad (\text{Ж.19})$$

$$d_k = \sqrt{\frac{4 \cdot 48 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 5}} = 0,111 \text{ м}.$$

Принимаем диаметр трубопровода $d_{bc}=125$ мм.

Продолжение Приложения Ж

По кольцу от точки в к точке а вода пойдет по двум направлениям, поэтому диаметр трубы кольцевого участка определим из условия пропускания половины общего расхода по формуле:

$$d_k = \sqrt{\frac{4Q}{2\pi V}}, \text{ м;} \quad (\text{Ж.20})$$

$$d_k = \sqrt{\frac{4 \cdot 48 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 3,14 \cdot 5}} = 0,08 \text{ м.}$$

Для равномерности орошения стенок резервуара, то есть необходимости незначительного перепада напора в кольце орошения у диктующего (точка а) и ближайшего к точке в дренчеров принимаем $d_k=100$ мм.

Определим потери напора h_k в полукольце по формуле:

$$h_k = \frac{1}{3} A_{100} l \left(\frac{Q}{2}\right)^2, \text{ м,} \quad (\text{Ж.21})$$

где A_{100} – удельное сопротивление не новых стальных труб диаметром 100 мм, с/л²;

l – длина полукольца, определяется по формуле:

$$l = \frac{\pi \cdot D_k}{2}, \text{ м,} \quad (\text{Ж.22})$$

$$l = \frac{3,14 \cdot 21}{2} = 33 \text{ м.}$$

$$h_k = \frac{1}{3} 321,6 \cdot 10^{-3} \cdot 33 \left(\frac{48}{2}\right)^2 = 2,04 \text{ м.}$$

Расход воды из дренчера в начале кольца орошения (точка в):

Продолжение Приложения Ж

$$q_b = 0,45\sqrt{H_a + h_k}, \text{ л/с}; \quad (\text{Ж.23})$$

$$q_b = 0,45\sqrt{5 + 2,04} = 1,2 \text{ л/с.}$$

Средний расход из дренчеров вычисляется по формуле:

$$q_{\text{ср}} = \frac{q + q_b}{2}, \quad (\text{Ж.24})$$
$$q_{\text{ср}} = \frac{1 + 1,2}{2} = 1,1 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

Действительный расход воды из кольца орошения равен:

$$Q_d = n \cdot q_{\text{ср}}, \text{ л/с}; \quad (\text{Ж.25})$$

$$Q_d = 48 \cdot 1,1 = 52,8 \text{ л/с.}$$

Определим свободный напор в точке присоединения ответвления к сети противопожарного водопровода H_c . Величина свободного напора в начале ответвления учитывается при определении характеристики насоса. Этот напор будет определяться из линейных и местных потерь напора в ответвлении bc длиной 41 м, напора в точке b ($H_b = H_a + h_k$) и высоты подъема от точки c к точке b , равной $\Delta z = 16$ м.

$$H_c = 1,1 \cdot h_{bc} + H_b + \Delta z = 1,1 \cdot A_{125} \cdot l_{bc} \cdot Q_d^2 + H + h_k + \Delta z, \text{ м}, \quad (\text{Ж.26})$$

где A_{125} - удельное сопротивление не новых стальных труб диаметром 125мм, с/л^2 ;

Продолжение Приложения Ж

$$H_c = 1,1 \cdot 86,2 \cdot 10^{-3} \cdot 41 \cdot 52,8^2 + 5 + 2,04 + 16 = 33,9 \text{ м.}$$



Рисунок Ж.1 – Дренчерная завеса



Рисунок Ж.2 - Дренчерный ороситель

Продолжение Приложения Ж



Рисунок Ж.3 - Охлаждение резервуаров

Приложение И

Общая оценка условий труда аппаратчика синтеза аммиака

Таблица И.1 - Фактическое состояние условий труда на рабочем месте аппаратчика синтеза аммиака.

