

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)

Безопасность технологических процессов и производств

(направленность (профиль)/специализация)

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему «Разработка технических мероприятий по нормализации  
микроклимата производственных помещений»

Студент

Пономаренко А.А.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. ист. наук, Нурова О.Г.

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

Консультант

канд. экон. наук, доцент Фрезе А.В.

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

Тольятти 2023

## Аннотация

Целью работы является анализ и разработка технических мероприятий по нормализации микроклимата производственных помещений ООО «Плазма».

В первом разделе на основании анализа литературных данных и нормативно-правовых документов изучены санитарно-гигиенические требования к параметрам микроклимата в производственных помещениях в зависимости от выполняемых работ.

Во втором разделе изучено влияние параметров производственного микроклимата на физиологические функции организма, осуществлена оценка методов исследования и гигиенической оценки параметров производственного микроклимата, идентифицированы вредные и/или опасные вещества, выделяющиеся при протекании технологических процессов, приведена характеристика категорий выполняемых на производстве работ, рассчитана кратность воздухообмена общеобменной механической вентиляции в производственном помещении, в воздухе рабочей зоны.

В третьем разделе разработаны технологические приемы по обеспечению оптимальных параметров микроклимата посредством использования естественной и механической вентиляции, определено необходимое количество воздуха необходимое для подачи в производственное помещение, оценка требуемого воздухообмена для снижения газов в воздухе помещения.

В четвертом разделе представлен перечень профессиональных рисков для позиций на рабочем месте производственного отдела (3-5). Проведена идентификация возможных угроз, связанных с выполнением технологических процедур (видов деятельности) на выбранных для анализа позициях на рабочем месте. Составлена анкета и выполнена количественная оценка степени риска.

В пятом разделе оформлены результаты производственного контроля в области охраны атмосферного воздуха, результаты производственного контроля в области охраны и использования водных объектов, результаты производственного контроля в области обращения с отходами производства и потребления.

В шестом разделе разработан для объекта защиты (организации) план действий по предупреждению и ликвидации ЧС.

В седьмом разделе выполнена оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности при реализации предлагаемых мероприятий.

Работа включает 87 страниц и 6 листов А1 графической части, а также 5 рисунков и 31 таблицу.

## Содержание

Введение.....	5
Перечень обозначений и сокращений.....	7
1 Анализ соблюдения нормативных требований в области нормализации микроклимата производственных помещений .....	8
2 Анализ состояния проблемы нормализации микроклимата в производственных помещениях .....	12
3 Разработка мероприятий, направленных на нормализацию параметров микроклимата .....	32
4 Охрана труда.....	54
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность .....	59
6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях .....	66
7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	70
Заключение .....	82
Список используемых источников.....	84

## Введение

Пыль на производстве представляет угрозу для здоровья рабочих и наносит вред оборудованию. Во многих процессах должно быть исключено воздействие пыли на производимую продукцию. Мелкодисперсная пыль некоторых минералов может образовывать взрывоопасные смеси с воздухом.

Для борьбы с пылью применяется планирование потоков воздуха при проектировании цехов, устройство вентиляции и систем рециркуляции с очисткой воздуха фильтрованием, герметизация пылящего оборудования, регулярная уборка, гидрообеспыливание, электростатическое осаждение и многие другие узкоспециальные меры.

Есть два основных вида промышленной вентиляции: общеобменная и локальная (местная или вытяжная). Общеобменная вентиляция хорошо справляется с теплом, то есть когда в цехе нет большого количества вредных веществ.

Если в процессе производства выделяются газы, пары или пыль, используется смешанная система вентиляции, объединяющая общеобменную и местную вытяжную вентиляцию.

Целью работы является анализ и разработка технических мероприятий по нормализации микроклимата производственных помещений ООО «Плазма».

Для достижения цели предстоит решить следующие задачи:

- на основании анализа литературных данных и нормативно-правовых документов изучить санитарно-гигиенические требования к параметрам микроклимата в производственных помещениях в зависимости от выполняемых работ;
- изучить влияние параметров производственного микроклимата на физиологические функции организма, осуществить оценку методов исследования и гигиенической оценки параметров производственного микроклимата;

- идентифицировать вредные и/или опасные вещества, выделяющиеся при протекании технологических процессов;
- привести характеристику категорий выполняемых на производстве работ, рассчитать кратность воздухообмена общеобменной механической вентиляции в производственном помещении, в воздухе рабочей зоны;
- разработать технологические приемы по обеспечению оптимальных параметров микроклимата посредством использования естественной и механической вентиляции;
- определить необходимое количество воздуха для подачи в производственное помещение, оценку требуемого воздухообмена для снижения газов в воздухе помещения;
- представить реестр профессиональных рисков для рабочих мест производственного подразделения (3-5), составить анкету и количественную оценку риска;
- оформить результаты производственного контроля в области охраны атмосферного воздуха, результаты производственного контроля в области охраны и использования водных объектов, результаты производственного контроля в области обращения с отходами;
- разработать для объекта защиты (организации) план действий по предупреждению и ликвидации ЧС;
- выполнить оценку эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

## Перечень обозначений и сокращений

В настоящей работе применяют следующие сокращения и обозначения:

КПД – коэффициент полезного действия.

ООО – общество с ограниченной ответственностью.

ПБ – пожарная безопасность.

ПВ – приточная вентиляция.

ПДК – предельно-допустимая концентрация.

ПДУ – предельно-допустимый уровень.

ПУЭ – правила устройства электроустановок.

СИЗ – средства индивидуальной защиты.

СП – строительные правила.

СП – строительные правила.

## **1 Анализ соблюдения нормативных требований в области нормализации микроклимата производственных помещений**

Микроклимат производственных помещений – «это климат внутренней среды данных помещений, который определяется совместно действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха и интенсивности теплового излучения (ГОСТ 12.1.005-88)» [2].

Требования этого ГОСТа установлены для рабочих зон – пространств высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного или временного пребывания работающих.

Постоянным считается рабочее место, на котором человек (работник) находится более 50 % своего рабочего времени (или более 2 часов непрерывно).

«Факторы, влияющие на микроклимат можно разделить на две группы: нерегулируемые (комплекс климатообразующих факторов данной местности) и регулируемые (особенности и качество строительства зданий и сооружений, интенсивность теплового излучения от нагревательных приборов, кратность воздухообмена, количество людей в помещении и др.). Для поддержания параметров воздушной среды рабочих зон в пределах гигиенических норм решающее значение принадлежит факторам второй группы.

В зависимости от значений параметров микроклимат может быть комфортным (удовлетворяющим требованиям) и дискомфортным. Дискомфортный микроклимат может быть нагревающим (гипертермия) и охлаждающим (гипотермия)» [3].

Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений

Период	Категория работ	Температура, °С				Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с		
		Оптимальная	допустимая				Оптимальная	Доп. на пост. и непост. не >	Оптимальная не >	Доп-я на пост. и непост. рабоч. местах
			Верхняя граница		Нижняя граница					
			На рабочих местах							
пост.	непост.	пост.	непост.							
Теплый выше + 10 °С	Легкая 1а	23-25	28	30	22	20	40-60	55	0,1	0,1-0,2
	Легкая 1б	22-24	28	30	21	19	40-60	60	0,2	0,1-0,3
		21-23	27	29	18	17	40-60	65	0,3	0,2-0,4
	Средней тяжести 11а	20-22	27	29	16	15	40-60	70	0,3	0,2-0,5
	Средней тяжести 11б									
Тяжелая 111	18-22	26	28	15	13	40-60	75	0,4	0,2-0,6	
Холодный + 10 °С и ниже	Легкая 1а	22-24	25	26	21	18	40-60	75	0,1	< 0,1
		21-23	24	25	20	17	40-60	75	0,1	< 0,2
	Легкая 1б	18-20	23	24	17	15	40-60	75	0,2	< 0,3
	Средней тяжести 11а									
	Средней тяжести 11б									
Тяжелая 111	16-18	19	20	13	12	40-60	75	0,3	< 0,5	

«Таким образом, микроклимат на рабочих местах в производственных помещениях определяют:

- температура воздуха;
- температура поверхностей ограждающих конструкций (стены, потолок, пол), устройств, а также технологического оборудования или ограждающих его устройств;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;

– интенсивность теплового облучения» [8].

В соответствии с п. 2.7 СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» контролировать параметры микроклимата в рамках производственного контроля нужно не реже 1 раза в год, а также каждый раз после проведения:

- реконструкции,
- модернизации,
- технического перевооружения,
- капитального ремонта,
- проведения мероприятий по улучшению условий труда.

Анализ соблюдения нормативных требований в области нормализации микроклимата в производственных помещениях предполагает оценку соответствия параметров микроклимата установленным нормам и стандартам [11].

Рассмотрим этапы анализа.

1 этап – сбор данных.

Получение информации о фактических значениях параметров микроклимата (температура, влажность, скорость воздуха, освещенность и др.) в производственных помещениях.

2 этап – сравнение с нормативами.

Проверка собранных данных на соответствие санитарным нормам и гигиеническим стандартам, установленным для соответствующего типа деятельности.

3 этап – выявление отклонений.

Идентификация параметров микроклимата, не соответствующих нормативам.

4 этап – определение причин отклонений.

Анализ возможных причин отклонения параметров микроклимата от установленных норм.

5 этап – оценка влияния на здоровье работников.

Анализ воздействия недопустимых параметров микроклимата на состояние здоровья и работоспособность работников.

6 этап – разработка рекомендаций.

Формулирование предложений по улучшению условий микроклимата с учетом выявленных проблем.

7 этап – мониторинг и контроль.

Установление механизмов регулярного мониторинга параметров микроклимата с целью поддержания их в соответствии с нормами.

Для анализа соблюдения нормативных требований в области нормализации микроклимата производственных помещений необходимо провести следующие действия:

- ознакомление с нормативными документами, регламентирующими микроклимат на данном предприятии (ГОСТы, СанПиНы, СНиПы и т.д.);
- сравнение полученных результатов измерений с нормативными значениями;
- выявление нарушений и разработка мероприятий по их устранению [17].

Кроме того, необходимо проводить регулярные проверки состояния систем вентиляции и кондиционирования воздуха, а также контролировать соблюдение работниками правил личной гигиены.

Выводы по разделу.

В данном разделе представлены общие сведения об объекте: расположение, функциональное назначение, основные виды деятельности организации, приведена структура управления организацией, выполнен анализ соблюдения нормативных требований в области нормализации микроклимата производственных помещений.

## **2 Анализ состояния проблемы нормализации микроклимата в производственных помещениях**

### **2.1 Влияние параметров производственного микроклимата на физиологические функции организма**

Взаимодействие человека с окружающим миром всегда сопровождается обменом энергии.

Различные факторы окружающей среды в комплексе влияют на здоровье человека.

Важными параметрами производственного окружения, влияющими на здоровье, являются:

- физические;
- химические;
- биологические факторы.

Физические факторы включают микроклимат, то есть температуру, влажность и движение воздуха, а также различные типы электромагнитных полей, включая ультрафиолетовое, видимое, инфракрасное и другие.

По факторам производственной среды условия труда подразделяются на четыре класса [4]:

- 1-й класс – оптимальные условия труда, при которых сохраняется не только здоровье работающих, но и создаются условия для высокой работоспособности;
- 2-й класс – допустимые условия труда, когда уровни факторов среды не превышают установленных гигиенических нормативов, при этом возможные изменения функционального состояния организма проходят к началу следующей смены и не оказывают неблагоприятного воздействия на состояние работающих и их потомство;

- 3-й класс – вредные условия труда, имеющие четыре степени вредности. «они оказывают воздействие на организм человека и его потомство в зависимости от уровня превышения над нормативами;
- 4-й класс – опасные (экстремальные) условия труда, когда уровни факторов создают угрозу жизни и высокого риска тяжелых форм острых профессиональных заболеваний.

Влияние тепловой нагрузки рабочей среды на функциональное состояние организма представлено в таблице 2» [4, 6].

Таблица 2 – Влияние тепловой нагрузки рабочей среды на функциональное состояние организма

«Класс условий труда по Р 2.2.200605	Превыш. верхней границы оптим. уровня ТНС - индекса	Показатели теплового состояния		Снижение физич. работоспособности, %	Снижение производительности труда, %	
		Накопление тепла в теле, кДж/кг	Напряжение реакций терморегуляции		Физическая работа	Умственная работа
1	–	± 0,87	Очень слабое (минимальное)	0	0	0
2	3,0	2,60	Слабое	До 15	До 20,0	До 10
3	3.1	3,3	Умеренное	До 19	До 22,0	До 12
	3.2	4,2	Выраженное	До 25	До 27,9	До 22
	3.3	5,5	Сильное	До 29	До 36,5	До 42
	3.4	8,0	5,5	Очень сильное	До 40	До 53,0
4	>8	> 7,0	Чрезмерное (опасное)	>40	>53	>85» [6]

Параметры производственного микроклимата, такие как температура, влажность, скорость движения воздуха, освещенность и другие, могут оказывать значительное влияние на физиологические функции организма работников.