Наименование измерения	ПДК, ПДУ	Уровень фактора	Отклонение	Класс условий труда	Время действия фактора
Вредные вещества мг/м ³	20	20	0	2	100%
Пыль, преимущественно фиброгенного действия	-	-	-	-	-
Вибрация, дБ: - общая - локальная	100 -	115 -	15 -	2 -	100% -
Шум, дБ	80	94	14	3.2	100%
Инфразвук	-	-	-	-	-
Ультразвук	-	-	-	-	-
Неионизирующее излучение мПа (электромагнитное поле)	80	80	0	2	100%
Микроклимат в помещении: -температура воздуха °С; -скорость движения воздуха, м/с -относительная влажность воздуха, % -тепловое излучение, Вт/м ²	21-23 0,1 60-40 70	26 0,18 70 75	3 0,08 10 5	3.1 3.1 2 2	50%

Продолжение Приложения И

Таблица И.2 - Фактическое состояние условий на рабочем месте аппаратчикасинтеза аммиака

Наименование	Содержание работы	Класс условий труда
Тяжесть труда		2
Динамические работы	Перемещение предмета на расстояние до 1 метра с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса. (3500) Перемещение предметов и груза на расстояние от 1 до 5 метров при участии мышц рук, корпуса и ног. (1700)	2
Рабочая поза	Периодическое до 25% времени смены нахождение в фиксированной позе. Также, нахождение в позе стоя 60%.	2
Наклоны корпуса	Вынужденные наклоны корпуса более 30°(85 раз)	2
Напряженность труда		2
Интеллектуально енапряжение	Решение простых однотипных задач. Работа по индивидуальному графику с возможностью коррекции в процессе деятельности	3.1
Категория зрительных работ	Наблюдение за ходом технологического процесса через автоматизированное рабочее место. Пассивное наблюдение менее 75% времени смены. 2 производимых объектов наблюдения.	1
Значимость ошибки	Ошибка может привести к остановке технологического процесса. Высокий уровень ответственности.	2
Сменность работ	Фактическая продолжительность рабочего дня 8 часов. Односменная работа без ночной смены. Регламентированы перерывы продолжительностью 7% и более рабочего времени.	1

Приложение К

Данные, полученные из расчетов химической обстановки

Таблица К.1 - Данные, полученные из расчетов химической обстановки

Параметр	Холодный период года	Теплый период года
Количество аммиака в первичном облаке	0,0019 т	0,0050 т
Количество аммиака во вторичном облаке	0,0619 т	0,0230 т
Продолжительность действия аммиака	49 мин	61,5 мин
Глубина зоны заражения первичным облаком	0,22 км	0,26 км
Глубина зоны заражения вторичным облаком	0,528 км	0,367 км
Полная глубина зоны заражения	0,638 км	0,497 км
Предельно возможная глубина зоны заражения	14,68 км	12,29 км
Площадь зоны возможного заражения	0,160 км ²	0,194 км ²
Площадь зоны фактического заражения	0,052 км ²	0,033 км ²
Время подхода зараженного облака к ближайшей жилой застройке	1,4 с	2,1 с
Схема зоны заражения Количество населения в зоне возможного заражения	1 161 чел.	1 412 чел.



Рисунок К.1 – Противогаз ГП-7Б с защитой от аммиака

Оценка экономической эффективности противопожарных мероприятий

Рассмотрена эффективность противопожарных мероприятий в цехе синтеза аммиака ООО ТД «Уралхиммаш» г.Пермь (корпус № 802). Здание отвечает требованиям II степени огнестойкости, класс функциональной пожарной опасности Ф5.1. Категория пожарной опасности здания — Б.

Объемно-планировочные и конструктивные решения, отражены в разделах 2, 3 и соответствуют требованиям нормативных документов. Для внутреннего пожаротушения в здании имеется противопожарный водопровод. Наружное пожаротушение предусматривается от гидрантов объектовой водопроводной сети. В качестве технического решения для повышения уровня пожарной безопасности объекта «Уралхиммаш» предлагаем устройство водяной (дренчерной) завесы для охлаждения резервуара для хранения аммиачной воды.

Рассмотрим следующие ситуации:

– Ситуация №1. Возникновение горения происходит в рабочее время в цехе синтеза аммиака. В цехе возможен объемный пожар. Автоматическая водяная (дренчерная) завеса для охлаждения резервуара и автоматическая пожарная система сигнализации работают исправно. Сигнал о пожаре передается в объектовую пожарную охрану. Эвакуация людей равномерная. Сотрудники с помощью первичных средств пожаротушения тушат пожар на площади не более 4,2 м², при этом используют внутренний противопожарный водопровод. Подразделения ПО прибывают на объект и приступают к дотушиванию пожара, средствами внутреннего водопровода здания.

– Ситуация №2. Возникновение горения происходит во вне рабочее время в цехе синтеза аммиака. Смонтирована и исправно функционирует система автоматического пожаротушения и сигнализации.

Исходные данные:

$$J = 5,0 \cdot 10^{-6} \text{ 1/м}^2 \text{ в год};$$

$$F = 2851 \text{ м}^2;$$

Продолжение Приложения Л

$$C_m = 5604, \text{ руб./м}^2;$$

$$F_{\text{пож}} = 32,15 \text{ м}^2;$$

$$P_1 = 0,27;$$

$$P_2 = 0,6;$$

$$P_3 = 0,8;$$

$$C_k = 10980,8 \text{ руб/м}^2;$$

$$F'_{\text{пож}} = 27,63 \text{ м}^2;$$

$$F''_{\text{пож}} = 484,6 \text{ м}^2;$$

$$F^*_{\text{пож}} = 21 \text{ м}^2;$$

$$k = 1,3.$$

Рассчитаем математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения по формуле (24):

$$M(\Pi_1) = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 2851 \cdot 5604 \cdot 32,15(1 + 1,3) \cdot 0,27 = 1594 \frac{\text{руб}}{\text{год}}.$$

Вычислим математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения по формуле (25):

$$M(\Pi_2) = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 2851(5604 \cdot 27,61 + 10980,8) \cdot 0,52(1 + 1,3) \times \\ \times (1 - 0,27) = M(\Pi_1) = 1238,2 \frac{\text{руб}}{\text{год}}.$$

Рассчитаем математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных при отказе всех средств пожаротушения по формуле (26):

$$M(\Pi_3) = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 2851(5604 \cdot 484,6 + 10980,8)(1 + 1,3)[1 - 0,27 - \\ -(1 - 0,27)0,6] = 26104,3 \frac{\text{руб}}{\text{год}}.$$

Продолжение Приложения Л

Определим математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения по формуле (28):

$$M_1(\Pi_1) = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 2851 \cdot 5604 \cdot 32,15(1 + 1,3) \cdot 0,27 = 1594 \frac{\text{руб}}{\text{год}}.$$

Вычислим математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных установками автоматического пожаротушения по формуле (29):

$$M_2(\Pi_2) = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 2851 \cdot 5604 \cdot 21(1 + 1,3)(1 - 0,27)0,8 = 2253 \frac{\text{руб}}{\text{год}}.$$

Рассчитаем математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения по формуле (30):

$$\begin{aligned} M_3(\Pi_3) &= 5 \cdot 10^{-6} \cdot 2851(5604 \cdot 27,73 + 10980,8)0,52(1 + 1,3)0,09 = \\ &= 16,6 \frac{\text{руб}}{\text{год}}. \end{aligned}$$

Определим математическое ожидание годовых потерь от пожаров, при отказе средств пожаротушения по формуле (31):

$$M_4(\Pi_4) = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 2851(5604 \cdot 484 + 10980,8)(1 + 1,3)0,18 = 5564 \frac{\text{руб}}{\text{год}}.$$

Определим математическое ожидание годовых потерь от пожаров на объекте

- при ситуации №1 по формуле (22):

$$M(\Pi) = 1594 + 1238,2 + 11271 = 14403,2 \frac{\text{руб}}{\text{год}},$$

Продолжение Приложения Л

- при ситуации №2 по формуле (27):

$$M(\Pi) = 1594 + 2253 + 16,6 + 5564 = 9428 \frac{\text{руб}}{\text{год}}.$$

Рассчитываем значение показателя уровня пожарной опасности ООО ТД «Уралхиммаш» по формуле (34) на один миллион рублей:

- ситуация №1 - $Y_{п.о} = 14$ коп/1000000 руб.;

- ситуация №2 - $Y_{п.о} = 9$ коп/1000000 руб.;

Сравнение вариантов противопожарной защиты показало экономическую целесообразность использования автоматической установки пожаротушения для цеха синтеза аммиака.