Классы условий труда по показателю ТНС – индекса (°С) для рабочих помещений с нагревающим микроклиматом независимо от времени года

представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Классы условий труда по показателю ТНС – индекса (°С) для рабочих помещений с нагревающим микроклиматом

Категория работ	Классы условий труда					
	допустимый	вредный				Опасный (экстремальный)
		3.1	3.2	3.3	3.4	
1а	до 26,4	до 26,6	до 27,4	до 28,6	до 31,0	> 31,0
1б	до 25,8	до 26,1	до 26,9	до 27,9	до 30,3	> 30,3
На	до 25,1	до 25,5	до 26,2	до 27,3	до 29,9	> 29,9
11б	до 23,9	до 24,2	до 25,0	до 26,4	до 29,1	> 29,1
III	до 21,8	до 22,0	до 23,4	до 25,7	до 27,9	> 27,9

Рассмотрим какие основные аспекты могут быть затронуты.

Теплорегуляция: высокие температуры могут приводить к перегреву организма, что может вызвать потерю жидкости и солей, солнечные удары и другие тепловые стрессы. Низкие температуры могут вызывать охлаждение организма и обморожение.

Работоспособность и производительность: повышенная температура может снижать работоспособность из-за утомления и потери концентрации.

Низкая освещенность может ухудшать видение и замедлять выполнение задач.

Дыхание: высокая температура и влажность могут сделать дыхание более тяжелым, что может повысить риск для работников с дыхательными проблемами.

Сердечно-сосудистая система: экстремальные температуры могут увеличивать нагрузку на сердце и сосуды. Высокая влажность может ухудшать терморегуляцию.

Водно-солевой баланс: потеря потом при высоких температурах может привести к дегидратации и нарушению баланса электролитов.

Комфорт и психоэмоциональное состояние: некомфортные условия микроклимата могут вызывать раздражение, стресс и негативно влиять на психическое состояние работников.

Биологические ритмы: недостаток естественного освещения и изменения температуры могут нарушать биологические ритмы и сон работников [20].

Зрение: плохая освещенность может увеличить нагрузку на глаза и привести к ухудшению зрения.

Все эти факторы могут оказывать негативное воздействие на здоровье и производительность работников. Поэтому важно соблюдать нормативы и стандарты для микроклимата в производственных помещениях, чтобы создавать оптимальные условия для труда и обеспечивать безопасность и благополучие работников [20].

В первую очередь, микроклимат воздействует на тепловое самочувствие человека и его теплообмен с окружающим пространством. Несмотря на возможные значительные изменения параметров микроклимата помещения, температура человеческого тела сохраняется стабильной. Способность человеческого организма сохранять тепловой баланс именуется терморегуляцией.

В случае отклонения от верхних и нижних границ в обеспечение температурного гомеостаза вовлекаются другие функциональные системы организма.

## **2.2 Оценка методов исследования и гигиенической оценки параметров производственного микроклимата**

Измерения параметров микроклимата должны проводиться в холодный и теплый периоды года в течение одного дня в начале, середине и конце рабочей смены, в количестве не менее 4-6 измерений в одной точке на каждый параметр микроклимата [18].

Температура, относительная влажность и скорость движения воздуха измеряются на высоте 1,0 м от пола или рабочей площадки при работах, выполняемых сидя, и на высоте 1,5 м – при работах стоя.

Измерения проводятся однократно как на постоянных, так и непостоянных рабочих местах при их минимальном или максимальном удалении от источников тепловыделения, охлаждения или влаговыделения.

Для определения разности температуры воздуха и скорости его движения по вертикали рабочей зоны следует проводить выборочные измерения на высоте 0,1; 1,0; 1,7 м от пола или рабочей площадки в соответствии с задачами исследования.

Оценка методов исследования и гигиенической оценки параметров производственного микроклимата является важным аспектом обеспечения здоровья и безопасности работников. Производственный микроклимат охватывает такие параметры, как температура, влажность, скорость движения воздуха, концентрация вредных веществ, шум, освещенность.

Методы исследования параметров производственного микроклимата:

- измерения и наблюдения (измерение температуры, влажности, скорости воздуха и других параметров с помощью соответствующих приборов);
- наблюдение за условиями рабочего места и запись данных о производственном микроклимате;
- анкетирование и опрос (проведение опросов среди работников для получения информации о их восприятии микроклимата и возможных проблемах);
- биометрические методы (использование биометрических показателей, таких как изменения пульса, дыхания, потливости, для оценки воздействия микроклимата на организм);
- моделирование и компьютерное моделирование (создание математических моделей для анализа и прогнозирования параметров микроклимата в рабочих условиях);

- гигиеническая оценка параметров производственного микроклимата;
- сравнение с нормативами (сравнение измеренных значений параметров микроклимата с санитарными нормами и гигиеническими стандартами);
- оценка воздействия на организм (анализ воздействия параметров микроклимата на организм работников с учетом физиологических, психофизиологических и эргономических аспектов);
- учет особенностей производства;
- учёт специфики производства, видов деятельности и характера трудового процесса при оценке влияния микроклимата на работников;
- разработка рекомендаций (формирование рекомендаций для улучшения производственного микроклимата и обеспечения комфортных и безопасных условий труда).

Важно проводить комплексное исследование микроклимата, учитывая его влияние на здоровье, работоспособность и благополучие работников. Это поможет предотвратить заболевания, связанные с производственным микроклиматом, и повысить эффективность труда.

Рассмотрим методы и средства исследования микроклимата.

Термометрия – измерение температуры воздуха с помощью термометров.

Термоанемометрия – определение скорости движения воздуха и его температуры.

Психрометрия – измерение влажности воздуха с использованием двух термометров, один из которых увлажняется.

Пиранометрия – измерение интенсивности теплового излучения от различных источников тепла.

Термобарография – измерение атмосферного давления и его изменения в зависимости от температуры воздуха.

Термограф – регистрация изменений температуры воздуха в течение определенного времени.

Термогигрограф – комбинированный прибор для измерения влажности и температуры воздуха, с возможностью регистрации данных.

Калориметрия – метод определения количества тепловой энергии, выделяемой в окружающую среду.

Пиранометр – прибор для измерения интенсивности солнечного излучения.

Гигиеническая оценка параметров микроклимата включает в себя изучение влияния различных факторов на здоровье и работоспособность человека.

### **2.3 Идентификация вредных и/или опасных веществ, выделяющиеся при протекании технологических процессов**

Объект – производственное помещение ООО «Плазма», термический цех. Характеристика оборудования представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристика оборудования

№ поз	Наименование	Кол	Мощность, кВт
1	Камерная электропечь	4	75
2	Закалочный бак масляный $t = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$	2	
3	Закалочный бак водяной	2	
4	Шахтная электропечь	4	75
5	Отпускная шахтная электропечь	3	36
6	Ванна обезжиривания $t = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$	2	
7	Травление в серной кислоте	2	
8	Ванна осветления $t = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$	2	
9	Промывка в горячей воде $t = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$	2	
10	Промывка в холодной воде	2	
11	Электроселитровая ванна	2	20
12	Водяной бак	2	50
13	Электросоляная ванна	3	60
14	Пескоструйный аппарат	3	15,5
15	Заточные станки $d_{\text{зп}} = 300\text{ мм}$	5	2,8
16	Установка ТВЧ	2	65

План и разрез производственного помещения представлены на рисунке

1.

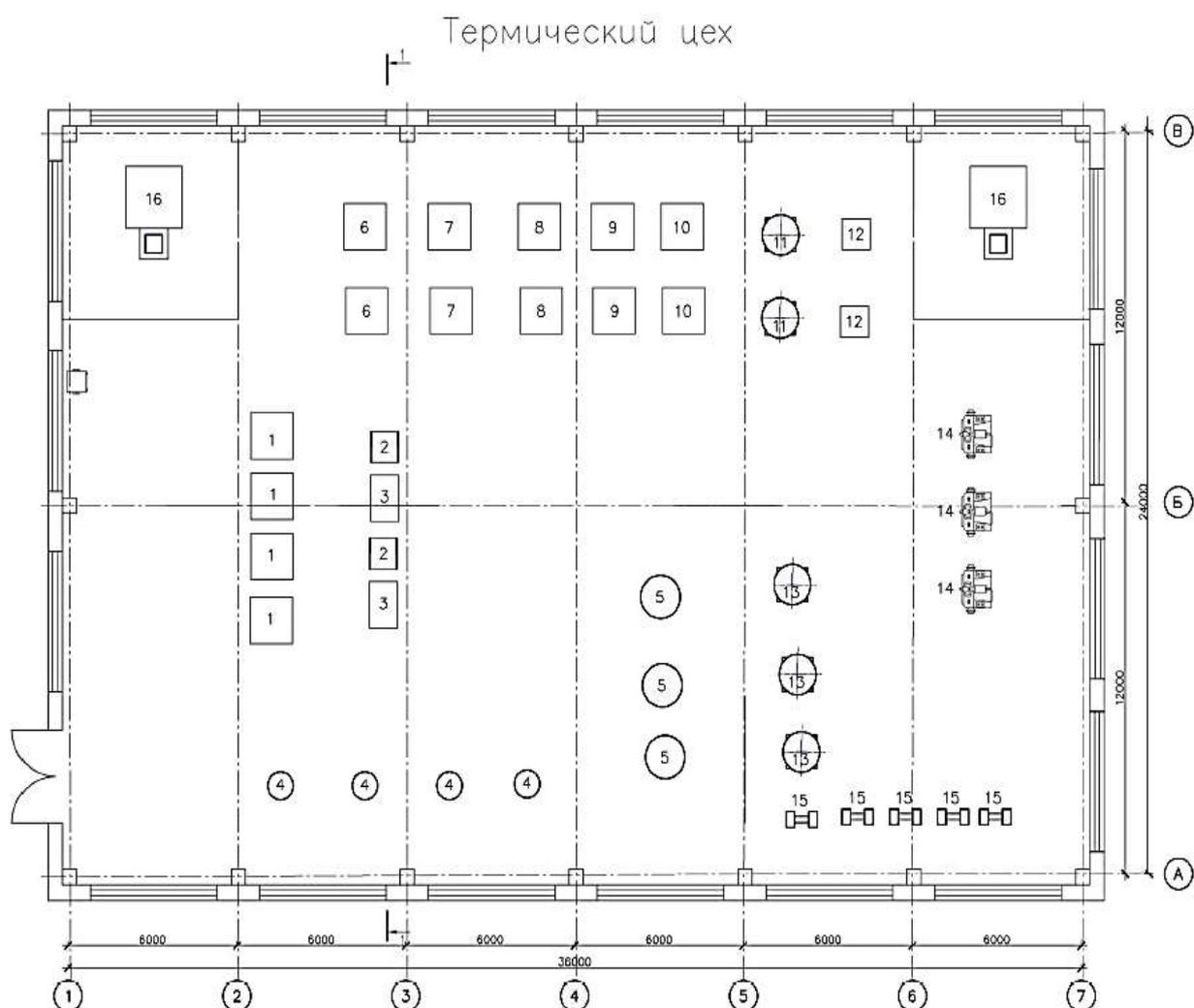


Рисунок 1 – План и разрез производственного помещения

Выделение вредных газов в воздух производственных помещений может быть вызвано следующими факторами:

- химическими реакциями;
- испарением с поверхности резервуаров;
- испарением с поверхности оборудования и коммуникаций.