Критерием экономической эффективности противопожарного мероприятия (совокупности мероприятий) является получаемый от его реализации интегральный экономический эффект (И), учитывающий материальные потери от пожаров, а также капитальные вложения и затраты на выполнение мероприятия. Интегральный экономический эффект определяется как сумма текущих эффектов за весь расчетный период, приведенная к начальному интервалу планирования с учетом стоимости финансовых ресурсов во времени, которая определяется нормой дисконта, или как превышение интегральных результатов над интегральными затратами. Интегральный экономический эффект определяется путем суммирования чистых дисконтированных потоков доходов по каждому году проекта из таблицы Л.3:

$$И = \sum_{t=0}^T И_t, \quad (\text{Л.1})$$

где T – горизонт расчета (продолжительность расчетного периода);

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

Продолжение Приложения Л

Данные для расчета эффективности мероприятий по обеспечению пожарной безопасности приведены в таблице Л.1. Результаты расчетов приведены в таблицах Л.2-Л.4.

Таблица Л.1 - Данные для расчета эффективности мероприятий по обеспечению пожарной безопасности цеха синтеза аммиака ООО ТД «Уралхиммаш»

Наименование показателя	Ед. измер.	Усл. обоз.	Значение показателя
Площадь объекта	м ²	F	2851
Стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов	руб/м ²	C_T	5604
Стоимость поврежденных частей здания	руб/м ²	C_K	10980,8
Вероятность возникновения пожара	1/м ² в год	J	$5,0 \cdot 10^{-6}$
Площадь пожара на время тушения первичными средствами	м ²	$F_{\text{пож}}$	32,15
Площадь пожара при тушении средствами автоматического пожаротушения	м ²	$F^*_{\text{пож}}$	27,63
Площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения	м ²	$F''_{\text{пож}}$	484,6
Вероятность тушения пожара первичными средствами	–	p_1	0,27
Вероятность тушения пожара привозными средствами	–	p_2	0,6
Вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения	–	p_3	0,8
Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами	–	–	0,52
Коэффициент, учитывающий косвенные потери	–	K	1,3
Численность работников обслуживающего персонала	чел.	$Ч$	3
Заработная плата 1 работника	руб/мес	ЗПЛ	45000

Продолжение Приложения Л

Таблица Л.2 - Результаты расчетов

Наименование показателя	Ед.измер.	Усл.об.	Значение показателя	
			До реализации мероприятий	После реализации мероприятий
Норма дисконта		НД	0,1	0,1
Период реализации мероприятия	лет	T	1	1
Математическое ожидание годовых потерь от пожаров на объекте	руб/год	M(Π)	14403,2	9428
Уровень пожарной опасности	коп/1000000 руб.	$Y_{н.о}$	14	9
Период реализации мероприятия	год	T	1	1
Норма дисконта		НД	0,1	0,1
Стоимость защищаемых от пожара материальных ценностей	млн. руб.	$C_{м.ц}$	1048	1048

Таблица Л.3 - Денежные потоки

Год осуществления проекта T	M(Π1)-M(Π2)	P ₂ -P ₁	$1/(1+НД)^t$	$[M(Π1)-M(Π2)-(P_2-P_1)] * 1/(1+НД)^t$	K ₂ -K ₁	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта (И)
1	4975,2	0	0,9	4477,68	0	4477,68
2	4975,2	0	0,8	3980,16	0	3980,16
3	4975,2	0	0,75	3731,4	0	3731,4
					ИТОГО:	11442,96

Продолжение Приложения Л

Таблица Л.4 – План мероприятий по обеспечению пожарной безопасности цеха синтеза аммиака ООО ТД «Уралхиммаш» г.Пермь на 2023 год

Наименование структурного подразделения, рабочего места	Наименование мероприятия	Цель мероприятия	Срок выполнения	Статья расходов
1	2	3	4	5
Цех синтеза аммиака	Расходы на закупку оборудования, материалов и комплектующих,	Повышение уровня пожарной безопасности цеха	1 год	Работы, услуги по содержанию имущества
Цех синтеза аммиака	Расходы на доставку и монтаж	Повышение уровня пожарной безопасности цеха	1 год	Устройства охранной или пожарной сигнализации и аналогичная аппаратура
Цех синтеза аммиака	Расходы на оплату труда специалистов по установке и монтажу	Повышение уровня пожарной безопасности цеха	1 год	Прочие работы, услуги; Прочая закупка товаров, работ и услуг; Иные выплаты персоналу учреждений, за исключением фонда оплаты труда

Так как экономический эффект И от использования противопожарного мероприятия положителен, решение является эффективным при данной норме дисконта. Использование автоматической системы водяной завесы для цеха синтеза аммиака является эффективным и может быть принято к внедрению.

Приложение М Расчет предела огнестойкости

Фактический предел огнестойкости определяется по справочным данным, зависит от приведенной толщины металла t_{red} :

$$t_{red} = \frac{A}{U} \quad , \quad (M.1)$$

где A – площадь поперечного сечения двутавра, см^2 ;

U – обогреваемый периметр сечения, см .

Площадь поперечного сечения и обогреваемый периметр зависят от расчетной схемы пожара. Принимаем, что колонна среднего ряда подвергается температурному воздействию равномерно со всех сторон.

Определяем площадь поперечного сечения конструкции по формуле:

$$A = 2 \cdot (a \cdot \delta_2) + (h \cdot \delta_1), \quad (M.2)$$

где a – ширина полки двутавра, мм ;

h – высота стенки двутавра, мм ;

δ_1 – толщина стенки двутавра, мм ;

δ_2 – толщина полки двутавра, мм .

Определяем периметр, обогреваемый нижний пояс конструкции по формуле:

$$U = 2 \cdot [(a + 2 \cdot \delta_2) + (a - \delta_1)] + 2 \cdot h, \quad (M.3)$$

Искомый предел огнестойкости определяется по [44].

Рассчитаем предел огнестойкости металлические колоны из прокатного двутавра профиля 40К3 без огнезащиты ($a=403$ мм , $h=358$ мм , $\delta_1=16$ мм , $\delta_2=24$

Продолжение Приложения М

мм). Схема поперечного сечения и температурного воздействия представлена на рисунке М.1.

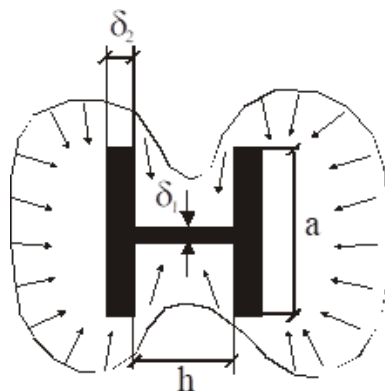


Рисунок М.1 – Поперечное сечение колонны

Применяем для вычисления площади поперечного сечения:

$$A = 2 \cdot (403 \cdot 24) + (358 \cdot 16) = 2507,2 \text{ см.}$$

По формуле определяем периметр, обогреваемый нижний пояс конструкции по формуле:

$$U = 2 \cdot [(403 + 2 \cdot 24) + (403 - 16)] + 2 \cdot 358 = 2390,20 \text{ мм.}$$

Приведенную толщину металла определяем по формуле:

$$t_{red} = \frac{2507,2}{2392,0} = 10,48 \text{ мм.} \quad (\text{М.4})$$

Таким образом, фактический предел огнестойкости металлической колонны составляет $t_{fr}^{\phi} = R15$ при $t_{red} = 10,48$ мм. Для требуемого предела огнестойкости R90 требуется применить способы повышения огнестойкости.

Продолжение Приложения М

Расчет фактического предела огнестойкости металлической колонны среднего ряда с учетом огнезащитной облицовки выполнен в соответствии с методикой, приведенной в [44].

Выполним теплотехнический расчет, в рамках которого, вычисляется приведенная толщина металла с учетом его огнезащиты $t_{red.o}$. Значение фактического предела огнестойкости определяется по графикам:

$$P_{\phi} = f(t_{cp}; t_{red.o}) .$$

Приведенная толщина для двутаврового сечения с огнезащитной облицовкой определяется по формуле:

$$t_{red} = 0,5\delta_1 \frac{H-1,5\delta_2}{H-2\delta_2-\delta_0} - 0,25 \frac{K_0^2}{H-2\delta_2-\delta_0} , \quad (M.5)$$

где H – высота балки, мм;

δ_0 – толщина огнезащитной облицовки, мм;

K_0 – коэффициент, определяемый по формуле:

$$K_0 = \frac{c_0 \cdot \rho_0}{c_{ст} \cdot \rho_{ст}}, \quad (M.6)$$

где c_0 – начальное значение удельной теплоемкости огнезащитной облицовки, Дж/(кг К);

$c_{ст}$ – начальное значение удельной теплоемкости стали, Дж/(кг К);

ρ_0 – средняя плотность огнезащитной облицовки, кг/м³;

$\rho_{ст}$ – средняя плотность стали, кг/м³.