Газовыделения от технологического оборудования представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Газовыделения от технологического оборудования

№	Наименование оборудования	Количество, шт.	Наименование вредности	Удельные выделения	Ед.изм удельных выделений	Характеристика источника оборудования	Общее газовыделение, г/ч	Коэффициент эффективности МО, %	Количество поступающих вредностей		
									В трубу	В цех, г/ч	№ вент.сист.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	Закалочный бак масляный t=80 °С	1	пары масла	69	г/ч на установку	80 0С	69	60	41,4	27,6	В3
			окись углерода	25,8			25,8	60	15,48	10,32	
2	Закалочный бак масляный t=80 °С	1	пары масла	69	г/ч на установку	80 0С	69	60	41,4	27,6	В6
			окись углерода	25,8			25,8	60	15,48	10,32	
6	Ванна обезжиривания t=80 °С	1	пары масла	69	г/ч на установку	80 0С	69	60	41,4	27,6	В5
			окись углерода	25,8			25,8	60	15,48	10,32	
6	Ванна обезжиривания t=80 °С	1	пары масла	69	г/ч на установку	80 0С	69	60	41,4	27,6	В4
			окись углерода	25,8			25,8	60	15,48	10,32	
1	Камерная элетропечь	1	окись углерода	8,35	г/ч на установку	75	8,35	90	7,515	0,835	ВЕ1
			сернистый ангидрид	5,64			5,64	90	5,076	0,564	
1	Камерная элетропечь	1	окись углерода	8,35	г/ч на установку	60	8,35	90	7,515	0,835	ВЕ2
			сернистый ангидрид	5,64			5,64	90	5,076	0,564	
1	Камерная элетропечь	1	окись углерода	8,35	г/ч на установку	45	8,35	90	7,515	0,835	ВЕ3
			сернистый ангидрид	5,64			5,64	90	5,076	0,564	
1	Камерная элетропечь	1	окись углерода	8,35	г/ч на установку	50	8,35	90	7,515	0,835	ВЕ4
			сернистый ангидрид	5,64			5,64	90	5,076	0,564	

Продолжение таблицы 5

4	Шахтная электропечь	1	окись углерода	12,75	г/ч на установку	50	12,75	90	11,475	1,275	B1
			сернистый ангидрид	0,26			0,26	90	0,234	0,026	
4	Шахтная электропечь	1	окись углерода	12,75	г/ч на установку	50	12,75	90	11,475	1,275	B1
			сернистый ангидрид	0,26			0,26	90	0,234	0,026	
4	Шахтная электропечь	1	окись углерода	12,75	г/ч на установку	50	12,75	90	11,475	1,275	B1
			сернистый ангидрид	0,26			0,26	90	0,234	0,026	
4	Шахтная электропечь	1	окись углерода	12,75	г/ч на установку	50	12,75	90	11,475	1,275	B1
			сернистый ангидрид	0,26			0,26	90	0,234	0,026	

Идентификация вредных и/или опасных веществ, выделяющиеся при протекании технологических процессов представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Перечень опасных и вредных производственных факторов

Наименование производственного фактора	ПДК, ПДУ, допустимый уровень	Фактический уровень производственного фактора	Величина отклонений	Класс условий труда, степень вредности	Продолжительность воздействия
Вредные вещества:	–	–	–	–	–
Масляный аэрозоль	5	2,6 1,0 0,5	– – –	2	7
Оксид углерода	20	2,8 3,0 2,4	– – –	2	7
Физические факторы	–	–	–	–	–
Температура воздуха, °С	23	18 – 28	Выше значения на 5 °С	3,3	7
Влажность воздуха, %	15-75	80-98	Выше доп. значения (класс 2) на 15 %	Требования для 3 класса отсутствуют	7
Освещенность рабочей поверхности, Е, лк	200	30	Меньше нормы в 6,67 раза (170лк)	3,2	7

Оценки условий труда по показателям тяжести трудового процесса представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Оценки условий труда по показателям тяжести трудового процесса

Показатели	Факт, значения	Класс
Физическая динамическая нагрузка (кгхм): региональная -перемещения груза до 1 м общая нагрузка перемещения груза	–	–

Продолжение таблицы 7

Показатели	Факт, значения	Класс
От 1 до 5 м	7000	1
Более 5 м	–	–
Масса поднимаемого и перемещаемого вручную груза (кг):	–	–
При чередовании с другой работой	5	1
Постоянно в течении смены	–	–
Стереотипные рабочие движения (кол-во):	–	–
Локальная нагрузка	–	–
Региональная нагрузка	5000	1
Статическая нагрузка (кг·с):	–	–
Одной рукой	9000	1
Двумя руками	18000	1
С участием корпуса и ног	–	–
Рабочая поза	Нахождение в позе стоя до 80 % времени смены	3.1
Наклоны корпуса (количества за смену)	До 50	1
Перемещения в пространстве (км):	–	–
По горизонтали	2	1
По вертикали	–	–
3.1		

Оценка условий труда по показателям напряженности трудового процесса представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Оценка условий труда по показателям напряженности трудового процесса

Показатели	Класс условий труда				
	1	2	3.1	3.2	3.3
1. Интеллектуальные нагрузки					
1.1 Содержание работы	–	+	–	–	–
1.2 Восприятие сигналов и их оценка	–	+	–	–	–
1.3 Распределение функции по степени сложности задания	–	+	–	–	–
1.4 Характер выполняемой работы	–	+	–	–	–
2. Сенсорные нагрузки					
2.1 Длительность сосредоточенного наблюдения	+	–	–	–	–
2.2 Плотность сигналов за 1 час работы	+	–	–	–	–
2.3 Число объектов одновременного наблюдения	+	–	–	–	–
2.4 Размер объекта различения при длительности сосредоточенного внимания	+	–	–	–	–

Продолжение таблицы 8

Показатели		Класс условий труда				
		1	2	3.1	3.2	3.3
2.5	Работа с оптическими приборами при длительности сосредоточенного внимания	+	–	–	–	–
2.6	Наблюдение за экраном видеотерминала	+	–	–	–	–
2.7	Нагрузка на слуховой анализатор	+	–	–	–	–
2.8	Нагрузка на голосовой аппарат	+	–	–	–	–
3. Эмоциональные нагрузки						
3.1	Степень ответственности за результат собственной деятельности. Значимость ошибки	+	–	–	–	–
3.2	Степень риска для собственной жизни	+	–	–	–	–
3.3	Ответственность за безопасность других лиц	+	–	–	–	–
3.4	Количество конфликтных производственных ситуаций за смену	+	–	–	–	–
4. Монотонность нагрузок						
4.1	Число элементов, необходимых для реализации задания или многократно повторяющихся операций	+	–	–	–	–
4.2	Продолжительность выполнения простых задания или повторяющихся операций	+	–	–	–	–
4.3	Время активных действий	–	+	–	–	–
4.4	Монотонность производственной обстановки	–	+	–	–	–
5. Режим работы						
5.1	Фактическая продолжительность рабочего дня	+	–	–	–	–
5.2	Сменность работы	–	+	–	–	–
5.3	Наличие регламентированных перерывов и их продолжительность	–	–	–	+	–
Количество показателей в каждом классе		15	7	0	1	0
Общая оценка напряженности труда		2				

Итоговая таблица по оценке условий труда рабочих по степени вредности и опасности представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Оценка условий труда рабочих по степени вредности и опасности

Фактор	Класс условий труда						
	Оптимальный	Допустимый	Вредный				Опасный
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Химический	–	+	–	–	–	–	–
Микроклимат	–	–	–	–	+		–
Освещение	–	–	–	+			–
Тяжесть труда	–	–	+	–	–	–	–

Продолжение таблицы 9

Фактор	Класс условий труда						
	Оптимальный	Допустимый	Вредный				Опасный
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Напряженность труда	–	+		–	–	–	–
Общая оценка условий труда	–	–	–	–	–	+	–

#### 2.4 Расчет кратности воздухообмена общеобменной механической вентиляции в производственном помещении

Район – г. Красноярск. Температура наружного воздуха [5]:

- ТП:  $t_{\text{н}}^{\text{ТП}} = 21 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- ХП:  $t_{\text{н}}^{\text{ХП}} = -39 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Объект – производственное помещение ООО «Плазма».

Согласно пункту 5.1 [2] за расчетные параметры внутреннего воздуха, в соответствии с выполняемой категорией работ в цехе – тяжелая по табл. 1.4 [2]:

а) теплый период:

- 1) температура внутреннего воздуха  $t_{\text{в}}^{\text{T}} = t_{\text{н,А}}^{\text{T}} + 4 = 21 + 4 = 25 \text{ }^{\circ}\text{C} = 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Поскольку температура внутреннего воздуха, определенная по указаниям графы 3 [3] равна температуре, указанной в графе 4 (для районов с температурой наружного воздуха не более  $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$  по параметрам А), то в качестве расчетной принимаем  $t_{\text{в}}^{\text{T}} = 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,
- 2) скорость движения воздуха  $v_{\text{в}}^{\text{T}} = 0,6 \text{ м/с}$ ,
- 3) влажность воздуха  $\varphi_{\text{в}}^{\text{T}} = 75 \text{ \%}$ ;

б) холодный период:

- 1) температура внутреннего воздуха  $t_{\text{в}}^{\text{Х}} = 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,
- 2) скорость движения воздуха  $v_{\text{в}}^{\text{Х}} = 0,4 \text{ м/с}$ ,

3) влажность воздуха  $\varphi_B^x = 75 \%$ .

Так, как в помещении имеются местные отсосы, то минимальная вытяжка может быть найдена по формуле 1.

$$G_{\text{ВЫТ}}^{\text{min}} = G_{\text{МО}} + G_{\text{ВЗ}}^{\text{min}}, \quad (1)$$

где  $G_{\text{ВЗ}}^{\text{min}}$  – минимальное количество вытяжки из верхней зоны помещения при устройстве местных отсосов, кг/ч;

$G_{\text{МО}}$  – количество воздуха, удаляемое местными отсосами, кг/ч.

Объем этого воздуха  $G_{\text{ВЗ}}^{\text{min}}$  должен быть для помещений высотой более 6 м не менее  $6 \text{ м}^3/\text{ч}$  на  $1 \text{ м}^2$  помещения (формула 2 и 3).

$$G_{\text{ВЗ}}^{\text{min}} = 6 \cdot F \cdot \rho_{\text{УХ}} \text{ или } G_{\text{ВЗ}}^{\text{min}} = V \cdot \rho_{\text{УХ}} \quad (2)$$

$$G_{\text{пр}}^{\text{общ}} = G_{\text{пр}}^{\text{min}} - G_{\text{д}} \quad (3)$$

Рассчитаем в теплый период.

$$G_{\text{вз}}^{\text{min}} = 6 \cdot 846,0 \cdot \frac{353}{273+41} = 5246 \frac{\text{кг}}{\text{ч}} < G_{\text{вз}}^{\text{min}} = 7241,3 \cdot \frac{353}{273+41} = 8140 \frac{\text{кг}}{\text{ч}}; G_{\text{выт}}^{\text{min}} =$$

$$G_{\text{пр}}^{\text{min}} = 114356 + 8140 = 122496 \frac{\text{кг}}{\text{ч}}; G_{\text{пр}}^{\text{общ}} = 122496 - 28169 = 94327 \text{ кг/ч}$$

Для того, чтобы в помещении поддерживалась постоянная температура, должны быть соблюдены условия воздушного и теплового балансов при данном воздухообмене (формула 4).

$$\begin{cases} G_{\text{МО}} + G_{\text{ВЗ}} = G_{\text{д}} + G_{\text{пр}}^{\text{общ}} \\ G_{\text{МО}} \cdot t_{\text{рз}} + G_{\text{ВЗ}} \cdot t_{\text{УХ}} = G_{\text{д}} \cdot t_{\text{д}} + G_{\text{пр}}^{\text{общ}} \cdot t_{\text{пр}} + \frac{Q}{c} \end{cases} \quad (4)$$

где  $G_{\text{д}}$ ,  $t_{\text{д}}$  – количество и температура воздуха, подаваемого местной

приточной вентиляцией, кг/ч и °С;

$Q$  – теплоизбытки в помещении, кДж/кг;

$c$  – удельная теплоемкость воздуха, кДж/(кг·°С);

$G_{\text{пр}}^{\text{общ}}$ ,  $t_{\text{пр}}$  – количество и температура приточного воздуха, кг/ч и °С.

Для определения воздухообмена необходимо решить систему приведенных уравнений. Для теплого периода года воздухообмен решается из условия, что температура притока равна температуре наружного воздуха.

$$t_{\text{пр}} = 25 \text{ } ^\circ\text{C}, G_{\text{МО}} = 97998 \text{ кг/ч}; G_{\text{д}} = 28169 \text{ кг/ч};$$

$$\begin{cases} 97998 + G_{\text{вз}} = 28169 + G_{\text{пр}}^{\text{общ}} \\ 97998 \cdot 29 + G_{\text{вз}} \cdot 41 = 28169 \cdot 13,7 + G_{\text{пр}}^{\text{общ}} \cdot 25 + 646338/1,005 \end{cases}$$

$$\begin{cases} G_{\text{вз}} = G_{\text{пр}}^{\text{общ}} + 28169 - 97998 \\ 2841942 + 41 \cdot (G_{\text{пр}}^{\text{общ}} - 69829) = 385915 + G_{\text{пр}}^{\text{общ}} \cdot 25 + 643122 \end{cases}$$

$$\begin{cases} G_{\text{вз}} = G_{\text{пр}}^{\text{общ}} - 69829 \\ 2841942 + 41 \cdot G_{\text{пр}}^{\text{общ}} - 2862989 = 385915 + G_{\text{пр}}^{\text{общ}} \cdot 25 + 643122 \end{cases}$$

$$\begin{cases} G_{\text{вз}} = G_{\text{пр}}^{\text{общ}} - 69829 \\ 41 \cdot G_{\text{пр}}^{\text{общ}} - 25 \cdot G_{\text{пр}}^{\text{общ}} = 385915 + 643122 + 2862989 - 2841942 \end{cases}$$

$$\begin{cases} G_{\text{вз}} = G_{\text{пр}}^{\text{общ}} - 69829 \\ 16 \cdot G_{\text{пр}}^{\text{общ}} = 1050084 \end{cases}$$

$$\begin{cases} G_{\text{вз}} = G_{\text{пр}}^{\text{общ}} - 69829 = 65630 - 69829 = -4199 \text{ кг/ч} \\ G_{\text{пр}}^{\text{общ}} = 65630 \text{ кг/ч} \end{cases}$$

Пересчитаем температуру из уравнения воздухообмена по местным отсосам:

$$\begin{cases} G_{\text{пр}}^{\text{общ}} = 77969 \text{ кг/ч} \\ t_{\text{рз}} = \frac{28169 \cdot 13,7 + 77969 \cdot 25 + 646338/1,005 - 8140 \cdot 41}{97998} = 26,9 \text{ } ^\circ\text{C} \end{cases}$$

В холодный период года воздухообмен считаем, задавшись воздухообменом по местным отсосам, т.к. он превышает воздухообмен по условию разбавления газов.

Исходные данные:

- $t_{yx} = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_d = 16,5 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- $G_{mo} = 101703 \text{ кг/ч}$ ;
- $G_d = 27896 \text{ кг/ч}$ ;
- $G_{пр}^{общ} = 82243 \text{ кг/ч}$ ;
- $G_{вз} = 8436 \text{ кг/ч}$ .

$$\left\{ \begin{array}{l} G_{пр}^{общ} = 82243 \text{ кг/ч} \\ t_{рз} = \frac{27896 \cdot 16,5 + 82243 \cdot 15 + 131865/1,005 - 8436 \cdot 30}{101703} = 15,5 \text{ }^\circ\text{C} \end{array} \right.$$

Результаты расчета воздухообмена на ассимиляцию теплоизбытков представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Результаты расчета воздухообмена на ассимиляцию теплоизбытков

Период года	$G_{пр.}$ кг/ч	$t_{пр.}$ °C	$G_{уд.}$ кг/ч	$t_{уд.}$ °C	$\Sigma G_{м.о.}$ кг/ч	$t_{р.з.}$ °C	$Q_{изб.(вред.)}$ , Вт
ТП	77969	25	8140	41	97998	26,9	646338
ХП	82243	15	8436	30	101703	15,5	131865

Расчет воздухообмена по ассимиляции вредных веществ производится по формуле 5.

$$G_{пр}^r = \frac{C_r}{(ПДК_{р.з.} - ПДК_{пр})} \cdot \rho_{пр}, \quad (5)$$

где  $C_r$  – количество газа, поступающего в цех, мг/ч;

ПДК<sub>р.з.</sub> – допустимая концентрация газа в воздухе помещения, мг/м<sup>3</sup>, таблица 1.5 [1];

ПДК<sub>пр</sub> – концентрация газа в приточном воздухе, мг/м<sup>3</sup>;

Плотность приточного воздуха принимаем:

– в теплый период:

$$\rho_{\text{пр}} = \rho_{\text{н}} = \frac{353}{273 + 25} = 1,185 \text{ кг/м}^3$$

– в холодный период:

$$\rho_{\text{пр}} = \rho_{\text{н}} = \frac{353}{273 + 15} = 1,226 \text{ кг/м}^3$$

Окись углерода:

$$G_{\text{пр}}^{\text{Г}} = \frac{1000 \cdot 45,9}{0,7 \cdot 20} \cdot 1,185 = 3884 \text{ кг/ч}$$

$$G_{\text{пр}}^{\text{Г}} = \frac{1000 \cdot 45,9}{0,7 \cdot 20} \cdot 1,226 = 4019 \text{ кг/ч}$$

Сернистый ангидрид:

$$G_{\text{пр}}^{\text{Г}} = \frac{1000 \cdot 2,282}{0,7 \cdot 10} \cdot 1,185 = 386 \text{ кг/ч}$$

$$G_{\text{пр}}^{\text{Г}} = \frac{1000 \cdot 2,282}{0,7 \cdot 10} \cdot 1,226 = 400 \text{ кг/ч}$$

Пары масла:

$$G_{\text{пр}}^{\text{Г}} = \frac{1000 \cdot 110,4}{0,7 \cdot 5} \cdot 1,185 = 37365 \text{ кг/ч}$$

$$G_{\text{пр}}^{\text{г}} = \frac{1000 \cdot 110,4}{0,7 \cdot 5} \cdot 1,226 = 38662 \text{ кг/ч}$$

Необходимый воздухообмен  $L$ , м<sup>3</sup>/ч, по кратностям определяем по формуле 6:

$$L = V_p \cdot n, \quad (6)$$

где  $V_p$  – расчетный объем помещения, м<sup>3</sup>;

$n$  – нормируемая кратность воздухообмена, ч<sup>-1</sup>.

Для отдельных помещений расчет воздухообмена ведется по нормируемому удельному расходу приточного или удаляемого воздуха (формула 7):

$$L = N \cdot n, \quad (7)$$

где  $N$  – число людей, рабочих мест, единиц оборудования;

$n$  – нормируемый удельный расход приточного воздуха, м<sup>3</sup>/ч.

Нормируемая кратность воздухообмена составляет:

– по притоку  $n_n = 6,0 \text{ ч}^{-1}$ ;

– по вытяжке  $n_g = 6,0 \text{ ч}^{-1}$ .

Расчетный объем помещения  $V_p = 11232 \text{ м}^3$ . Таким образом, расчетный воздухообмен составляет:

– по притоку:

$$L_n = 11232 \cdot 6,0 = 67392 \text{ м}^3/\text{ч},$$

– по вытяжке:

$$L_{\text{г}} = 11232 \cdot 6,0 = 67392 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Выводы по разделу.

В данном разделе изучено влияние параметров производственного микроклимата на физиологические функции организма, осуществлена оценка методов исследования и гигиенической оценки параметров производственного микроклимата, идентифицированы вредные и/или опасные вещества, выделяющиеся при протекании технологических процессов, приведена характеристика категорий выполняемых на производстве работ, рассчитана кратность воздухообмена общеобменной механической вентиляции в производственном помещении, в воздухе рабочей зоны.

Выделение вредных газов в воздух производственных помещений может быть вызвано следующими факторами: химическими реакциями, испарением с поверхности резервуаров, испарением с поверхности оборудования и коммуникация.

### **3 Разработка мероприятий, направленных на нормализацию параметров микроклимата**

#### **3.1 Разработка технологических приемов по обеспечению оптимальных параметров микроклимата посредством использования естественной и механической вентиляции**

Вентиляция в цехах работает благодаря аэрации, специальным устройствам для охлаждения и местным устройствам для удаления пыли от печей, кузниц и резервуаров. Для поглощения паров, которые выделяются из резервуаров, используются защитные покрытия, а для поглощения газов, выделяемых печами, за исключением печей, использующих газовое топливо - навесы. Местные вытяжки от резервуаров для закалки воды обычно не требуются. Местное удаление пыли может быть как естественным, так и с использованием механических устройств.

Всеобщая вытяжная вентиляция осуществляется через специальные отверстия в крыше, шахты и дефлекторы, независимо от того, какой способ местного удаления пыли используется. При этом механическая приточная вентиляция обычно включается только в переходный период и зимой. Чтобы сэкономить электроэнергию, в зимний период ее обычно отключают.

С целью противодействия влиянию теплового излучения используется воздушная вентиляция рабочих зон. Вентиляционные устройства, работающие с применением наружного воздуха, должны быть учтены при создании тепловых воздушных балансов. В летний период для снижения температуры подаваемого воздуха используется адиабатическое охлаждение.

Для борьбы с пылью применяется планирование потоков воздуха при проектировании цехов, устройство вентиляции и систем рециркуляции с очисткой воздуха фильтрованием, герметизация пылящего оборудования, регулярная уборка, гидрообеспыливание, электростатическое осаждение и многие другие узкоспециальные меры.

Выделим группу устройств, позволяющих обеспечить выполнение санитарно-гигиенических норм и защитить производимые продукты и производственное оборудование от воздействия пыли. Это воздушные души – устройства, позволяющие эффективно очищать работников от пыли. У разных производителей они называются еще камерами обеспыливания, воздушными шлюзами, но они идентичны

Лидером в разработке и производстве этих устройств в мире является американская компания Air Control Incorporated, выпускающая продукцию под брендом JetBlack.

Продукты безопасности JetBlack™ являются простой в использовании альтернативой сжатому воздуху. Они обеспечивают руководителям промышленных предприятий спокойствие, а пользователям – удобное, простое и полностью безопасное решение для удаления пыли с одежды и поверхности тела.

Компания выпускает устройства для пылеудаления нескольких типов. Установка (рисунок 2) с настенным монтажом компактна, хорошо подходит для очистки небольших, локальных загрязнений.



Рисунок 2 – Система JetBlack

Приводимый в действие воздуходувкой поток безопасно, экономично и высокоэффективно удаляет пыль, волокна, частицы с одежды, поверхностей изделий или рабочей среды. Воздух низкого давления и высокой скорости, создаваемый системами JetBlack, не представляет опасности для человека и может быть направлен практически на любую часть человеческого тела, в том числе непосредственно на кожу. В стационарных закрытых установках этого бренда базовая воздуходувка размещена на стене. Работник может самостоятельно направить поток на загрязненное место. Дополнительно работает вытяжка, поглощающая пыльный воздух и осаждающая загрязнения в циклонном фильтре.

TeknoFilter – турецкая компания (штаб квартира в г. Стамбул), которая занимается разработкой и производством струйных импульсных пылеуловителей для нужд различных отраслей хозяйства. Большая часть технических решений – фильтровальные установки различной мощности, применяемые для встраивания в технологические процессы.

Отдельно выделенное направление – производство пылеочистительных кабин (воздушных душей) для персонала (рисунок 3).

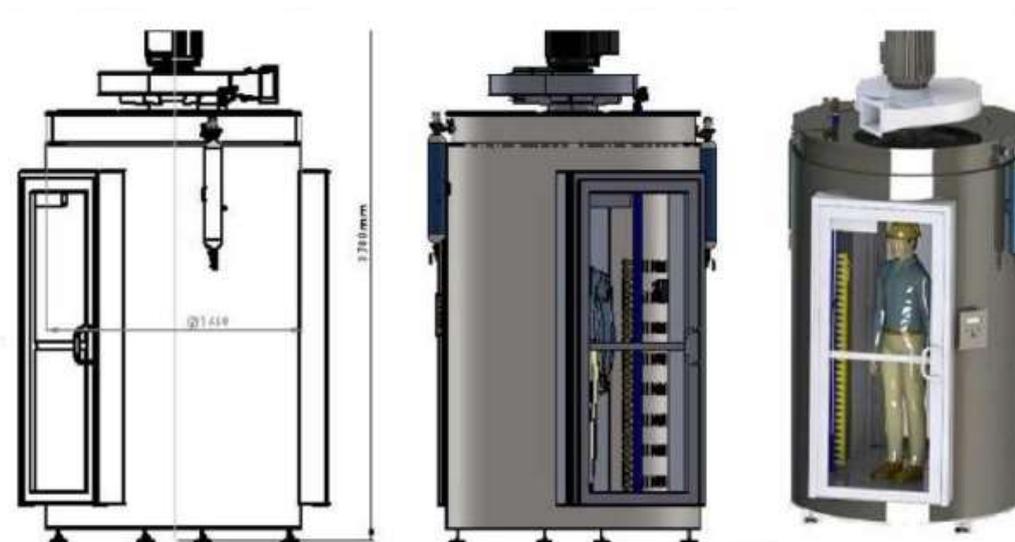


Рисунок 3 – Система TeknoFilter

Автономные воздушные душевые кабины для персонала TeknoFilter обеспечивают безопасное и эффективное удаление и сбор пыли и волокон с кожи и одежды, чтобы не подвергать себя, коллег или рабочую среду воздействию повышенного уровня пыли. Проще говоря, чтобы не переносить на себе пыль из одной производственной зоны в другую.