Рассчитаем фактический предел огнестойкости металлической колонны с учетом огнезащиты штукатуркой цементно-песчаной.

Определим коэффициент по формуле:

Продолжение Приложения М

$$K_0 = \frac{(770 + 0,63 \cdot 480) \cdot 1930}{(440 + 0,48 \cdot 480) \cdot 7800} = 0,39.$$

Вычислим приведенную толщину колонны с огнезащитной облицовкой толщиной $\delta_0 = 40$ мм по формуле:

$$t_{red} = 0,5 \cdot 16 \frac{406 - 1,5 \cdot 24}{406 - 2 \cdot 24 - 40} - 0,25 \cdot 0,39 \cdot \frac{40^2}{406 - 2 \cdot 24 - 40} = 8,8.$$

Таким образом для обеспечения предела огнестойкости R90 требуется слой огнезащитной облицовки $\delta \geq 43$ мм.

Рассчитаем фактический предел огнестойкости металлической колонны с учетом огнезащиты фосфатным огнезащитным покрытием.

Определим коэффициент по формуле:

$$K_0 = \frac{(1250 + 0,63 \cdot 480) \cdot 200}{(440 + 0,48 \cdot 480) \cdot 7800} = 0,059.$$

Вычислим приведенную толщину колонны с огнезащитной облицовкой толщиной $\delta_0 = 40$ мм по формуле:

$$t_{red} = 0,5 \cdot 16 \frac{406 - 1,5 \cdot 24}{406 - 2 \cdot 24 - 40} - 0,25 \cdot 0,059 \cdot \frac{40^2}{406 - 2 \cdot 24 - 40} = 9,23.$$

Так, при использовании фосфатного огнезащитного покрытия при толщине огнезащитной облицовки $\delta_0 = 40$ мм обеспечивается предел огнестойкости R110, для обеспечения требуемого предела огнестойкости требуется слой огнезащитной облицовки $\delta \geq 32,7$ мм.

Таким образом, огнестойкость здания в целом достигается за счет применения металлических колонн из прокатного двутавра профиля 40К3 с

Продолжение Приложения Л

приведенной толщиной 10,48 мм и покрытием фосфатным огнезащитным составом с толщиной сухого слоя краски не менее 32,7 мм.

Огнестойкость железобетонных конструкций утрачивается, как правило, в результате потери несущей способности (обрушения) за счет снижения прочности бетона, теплового расширения и температурной ползучести арматуры при нагревании, а также вследствие потери теплоизолирующей способности.

Изгибаемые железобетонные элементы разрушаются в условиях пожара в результате прогрева арматуры до критической температуры, для определения которой следует учитывать величину статических нагрузок на конструкцию.

Для расчета использована методика расчета огнестойкости железобетонного перекрытия нормативных документов [7], [32], [34], [44]. Реализован расчет по потере несущей способности конструкции R и по потере теплоизолирующей способности I при заданном нормами времени воздействия пожара.

Методика расчета основана на определении температуры бетона в любой точке поперечного сечения элемента в заданный момент времени представляет собой систему уравнений. Функциональная зависимость температуры от времени описывается дифференциальным уравнением теплопроводности Фурье при нелинейных граничных условиях и сложном процессе тепло- и массопереноса.

Температура стандартного пожара изменяется в зависимости от времени огневого воздействия и выражается уравнением:

$$t = 345 \lg(0,133\tau + 1) + t_B, \quad (\text{M.7})$$

где τ – время нагрева, мин;

t_B – начальная температура, °С.

Продолжение Приложения Л

Для теплотехнического расчета железобетонного перекрытия следует вычислить коэффициенты теплопроводности λ и теплоемкости C .