Установка выполнена в виде кабины шлюза, где процедура очистки продолжается 20 секунд. Воздушная гребенка с человеческий рост (еще ее называют «воздушным ножом») подает большой объем очищенного воздуха под давлением. Оно достаточно высокое, чтобы вынести пылевые частицы, но не настолько, чтобы нанести какие-то поражения коже, глазам и ушам. Человек может поворачиваться вокруг своей оси, чтобы удалить пыль со всех сторон.

Установка эффективна и полностью безопасна. На потолке кабины при входе человека включается энергоэффективное светодиодное освещение. По фактору кабина напоминает устройство досмотра в аэропорту.

В процессе работы загрязненный воздух отводится через пол решетки за счет перепада давления, создаваемого внешним вентилятором.

Затем все загрязняющие частицы могут быть либо собраны в пылеулавливающий бункер, либо выпущены непосредственно в существующую заводскую систему пылеудаления.

Система проста по схеме подключения, поставляется полностью собранной, позволяет быстро ввести воздушный душ в эксплуатацию.

Выпускается окрашенной белым порошковым покрытием или с отделкой из нержавеющей стали (в зависимости от различных требований к чистоте помещений).

Компания предлагает разработку по индивидуальным размерам для подстройки к сложившейся конфигурации коридоров и проходов на территории предприятия.

Воздушный шлюз: отфильтрованный через абсолютные фильтры воздух двигается с очень высокой скоростью через воздушные форсунки,

расположенных сбоку и вверху, попадая на одежду и сдувая с неё загрязняющие частицы.

Установка может работать в режиме воздушного душа или «воздушного замка».

Рассмотрим работу в режиме воздушного душа.

Рабочая стадия: установка запускается, когда персонал находится внутри шлюза.

Состояние покоя: когда воздушный шлюз не используется, установка функционирует со скоростью, уменьшенной на 30%, достаточной для поддержания самого шлюза в стерильном состоянии.

Рассмотрим работу в режиме «воздушного замка».

Постоянно активированный рабочий цикл: работа в режиме воздушного шлюза является полностью автоматическим процессом и не требует участия операторов.

Конструкция: состоит из трёх модулей, соединённых между собой; они представляют собой прочную коробчатую конструкцию, изготовленную из окрашенной стали RAL9010. Модули имеют толщину 1,2-1,5 мм, собраны и усилены таким образом, чтобы исключить механический резонанс установки.

Вентилятор: центробежный вентилятор высокого давления с герметичными подшипниками, имеющий размеры для постоянного функционирования. Двигатель оснащён внутренней защитой от перегрузок с автоматическим повторным вводом в действие. Вентилятор крепится к конструкции с помощью антивибрирующих суппортов и фланцев.

Предварительные фильтры: ячейка обеспечивает класс очистки G4 по EN799. Абсолютный фильтр: HEPA класс фильтрации H14 для частиц размером 0,3 мкм по норме EN 1882.

Форсунки: регулируемые, изготовлены из алюминия, имеют полиуретановые прокладки.

Устройства расположены:

– сбоку, на колоннах;

– вверху, на потолке.

Воздушные шлюзы серии TYRHOON представлены на рисунке 4.



Рисунок 4 – Воздушные шлюзы серии TYRHOON

Двери: прочный каркас из экструдированного анодированного алюминия с использованием зеркальных вставок из калёного стекла VISARM3+3 по всей высоте помещения.

Освещение: флуоресцентные лампы, установленные в потолочные конструкции воздушного шлюза.

### **3.2 Расчет количества подаваемого воздуха, оценка требуемого воздухообмена для снижения газов в воздухе помещения**

Ориентировочная схема организации воздухообмена представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Схема организации воздухообмена термического цеха

Наименование		Вредности (основное)	Кoeff. «m» для схемы вентиляции «снизу-вверх»	Вытяжная вентиляция	Приточная вентиляция		Примечание
цехов	отделений				Холодный период года	Теплый период года	
Термические цехи	Прессостамповочные и термическое отделения	Тепло, продукты сгорания топлива, пары углеводов	05	Тоже	Естественная на отметке не ниже 4м	Естественная	Воздушные души на рабочих местах у молотов, нагревательных печей, прессов и горизонтально-ковочных машин

Произведём выбор производительности местных отсосов.

Выберем зонты-козырьки.

Определим объем удаляемого воздуха от камерной электропечи, имеющей загрузочное отверстие  $h \times b = 0,5 \times 0,5$  м. В печи поддерживается температура газов  $t_{\Gamma} = 900$  °С, температура воздуха в рабочей зоне  $t_{p.з} = 26$  °С.

Определим среднюю скорость, с которой газы выбиваются из отверстия печи, предварительно вычислив плотности воздуха,  $\text{кг/м}^3$  по формулам 8, 9, 10, 11.

$$\rho_{\Gamma} = \frac{353}{273 + t_{\Gamma}} \quad (8)$$

$$\rho_{p.з} = \frac{353}{273 + t_{p.з}} \quad (9)$$

$$\rho_{\Gamma} = \frac{353}{273 + 900} = 0,3 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{p.3} = \frac{353}{273+25} = 1,185 \text{ кг/м}^3$$

$$\Delta p = 9,81 h_0 (\rho_{p.3} - \rho_{\Gamma}) \quad (10)$$

где  $h_0$  – половина высоты загрузочного отверстия, м.

$$\Delta p = 9,81 \cdot 0,25 \cdot (1,185 - 0,30) = 2,17 \text{ Па.}$$

$$v_{\Gamma} = \mu \sqrt{2\Delta p / \rho_{\Gamma}} \quad (11)$$

$$v_{\Gamma} = 0,65 \sqrt{2 \cdot 2,17 / 0,3} = 2,47 \text{ м/с.}$$

Расход газов, выходящих из печи, м<sup>3</sup>/ч определяется по формулам 12 и 13.

$$L_{\Gamma} = v_{\Gamma} \cdot f_0 \quad (12)$$

где  $f_0$  – площадь рабочего проема печи, м<sup>2</sup>.

$$L_{\Gamma} = 2,47 \cdot (0,5 \cdot 0,5) = 0,618 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$G_{\Gamma} = L_{\Gamma} \cdot \rho_{\Gamma} \quad (13)$$

$$G_{\Gamma} = 0,618 \cdot 0,3 = 0,185 \text{ кг/ч.}$$

Вычислим критерий Архимеда при эквивалентном диаметре и температурах, определенных по формулам 14 и 15.

$$d_{\text{ЭКВ}} = 1,13 \cdot \sqrt{f_0} \quad (14)$$

$$d_{\text{ЭКВ}} = 1,13 \cdot \sqrt{0,5 \cdot 0,5} = 0,565 \text{ м.}$$

$$T_{\Gamma} = 273 + 900 = 1173 \text{ К;}$$

$$T_{p.3} = 273 + 25 = 298 \text{ К.}$$

$$Ar = \frac{9,81 \cdot d_{\text{ЭКВ}}}{v_{\Gamma}^2} \frac{T_{\Gamma} - T_{p.3}}{T_{p.3}} \quad (15)$$

$$Ar = \frac{9,81 \cdot 0,565}{2,47^2} \cdot \frac{1173 - 298}{298} = 2,68$$

Расстояние, на котором ось потока газов, искривленного под действием гравитационных сил, достигает плоскости всасывающего отверстия зонтика (формула 16).

$$x = \sqrt[3]{h_0 \cdot m^2 \cdot d_{\text{ЭКВ}}^2 / 0,63nAr} \quad (16)$$

где  $m$  и  $n$  – коэффициенты изменения скорости и температуры, принимают равными 5 и 4,2.

$$x = \sqrt[3]{0,25 \cdot 5^2 \cdot 0,565^2 / 0,63 \cdot 4,2 \cdot 2,68} = 0,64 \text{ м.}$$

Диаметр потока газов на расстоянии  $x$ , м определим по формуле 17.

$$d_x = d_{\text{ЭКВ}} + 0,44 \cdot x \quad (17)$$

$$d_x = 0,565 + 0,44 \cdot 0,64 = 0,85 \text{ м.}$$

Находим вылет и ширину зонта по формулам 18 и 19.

$$l = x + 0,5 \cdot d_x \quad (16)$$

$$l = 0,66 + 0,5 \cdot 0,85 = 1,08 \text{ м.}$$

$$B = b + 0,2 \quad (17)$$

$$B = 0,5 + 0,2 = 0,7 \text{ м.}$$

Определим расход отсасываемой смеси газов и воздуха по формуле 18.

$$L_x = L_\Gamma + [0,085 \frac{x}{d_{\text{ЭКВ}}} + 0,0014 (\frac{x}{d_{\text{ЭКВ}}})^2] \cdot L_\Gamma \sqrt{\frac{T_{\text{р.з}}}{T_\Gamma}} \quad (18)$$

$$L_x = 0,61 + \left[ 0,085 \frac{0,64}{0,565} + 0,0014 \left( \frac{0,64}{0,565} \right)^2 \right] \cdot 0,61 \cdot \sqrt{\frac{298}{1173}} = 0,64 \text{ м}^3/\text{с}$$

Расход воздуха, подсасываемого из помещения определим по формулам 19 и 20.

$$L_{p.з} = L_x - L_{\Gamma} \quad (19)$$

$$L_{p.з} = 0,64 - 0,618 = 0,022 \text{ м}^3/\text{с}.$$

$$G_{p.з} = L_{p.з} \cdot \rho_{p.з} \quad (20)$$

$$G_{p.з} = 0,022 \cdot 1,17 = 0,026 \text{ кг/ч}.$$

Вычисляем температуру смеси по формуле 21.

$$t_{см} = \frac{G_{\Gamma} \cdot t_{\Gamma} + G_{p.з} \cdot t_{p.з}}{G_{\Gamma} + G_{p.з}} \quad (21)$$

$$t_{см} = \frac{0,185 \cdot 900 + 0,026 \cdot 25}{0,18 + 0,026} = 811 \text{ }^{\circ}\text{С}.$$

Такая температура является недопустимо высокой для естественной и механической тяги. Примем  $t_{см} = 300 \text{ }^{\circ}\text{С}$ , тогда количество подсасываемого воздуха определим по формуле 22.

$$G_B = \frac{G_{\Gamma} (t_{\Gamma} - t_{см})}{t_{см} - t_{p.з}} \quad (22)$$

$$G_B = \frac{0,185 \cdot (900 - 300)}{300 - 25} = 0,404 \text{ кг/с}.$$

Суммарный объем вытяжки определим по формуле 23.

$$L = L_{\Gamma} + L_B \quad (23)$$

$$L = 0,618 + \frac{0,404}{1,17} = 0,963 \text{ м}^3/\text{с} = 3468 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Моечная машина (промывка в холодной воде) оборудована встроенным местным отсосом (технологическим укрытием). Характеристики местного отсоса приводим в таблице 12.

Таблица 12 – Характеристика отсоса моечной машины

Характеристика	Показатель
Объем отсасываемого воздуха, м <sup>3</sup> /час	1500
Скорость воздуха, м/с	
- в рабочем проеме	0,8
- в отсасывающем патрубке	9,6
Коэффициент местного сопротивления отсоса, отнесенный к скорости в отсасывающем патрубке	5,0
Вредности в отсасываемом воздухе	Пары воды

Принимаем местный отсос типа «укрытие» в соответствии с типовой серией ОВ-02-148 выпуск 1.

Характеристика местного отсоса от пескоструйного аппарата представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Характеристика местного отсоса от пескоструйного аппарата

Характеристика	Показатель
Объем отсасываемого воздуха, м <sup>3</sup> /ч	1000
Скорость воздуха:	
а) в рабочем проеме	1,4
б) в отсасывающем патрубке	9,3
Коэффициент местного сопротивления отнесенный к скорости в отсасывающем патрубке	4,0
Вредности в отсасываемом воздухе	Пыль

Расчет местных отсосов от баков для закалки в масле (позиция 2) произведём по формуле 24.

$$L = L_{уд} \cdot F_{пов.} \quad (24)$$

где  $L_{уд}$  – объем воздуха удаляемого двухсторонними бортовыми отсосами  $L_{уд}$  на  $1 \text{ м}^2$  зеркала, при соответствующей ширине ванны, по табл. 4.10 [2];

$$F_{пов} = 1,8 \cdot 1,5 = 2,7 \text{ м}^2$$

$$L = 4000 \cdot 2,7 = 10800 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Выбор производительности местных отсосов представлен в таблице 14.

Таблица 14 – Выбор производительности местных отсосов

№ технологического оборудования	Наименование технологического оборудования	Количество, шт.	Тип местного отсоса	Количество отсасываемого воздуха от единицы, $\text{м}^3/\text{ч}$	Количество отсасываемого воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$	Коэффициент эффективности местного отсоса	Ссылка на нормативную литературу
1	Камерная электропечь	1	Зонт-козырек	3455	3455	0,9	[2]
2	Камерная электропечь	1	Зонт-козырек	3455	3455	0,9	[2]
3	Камерная электропечь	1	Зонт-козырек	3455	3455	0,9	[2]
4	Закалочный бак	1	–	–	–	–	–
5	Закалочный бак масляный $t=80$	1	Бортовой отсос	10800	10800	0,6	ОВ-01
6	Закалочный бак водяной	1	–	–	–	–	–
7	Закалочный бак масляный $t=80$ градусов	1	Бортовой отсос	25000	25000	0,6	ОВ-01-148
8	Камерная электропечь	1	Зонт-козырек	3455	3455	0,9	[2]
9	Закалочный бак	1	–	–	–	–	–
10	Шахтная электропечь	1	Кольцевой отсос	4600	4600	0,6	[2]
11	Шахтная печь	1	Кольцевой отсос	4600	4600	0,6	[2]
12	Шахтная печь	1	Кольцевой отсос	4600	4600	0,6	[2]

Продолжение таблицы 14

№ технологического оборудования	Наименование технологического оборудования	Количество, шт.	Тип местного отсоса	Количество отсасываемого воздуха от единицы, м <sup>3</sup> /ч	Количество отсасываемого воздуха, м <sup>3</sup> /ч	Коэффициент эффективности местного отсоса	Ссылка на нормативную литературу
13	Шахтная печь	1	Кольцевой отсос	4600	4600	0,6	[2]
14	Отпускная шахтная электропечь	1	Кольцевой отсос	4600	4600	0,6	[2]
15	Отпускная шахтная электропечь	1	Кольцевой отсос	4600	4600	0,6	[2]
16	Отпускная шахтная электропечь	1	Кольцевой отсос	4600	4600	0,6	[2]
17	Пескоструйный аппарат	3	Укрытие	1000	1000	0,9	ОВ-02

Общий объем воздуха, удаляемого местными отсосами составит:

$$L_{\text{МО}} = 118760 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$\text{В теплый период: } G_{\text{МО}} = 118760 \cdot \frac{353}{273+26} = 140208 \text{ кг/ч};$$

$$\text{В холодный: } G_{\text{МО}} = 118760 \cdot \frac{353}{273+18} = 144063 \text{ кг/ч}.$$

Расчет местной приточной вентиляции

Воздушный душ – воздушную струю определенных параметров, направленную на конкретного рабочего – предусматривают согласно санитарным нормам там, где интенсивность теплового облучения превышает 350 Вт/м<sup>2</sup>.

Данные вносим в таблицу 15.

Таблица 15 – Места, подлежащие душированию

Характеристики рабочего места				Направление подачи воздуха и количество дешифрующих насадков
Наименование рабочих мест и категории работ	Источник теплового излучения	Расстояние рабочего места от источника излучения в м	Интенсивность теплового облучения в ккал/м <sup>2</sup> /ч	
Камерная электропечь	Печь при плавке металла.	1,5	1800	Сбоку и сверху в сторону печи
Камерная электропечь	Печь при плавке металла.	1,5	1800	Сбоку и сверху в сторону печи
Камерная электропечь	Печь при плавке металла.	1,5	1800	Сбоку и сверху в сторону печи
Камерная электропечь	Печь при плавке металла.	1,5	1800	Сбоку и сверху в сторону печи
Закалочный бак масляный	Бак масляный	1,5	700	Сбоку и сверху в сторону печи
Закалочный бак масляный	Бак масляный	1,5	700	Сбоку и сверху в сторону печи
Шахтная электропечь	Печь при плавке металла.	1,5	1800	Сбоку и сверху в сторону печи
Шахтная электропечь	Печь при плавке металла.	1,5	1800	Сбоку и сверху в сторону печи
Шахтная электропечь	Печь при плавке металла.	1,5	1800	Сбоку и сверху в сторону печи
Шахтная электропечь	Печь при плавке металла.	1,5	1800	Сбоку и сверху в сторону печи
Отпускная шахтная электропечь	Печь при плавке металла.	1,5	1800	Сбоку и сверху в сторону печи
Отпускная шахтная электропечь	Печь при плавке металла.	1,5	1800	Сбоку и сверху в сторону печи
Отпускная шахтная электропечь	Печь при плавке металла.	1,5	1800	Сбоку и сверху в сторону печи

Интенсивность теплового облучения установленного в цеху оборудования приблизительно одинакова. Расчет ведем для камерной электропечи.

В зависимости от категории работы и интенсивности облучения принимаем параметры воздуха для двух периодов года, которые следует обеспечить на рабочем месте ( $v_p, t_p$ ) в соответствии с приложением Г1.

Так как душирующий патрубок находится на некотором расстоянии от рабочего места ( $x=1-2$  м) параметры на выходе из патрубка не равны требуемым параметрам на рабочем месте вследствие перемешивания приточной струи с окружающим воздухом.

В теплый период года температура на выходе из душирующего патрубка ниже температуры приточного воздуха. Поэтому наружный воздух, подаваемый к душирующим патрубкам должен быть охлажден. Так как адиабатическое охлаждение рециркуляционной водой в форсуночной камере является самым дешевым способом снижения температуры воздуха, рационально растёт с проверки возможности получения наружных параметров воздуха для душирования путем обработки наружного воздуха в форсуночной камере адиабатически. Для этого на I-D диаграмме отмечаем точку Н, соответствующую параметрам наружного воздуха в ТП по параметрам А, и через нее проводится линия  $I_n = const$  до 95%. Линия НО изображает адиабатический процесс в форсуночной камере, а  $t_{охл} = 19$  °С – температура воздуха после оросительной камеры.

Определяем отношение разности температур по формуле 25.

$$P_T = \frac{t_{p.з} - t_p}{t_{p.з} - t_o} \quad (25)$$

где  $t_{p.з}$  – температура в рабочей зоне, °С;

$t_p$  – нормируемая температура на рабочем месте, °С;

$t_o$  – температура воздуха на выходе из насадки, °С.

$$P_T = \frac{29-19}{29-19,2} = 1,02 > 1,$$

Значит, следует применять искусственное охлаждение воздуха.

Принимаем к установке душирующий патрубок типа ПДВ-4 [12] находим его расчетные характеристики, сводим их в таблицу 16.

Таблица 16 – Характеристики душирующего патрубка

Воздухораспределитель	Марка	Размеры, мм					Масса, кг	Расчетная площадь, $G_0$ , $M^2$	Коэффициенты			
		d, (bxf)	b <sub>0</sub>	l <sub>0</sub>	L	H			m	n	$\xi$	$\alpha$
Патрубок душирующий	ПДВ-4	400	440	560	–	960	30	0,23	5,1	3,4	1	45

Выбирается тип воздухораспределителя для подачи душирующего воздуха при помощи I-D диаграммы, представленной на рисунке 5.

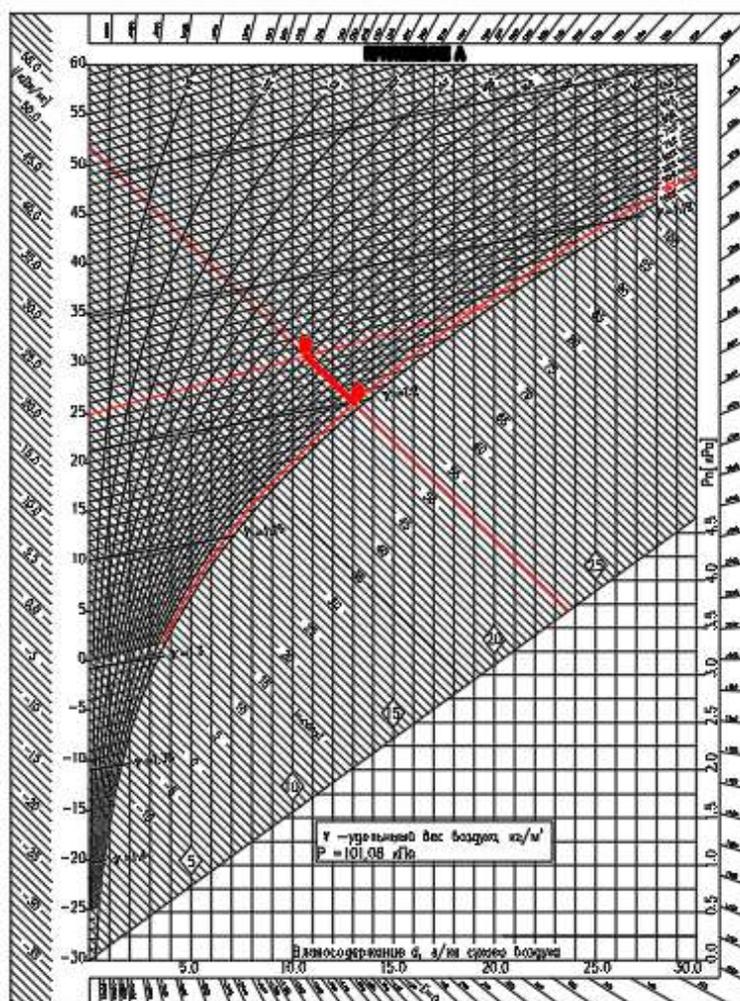


Рисунок 5 – I-D диаграмма

Определяем площадь выходного сечения патрубка  $F_0, \text{м}^2$ , по формуле 26.

$$F_0 = \left(\frac{x}{0,8 \cdot m}\right)^2 \quad (26)$$

$$F_0 = \left(\frac{1,5}{0,8 \cdot 5,1}\right)^2 = 0,135 \text{ м}^2.$$

Принимаем патрубок ПДВ-4 с  $F_0 = 0,23 \text{ м}^2$ .

Определяем скорость движения воздуха  $v_0, \text{м/с}$ , выходящего на выходе из патрубка по формуле при  $\frac{x}{F_0} = \frac{1,5}{0,23} = 6,5 > m = 5,1$  по формуле 27.

$$v_0 = \frac{v_p \cdot x}{0,7 \cdot m \cdot \sqrt{F_0}} \quad (27)$$

$$v_0 = \frac{3,5 \cdot 1,5}{0,7 \cdot 5,1 \cdot \sqrt{0,23}} = 3,07 \text{ м/с}$$

По известному значению  $F_0$  воздухораспределителя и скорости  $v_0$  на выходе из него определяют расход воздуха одним патрубком по формуле 28.

$$L_0 = 3600 \cdot v_0 \cdot F_0 \quad (28)$$

$$L_0 = 3600 \cdot 3,07 \cdot 0,23 = 2542 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Исходя из экономических соображений на всех рабочих местах устанавливаются одни и те же патрубки. По известному числу  $n$  рабочих мест, где нужно применить воздушное душирование, определяется общее количество воздуха для душирования по формулам 29 и 30.

$$L_d = L_0 \cdot n \quad (29)$$

$$G_d = L_d \cdot \rho_0 \quad (30)$$

$$L_d = 2542 \cdot 13 = 33046 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$\text{ТП: } G_d = 33046 \cdot \frac{353}{273+13,7} = 40688 \text{ кг/ч};$$

$$\text{ХП: } G_d = 33046 \cdot \frac{353}{273+16,5} = 40294 \text{ кг/ч};$$

Температуру воздуха  $t_o$ , °С, выходящего из приточного патрубка, при этом определяют по формуле 31.

$$t_o = t_{p.з.} - \frac{(t_{p.з.} - t_p) \cdot x}{0,6 \cdot n \cdot \sqrt{F_o}} \quad (31)$$

$$\text{ТП: } t_o = 25 - \frac{(26-19) \cdot 1,5}{0,6 \cdot 3,4 \cdot \sqrt{0,23}} = 13,2 \text{ °С}$$

$$\text{ХП: } t_o = 18 - \frac{(18-17) \cdot 1,5}{0,6 \cdot 3,4 \cdot \sqrt{0,23}} = 16,5 \text{ °С}$$

Произведём расчет воздухораздающих устройств.