Теплопроводность бетона определяется по формуле:

$$\lambda = 1,2 - 0,00035t, \quad (\text{M.8})$$

Коэффициент теплопроводности вычисляется по формуле:

$$C = 0,71 - 0,00083t. \quad (\text{M.9})$$

Приведенный коэффициент температуропроводности определяется по формуле:

$$\alpha_{red} = \frac{\lambda}{(c+50W)\rho}, \quad (\text{M.10})$$

где ρ – плотность бетона в сухом состоянии, кг/м^3 ;

W – весовая эксплуатационная влажность бетона, кг/м^3 .

Исходные данные для расчета:

- толщина плиты, $h=25$ см;
- класс бетона, В30;
- плотность бетона, $\rho=2350$ кг/м^3 ;
- эксплуатационная влажность бетона, $W=2,5$ %;
- класс растянутой (нижней) арматуры, А400;
- диаметр стержней, $d=14$ мм;
- шаг стержней, $s=120$ мм;
- расстояние до центра тяжести стержней, $a=32$ мм;
- класс сжатой (верхней) арматуры, А400;
- диаметр стержней, $d'=10$ мм;
- шаг стержней, $s'=140$ мм;
- расстояние до центра тяжести стержней, $a'=30$ мм;

Продолжение Приложения Л

– нормативное значение изгибающего момента от действия постоянных и длительных нагрузок, $M=7,24$ (т м)/м;

– продолжительность огневого воздействия, $\tau=60$ мин.

Расчет предела огнестойкости железобетонного перекрытия выполнен в программе «Огнестойкость V3». Интерфейс программы представлен на рисунке М.2.