Исходя из планировки цеха принимаем 8 воздухораспределителей типа ВЭПш из цельноштампованных панелей. По исходным данным о расчетном режиме воздухораспределения выбираем потолочный вариант расположения ВЭПш. Определяем количество воздуха, приходящегося на один воздухораспределитель по формуле 32.

$$L_o = \frac{L_{\text{общ}}}{n} \quad (32)$$

$$L_o = \frac{80370}{8} = 10046 \text{ м}^3/\text{ч}$$

В таблице 4 [7] по величинам  $L_o$  и  $\Delta P$  находим размер воздухораспределителя ВЭПш-14, которые при  $L_{уд} = 5000 \text{ м}^3/\text{ч} \cdot \text{м}^2$  обеспечивают  $B_o = 18,3 \text{ м}$  и  $F_{зд} = 335 \text{ м}^2$ .

Проверяем установочные ограничения при заданной  $\Delta t_o$  и принятым  $L_{уд}$  и  $L_o$  кроме того:

$$3 \cdot F_{зд} = 6 \cdot 335 = 2010 \text{ м}^2 > F_{р.з.} = 864,0 \text{ м}^2$$

Пределные значения представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Пределные значения

Пределные значения	Фактические значения
$l \geq 1,3 \cdot \sqrt{10^{-3} \cdot L_0} = 1,3 \cdot \sqrt{11,83} = 4,5 \text{ м}$ $l \leq 5,8 \cdot \sqrt{10^3 \cdot L_0} = 5,8 \cdot \sqrt{11,83} = 19,9 \text{ м}$	$l = 13 \text{ м}$
$l_1 > 0,6 \cdot \sqrt{10^{-3} \cdot L_0} = 0,6 \cdot \sqrt{11,83} = 2,1 \text{ м}$ $l_1 \leq 2,9 \cdot \sqrt{10^{-3} \cdot L_0} = 2,9 \cdot \sqrt{11,83} = 9,9 \text{ м}$	$l_1 = 3,1 \text{ м}$
$l_2 \geq 1 \text{ м}$ $l_2 \leq 5,8 \cdot \sqrt{10^{-3} \cdot L_0} = 5,8 \cdot \sqrt{11,83} = 19,9 \text{ м}$	$l_2 = 3,0 \text{ м}$

Следовательно, выбранные ВЭПШ-14 обеспечивают заданные условия по площади рабочей зоны.

Произведём компоновку систем местной и общеобменной вентиляции.

Местная вентиляция осуществляется шестью механическими и четырьмя естественными системами. Данный по системам приведены в таблице местных отсосов.

Местный приток осуществляется системой П1  $L_1 = 29367 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Общеобменный приток осуществляется системами П2  $L_{П2} = 38760 \text{ м}^3/\text{ч}$  и П3  $L_{П3} = 38760 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Общеобменная вытяжка осуществляется системой В8  $L_{В8} = 7241 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Для подачи и предварительной обработки воздуха подбираем приточные камеры

Система П1: приточная камера 2ПК-20, расход системы  $L_{П1} = 29367 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Оборудуется: приточной секцией с масляными фильтрами, оросительной камерой, утепленным клапаном, калорифером, вентилятором ВЦ4-75№8. Осуществляет воздушное душирование в теплый и холодный периоды года.

Система П2: приточная камера 2ПК-40, расход системы  $L_{П2} = 38760$  м<sup>3</sup>/ч. Оборудуется: приточной секцией с масляными фильтрами, утепленным клапаном, калорифером, вентилятором ВЦ4-75№12,5. Система подает воздух для обеспечения общеобменного притока в холодный период года.

Система П3: Приточная камера 2ПК-40, расход систем  $L_{П3} = 38760$  м<sup>3</sup>/ч. Оборудуется: приточной секцией с масляными фильтрами, утепленным клапаном, калорифером, вентилятором Ц4-75№12,5. Система подает воздух для обеспечения общеобменного притока в холодный период года.

### **3.3 Введение системы рационализации режимов труда и отдыха как одного из технологических приемов нормализации микроклимата**

Введение системы рационализации режимов труда и отдыха является одним из важных факторов для поддержания комфортного микроклимата на рабочем месте. Это связано с тем, что правильно организованный режим работы и отдыха позволяет снизить уровень стресса, усталости и повысить производительность труда.

Рационализация режимов труда и отдыха может включать в себя следующие элементы, представленные ниже.

Разделение рабочего дня на несколько коротких интервалов с короткими перерывами между ними. Это позволяет избежать накопления усталости и поддерживать высокую концентрацию в течение дня.

Соблюдение правил гигиены рабочей среды, таких как поддержание комфортной температуры, влажности и освещенности.

Организация активного отдыха во время перерывов, например, проведение разминок или коротких прогулок на свежем воздухе.

Обучение сотрудников методам саморегуляции и релаксации, которые помогают справиться со стрессом и усталостью [13].

Использование гибких графиков работы, которые позволяют

сотрудникам лучше подстраиваться под свои биоритмы и жизненные обстоятельства.

Проведение регулярных медицинских осмотров для выявления ранних признаков профессиональных заболеваний и принятия своевременных мер по их предотвращению.

Внедрение системы рационализации труда и отдыха также помогает улучшить качество жизни сотрудников, снизить уровень заболеваемости и повысить удовлетворенность работой.

Введение системы рационализации режимов труда и отдыха помогает поддерживать комфортный микроклимат на рабочем месте, снижает уровень стресса и повышает производительность. Это включает разделение рабочего дня на короткие интервалы с перерывами, соблюдение правил гигиены, активный отдых во время перерывов, обучение саморегуляции, использование гибкого графика и проведение медицинских осмотров.

Введение системы рационализации режимов труда и отдыха способствует нормализации микроклимата на рабочем месте и повышению производительности. Это достигается за счет разделения рабочего дня на короткие интервалы, соблюдения правил гигиены, активного отдыха во время перерывов, обучения саморегуляции и использования гибкого графика работы. Кроме того, проведение регулярных медицинских осмотров помогает выявить и предотвратить профессиональные заболевания. Все эти меры способствуют снижению уровня стресса, повышению удовлетворенности работой и улучшению качества жизни сотрудников.

Также важным элементом является использование гибкого графика работы и проведение регулярных медицинских осмотров сотрудников. Все эти меры помогают снизить уровень стресса на рабочем месте, повысить производительность и улучшить качество жизни сотрудников.

Выводы по разделу.

В данном разделе разработаны технологические приемы по обеспечению оптимальных параметров микроклимата посредством

использования естественной и механической вентиляцией, определено необходимое количество воздуха необходимое для подачи в производственное помещение, оценка требуемого воздухообмена для снижения газов в воздухе помещения.

Для подачи и предварительной обработки воздуха подобраны приточные камеры:

Система П1: приточная камера 2ПК-20, расход системы  $L_{П1} = 29367$  м<sup>3</sup>/ч. Оборудуется: приточной секцией с масляными фильтрами, оросительной камерой, утепленным клапаном, калорифером, вентилятором ВЦ4-75№8. Осуществляет воздушное душирование в теплый и холодный периоды года.

Система П2: приточная камера 2ПК-40, расход системы  $L_{П2} = 38760$  м<sup>3</sup>/ч. Оборудуется: приточной секцией с масляными фильтрами, утепленным клапаном, калорифером, вентилятором ВЦ4-75№12,5. Система подает воздух для обеспечения общеобменного притока в холодный период года.

Система П3: приточная камера 2ПК-40, расход систем  $L_{П3} = 38760$  м<sup>3</sup>/ч. Оборудуется: приточной секцией с масляными фильтрами, утепленным клапаном, калорифером, вентилятором Ц4-75№12,5. Система подает воздух для обеспечения общеобменного притока в холодный период года.

## 4 Охрана труда

В соответствии с Приказом Минтруда России от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» составим реестр профессиональных рисков для рабочих мест производственного подразделения (таблица 18).

Таблица 18 – Реестр рисков

Опасность	ID	Опасное событие
Повышенный уровень шума и другие неблагоприятные характеристики шума	20.1	Снижение остроты слуха, тугоухость, глухота, повреждение мембранной перепонки уха, связанные с воздействием повышенного уровня шума и других неблагоприятных характеристик шума
Неприменение СИЗ или применение поврежденных СИЗ, не сертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам СИЗ, СИЗ, не соответствующих выявленным опасностям, составу или уровню воздействия вредных факторов	2.1	Травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных (травмирующих) факторов, от которых защищают СИЗ
Перепад высот, отсутствие ограждения на высоте свыше 5 м	3.2	Падение с высоты или из-за перепада высот в котельной
Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	9.1	Отравление воздушными взвешьями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны

На каждом рабочем месте заполняется Анкета (таблица 19) в соответствии Приказом Минтруда России от 28.12.2021 № 926 «Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков».

Таблица 19 – Анкета

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Слесарь-ремонтник	Механическая опасность	Опасность падения с высоты, в том числе из-за отсутствия ограждения, подскользывании и падении на лестнице, при нештатной ситуации	3	1	3	3	9	Средний
Водитель	Механическая опасность	Опасность раздавливания, в том числе из-за наезда транспортного средства	3	1	2	1	3	Низкий
Оператор термического цеха	Опасность связанная с аномальным состоянием рабочей среды	Опасность вдыхания мелкодисперсной пыли	5	1	5	5	25	Высокий
	Электрическая опасность	Опасность поражения током вследствие прямого контакта с токоведущими частями из-за касания незащищенными частями тела деталей, находящихся под напряжением	3	1	3	3	9	Средний

Необходимо определить оценку вероятности по таблице 20 для идентифицированной опасности.

Таблица 20 – Оценка вероятности

Степень вероятности		Характеристика	Коэффициент, А
1	Весьма маловероятно	- Практически исключено - Зависит от следования инструкции - Нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки	1
2	Маловероятно	- Сложно представить, однако может произойти - Зависит от следования инструкции - Нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки	2
3	Возможно	- Иногда может произойти - Зависит от обучения (квалификации) - Одна ошибка может стать причиной аварии/инцидента/несчастного случая	3
4	Вероятно	- Зависит от случая, высокая степень возможности реализации - Часто слышим о подобных фактах - Периодически наблюдаемое событие	4
5	Весьма вероятно	- Обязательно произойдет - Практически несомненно - Регулярно наблюдаемое событие	5

Необходимо определить оценку тяжести последствия по таблице 21 для идентифицированной опасности.

Таблица 21 – Оценка степени тяжести последствий

Тяжесть последствий		Потенциальные последствия для людей	Коэффициент, U
5	Катастрофическая	- Групповой несчастный случай на производстве (число пострадавших 2 и более человек); - Несчастный случай на производстве со смертельным исходом; - Авария; - Пожар;	5

Продолжение таблицы 21

Тяжесть последствий		Потенциальные последствия для людей	Коэффициент, U
4	Крупная	- Тяжелый несчастный случай на производстве (временная нетрудоспособность более 60 дней); - Профессиональное заболевание. - Инцидент	4
3	Значительная	- Серьезная травма, болезнь и расстройство здоровья с временной утратой трудоспособности продолжительностью до 60 дней; - Инцидент	3
2	Незначительная	- Незначительная травма - микротравма (легкие повреждения, ушибы), оказана первая медицинская помощь. - Инцидент, - Быстро потушенное загорание.	2
1	Приемлемая	- Без травмы или заболевания; - Незначительный, быстроустраняемый ущерб	1

Посчитаем по формуле 33 количественную оценку риска.

$$R=A \cdot U \text{ – оценка риска} \quad (33)$$

где A – коэффициент вероятности;

U – коэффициент тяжести последствий.

Оценка риска, R:

- 1-8 (низкий);
- 9-17 (средний);
- 18-25 (высокий).

Определим стратегии для сокращения высокого уровня профессиональных рисков на рабочем месте.

Стратегии для уменьшения риска, вызванного возможностью вдыхания мелкой пыли, могут включать следующие шаги:

- использование средств индивидуальной защиты (СИЗ) [19]. Это

включает в себя обязательное ношение респираторов, защитных очков и перчаток. Выбор конкретного типа респиратора зависит от вида пыли и ее свойств;

- улучшение условий труда. Необходимо обеспечить хорошую вентиляцию рабочего места, особенно при работе с пылью. Также следует регулярно проводить влажную уборку и чистку рабочих поверхностей;
- соблюдение правил безопасности. Работники должны быть обучены правилам работы с мелкодисперсной пылью и знать о потенциальных рисках для здоровья;
- регулярное медицинское обследование. Работники, которые работают с мелкодисперсными пылями, должны проходить регулярные медицинские осмотры, чтобы выявить возможные проблемы со здоровьем на ранних стадиях;
- контроль за качеством воздуха на рабочем месте. Необходимо установить систему мониторинга качества воздуха, чтобы контролировать содержание пыли в воздухе и принимать меры при превышении допустимых норм;
- обучение персонала. Работники должны знать о возможных рисках и способах их предотвращения. Это может включать обучение по использованию СИЗ и соблюдению правил безопасности;
- создание безопасных условий работы.