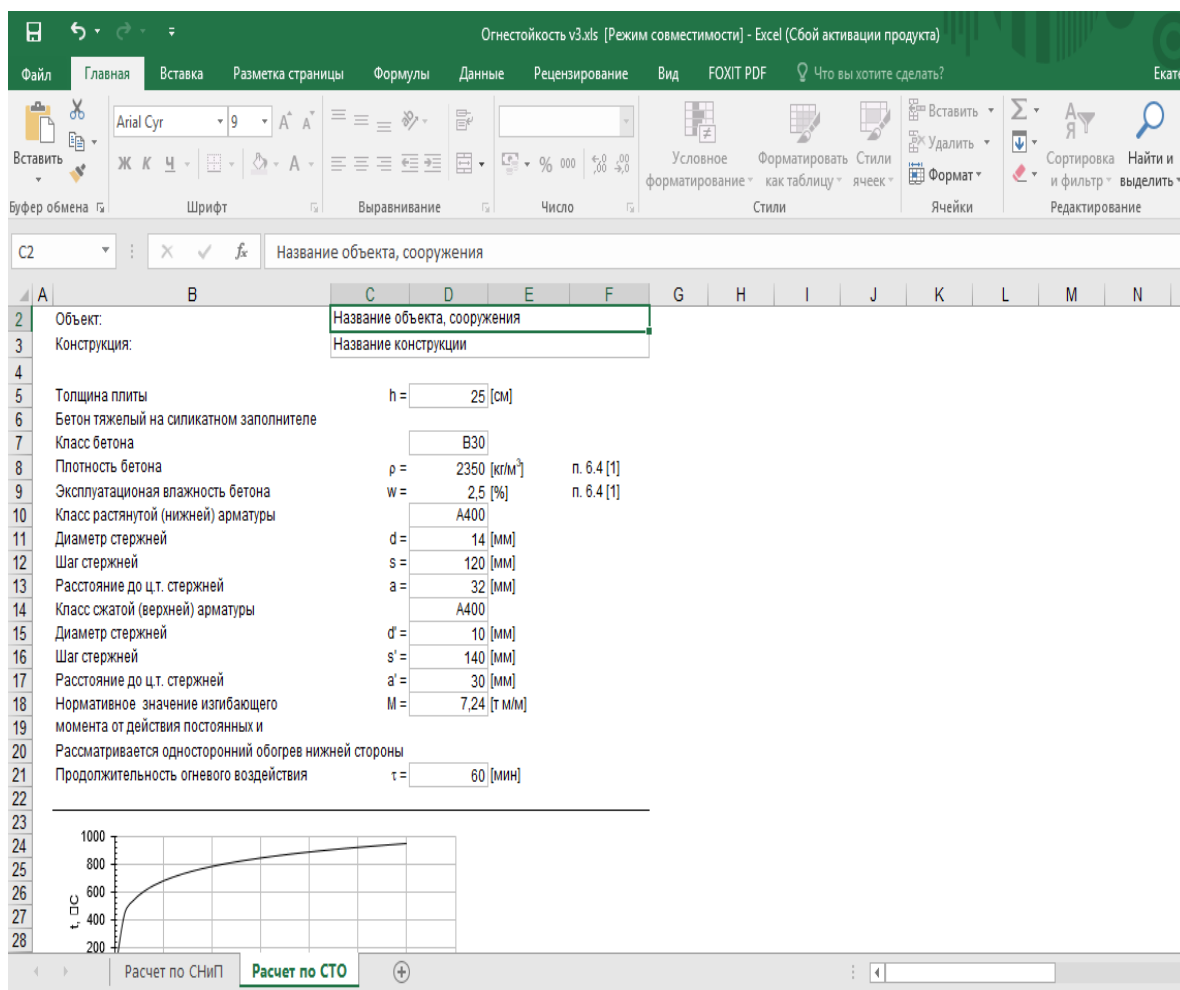


Рисунок М.2 – Интерфейс программы «Огнестойкость V3»

Зависимость температуры стандартного пожара от времени показана на рисунке М.3. Температура прогрева бетонного сечения представлена на рисунке М.4.

Продолжение Приложения Л

Таблица М.3 – Результаты расчета

Вычисляемая величина	Значение
Приведенное расстояние, x_i^*	0,05454 м
Толщина, начавшего прогреваться слоя бетона, I	0,12593 м
Относительное расстояние, g_i	0,43309
Температура арматуры, t	406 °С
Коэффициент условий работы арматуры, γ_{st}	0,836
Расчетное сопротивление бетона, R_{bn}	22,00 МПа
Нормативное сопротивление растянутой арматуры, R_{sn}	400 МПа
Расчетное сопротивление сжатой арматуры, R_{sc}	355 МПа
Площадь растянутой арматуры, A_s	12,83 см ²
Площадь сжатой арматуры, A_s'	5,61 см ²
Рабочая высота сечения, h_0	21,80 см
Высота сжатой зоны сечения, x	1,04 см
Относительная высота сжатой зоны, ξ	0,048
Предельная высота сжатой зоны, ξ_R	0,530
Коэффициент, α_R	0,390
Несущая способность, [М]	8,60 (т м)/м
Коэффициент запаса прочности, K	1,19
Критическая температура бетона, t_{cr}	500 °С
Относительное расстояние, g_1	0,36754
Толщина слоя бетона прогретого до критической температуры при одностороннем обогреве, δ	23,75
Предел огнестойкости по потере несущей способности, при требуемом R60	71 мин
Предел огнестойкости по потере теплоизолирующей способности при требуемом I240	300 мин

Зависимость коэффициента запаса прочности от продолжительности огневого воздействия показана на рисунке М.5.

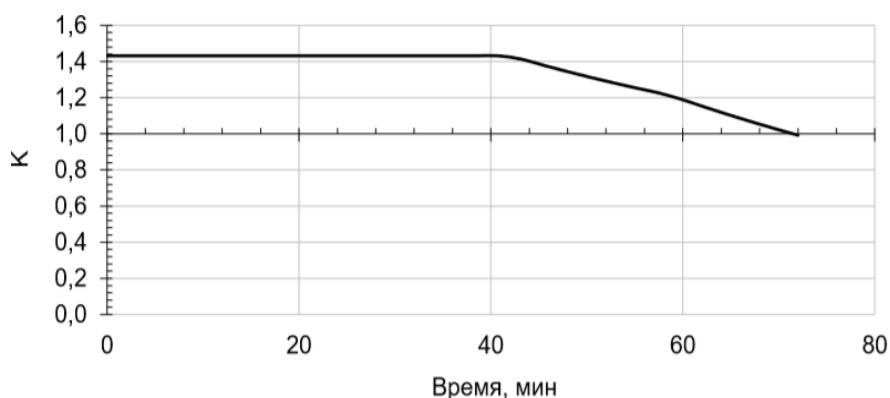


Рисунок М.5 – Зависимость коэффициента запаса прочности от продолжительности огневого воздействия