#### Выводы

В данном разделе составлен реестр профессиональных рисков для рабочих мест производственного подразделения, проведена идентификация опасностей, которые могут возникнуть при выполнении технологических операций (видов работ) на выбранных для анализа рабочих местах.

Посчитана количественная оценка риска.

Определены мероприятия по устранению высокого уровня профессионального риска на рабочем месте.

## 5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Антропогенная нагрузка термического цеха может включать различные факторы, такие как выбросы парниковых газов, загрязнение воздуха и воды, шум, вибрация и световое загрязнение. Каждый из этих факторов может оказывать различное влияние на окружающую среду и здоровье людей.

Основные источники загрязнения в термическом цехе включают:

- выбросы парниковых газов от использования топлива для производства энергии;
- загрязнение воздуха из-за выбросов пыли, газов и паров от производственных процессов;
- шум и вибрация от оборудования и процессов.

Определим антропогенную нагрузку организации, технологического процесса на окружающую среду. Для этого составим таблицу 22.

Таблица 22 – Антропогенная нагрузка на окружающую среду

Наименование объекта	Подразделение	Воздействие на атмосферный воздух	Воздействие на водные объекты (сбросы, перечислить виды сбросов)	Отходы (перечислить виды отходов)
ООО «Плазма»	Производство	-	Сточные воды промышленные, сточные воды бытовые	Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные утратившие потребительские свойства; обтирочный материал, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 15%); отходы минеральных масел моторных; отходы минеральных масел трансмиссионных; аккумуляторы свинцовые, отработанные в сборе, без электролита
Количество в год		-	6000 м <sup>3</sup>	560 т

Для снижения антропогенной нагрузки термического цеха можно предпринимать следующие меры:

- использование более экологически чистых источников энергии, таких как солнечная или ветровая энергия;
- улучшение систем очистки выбросов, чтобы уменьшить загрязнение воздуха;
- установка шумопоглощающих экранов и улучшение звукоизоляции оборудования;
- внедрение энергосберегающих технологий и использование возобновляемых источников энергии.

Определим соответствуют ли технологии на производстве наилучшим доступным. Данные сведем в таблицу 23.

Таблица 23 – Сведения о применяемых на объекте технологиях

Структурное подразделение (площадка, цех или другое)		Наименование технологии	Соответствие наилучшей доступной технологии
Номер	Наименование		
ООО «Плазма»	Производство	Очистка воздуха	Соответствует

Проведен контроль состояния атмосферного воздуха в цехе ООО «Плазма». Из вредных веществ в атмосферном воздухе выявлены содержание углерода и взвешенных веществ.

В результате проведения контроля в области охраны атмосферного воздуха составлена таблица 24.

Результаты производственного контроля в области охраны и использования водных объектов. Сточные воды ООО «СТД» попадают в городскую канализацию, собственных очистных сооружений объект не имеет.

Результаты производственного контроля в области обращения с отходами.

Таблица 24 – Результаты контроля стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Структурное подразделение (площадка, цех или другое)		Источник		Наименование загрязняющего вещества	Предельно допустимый выброс или временно согласованный выброс, мг/м <sup>3</sup>	Фактический выброс, мг/м <sup>3</sup>	Превышение предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса в раз (гр. 8 / гр. 7)	Дата отбора проб	Общее количество случаев превышения предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса	Примечание
Номер	Наименование	Номер	Наименование							
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Цех	Погрузчик	Механический цех	Углерода оксид	5	4,7	-	10.2023	-	-
1	Цех	Производственное оборудование	-	Взвешенные вещества	0,3	0,78	2,5 раза	10.2023	-	-
Итого	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

«Анализ отходов производства является важной частью управления экологической устойчивостью и эффективности предприятия. Отходы производства могут включать различные материалы и вещества, которые образуются в процессе производственных операций. Рассмотрим некоторые из типичных отходов производства.

**Органические отходы.** Это могут быть остатки продуктов питания, растительные отходы, остатки от переработки сельскохозяйственных продуктов и другие органические материалы. Анализ таких отходов позволяет определить возможности их переработки или использования в целях снижения отрицательного воздействия на окружающую среду.

**Твердые отходы.** Включают в себя отходы упаковки, пластиковые изделия, стекло, бумагу и картон, металлические отходы и другие твердые материалы, которые образуются в процессе производства. Анализ таких отходов помогает выявить возможности их рециклирования, повторного использования или утилизации.

**Химические отходы.** Это могут быть различные химические вещества, использованные в процессе производства, такие как растворители, кислоты, щелочи, красители и другие химикаты. Анализ химических отходов необходим для определения их классификации, обработки и безопасного утилизации.

**Отходы воды:** Вода, используемая в производственных процессах, может содержать загрязнения и химические вещества. Анализ отходов воды позволяет определить уровень загрязнения и принять меры по очистке и утилизации сточных вод» [16].

Все сведения об обращении с отходами представлены в таблице 25.

Таблица 25 – Сведения об образовании, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления за отчетный год 2022 г.

Наименование видов отходов	ФККО	Класс опасности отходов	Наличие отходов на начало года, тонн		Образовано отходов, тонн	Получено отходов от других индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, тонн	Утилизировано отходов, тонн	Обезврежено отходов, тонн
			Хранение	Накопление				
Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства	4 71 101 01 52 1	1	-	0,00336	0,00336	-	-	-
Аккумуляторы свинцовые	9 20 110 02 52 3	1	-	0,7575	0,7575	-	-	-
Изделия из волокон, загрязненные нефтью или нефтепродуктами	9 19 204 02 60 4	1	-	0,03683	0,03683	-	-	-

Продолжение таблицы 25

Передано отходов другим индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам, тонн							
Всего	для обработки	для утилизации	для обезвреживания	для хранения	для захоронения		
11	12	13	14	15	16		
0,83793	-	-	0,8011	-	0,03683		
Размещено отходов на эксплуатируемых объектах, тонн						Наличие отходов на конец года, тонн	
Всего	Хранение на собственных объектах размещения отходов, далее - ОРО		Захоронение на собственных ОРО	Хранение на сторонних ОРО	Захоронение на сторонних ОРО	Хранение	Накопление
17	18		19	20	21	22	23
-	0,83793		-	-	-	-	-

«Проанализировав литературные источники, можно предложить отведение специальных мест для временного хранения отходов. Для ТКО и ветоши предполагается раздельное хранение в закрытых металлических контейнерах, исключающих их случайное возгорание» [21].

Вывод по разделу

«В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность», который является пятой частью выпускной квалификационной работы, была проведена оценка антропогенной нагрузки, которую организация и ее технологический процесс оказывают на окружающую среду.

Были изучены различные технологии, используемые в производстве, и были сделаны выводы о их соответствии лучшим доступным практикам» [21, 23]. Были оформлены результаты производственного контроля в области охраны атмосферного воздуха, результаты производственного контроля в области охраны и использования водных объектов, а также результаты производственного контроля в области обращения с отходами.

## **6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях**

Изучим возможные аварийные и чрезвычайные происшествия, которые могут случиться на ООО «Плазма».

В процессе работы на строительном объекте могут произойти неожиданные аварии и экстренные ситуации, которые несут опасность для работников и окружающей среды. Некоторые из обычных аварий и экстренных ситуаций, которые могут произойти на строительной площадке, включают:

Падения с высоты – это одно из самых частых происшествий на стройке. Рабочие могут упасть со строительных лесов, лесов, подъемных рабочих платформ и других конструкций на высоте.

Обвалы строительных конструкций – могут произойти из-за некачественных строительных материалов, неправильных соединений или недостаточной прочности конструкций.

В результате могут обрушиться стены, потолки и другие элементы здания.

«Пожары и взрывы: нарушение правил пожарной безопасности, неправильное хранение легковоспламеняющихся материалов или использование неправильного оборудования может вызвать пожары и взрывы на стройплощадке.

Утечки опасных веществ: неправильное обращение с химическими веществами, топливом или другими опасными материалами может привести к их утечкам или разливам, создавая опасность для здоровья работников и окружающей среды.

Составим таблицу 26 ПВР для персонала объекта (выбрать ближайшие из списка рекомендуемых ТП РСЧС муниципального/территориального образования) с учетом возможного количества эвакуируемых лиц на объекте» [14].

Таблица 26 – Перечень пунктов временного размещения и расчет приема эвакуируемого населения из объекта

Номер ПВР	Наименование организаций (учреждений), развертывающих пункты временного размещения	Адрес расположения, телефон	Количество предоставляемых мест	
			Посадочных мест	Койко-мест
г. Норильск				
4	Муниципальное автономное учреждение «Дворец культуры имени 1 Мая»	660014, г. Норильск, ул. Юности, 16, т. 264-15-92	бальный зал – 250 кв. м на 83 чел., зал дискотеки – 300 кв. м на 100 чел., два зала хореографии по 200 кв. м на 133 чел., фойе – 300 кв. м на 100 чел., итого: 1 250 кв. м на 416 чел.	92
7	Муниципальное бюджетное образовательное учреждение «Средняя школа № 10 с углубленным изучением отдельных предметов им. академика Ю.А. Овчинникова»	660017, г. Норильск, ул. Ленина, 114, т. 211-32-59	два спортивных зала: большой зал – 540 кв. м на 180 чел., малый зал – 196 кв. м на 64 чел., кабинет № 101 – 48,6 кв. м на 16 чел., кабинет № 102 – 66,8 кв. м на 22 чел., итого: 851,4 кв. м на 283 чел.	88

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией для ООО «Плазма» являются пожары. На предприятии эксплуатируется множество электрооборудования, неправильное обращение с которым может привести к короткому замыканию, которое может вызвать возгорание. Также на предприятии проводятся сварочные работы с применением огня, и при несоблюдении правил безопасности или неправильном обращении с оборудованием также может возникнуть угроза пожара.

Для предотвращения аварий и чрезвычайных ситуаций на строительной площадке необходимо строго соблюдать правила пожарной безопасности, регулярно проверять оборудование и инфраструктуру, обучать сотрудников мерам безопасности и поддерживать эффективную систему аварийного реагирования и готовности к чрезвычайным ситуациям.

Составим таблицу 27 с перечнем основных мероприятий, выполняемых конкретными службами и должностными лицами объекта (организации) при ЧС.

Таблица 27 – Действия персонала объекта при ЧС

«Наименование подразделения (службы) объекта»	Должность исполнителя	Действия при ЧС
Вахта	Дежурный вахтер	Включение общезаводской сигнализации, оповещение руководства, вызов служб ПЧ
Производство	Первый обнаруживший пожар	Включение сигнализации, оповещение руководства
Производство	Главный инженер	Отключение электричества, оповещение персонала об эвакуации, организация эвакуации, встреча ПСЧ
Производство	Руководители СП	оповещение персонала об эвакуации, организация эвакуации своего СП» [15]

«В ООО «Плазма» функция разработки Плана возложена на

генерального директора в соответствии с Федеральным законом О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (№ 68-ФЗ от 21 декабря 1994 г.)» [8], [9].

Выводы по разделу.

«Таким образом, в данном разделе «Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях» разработан для объекта защиты (организации) план действий по предупреждению и ликвидации ЧС организаций.

Для предотвращения аварий и чрезвычайных ситуаций на строительном предприятии необходимо строго соблюдать правила безопасности, проводить регулярные проверки оборудования и инфраструктуры, обучать работников вопросам безопасности и поддерживать эффективную систему аварийной готовности и реагирования на чрезвычайные ситуации» [15].

## 7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

При исследовании обстановки на рабочем месте термиста был создан план для улучшения условий работы, техники безопасности и производственной защиты на рабочем участке. Определенные угрозы и отрицательные факторы на рабочем месте могут повлиять на сотрудника главным образом при нарушении им инструкций по выполнению операций по использованию и техническому обслуживанию оборудования цеха или в случае аварии в помещениях цеха, сопровождающейся выбросом либо отравляющих веществ, либо пыли. План мероприятий:

- в качестве мер по защите работников цеха внедряется дистанционный контроль и управление оборудованием;
- осуществляется внедрение вентиляционных систем – общеобменной и местных, «воздушного душа».

План реализации данных мероприятий представлен в таблице 28.

Таблица 28 – План мероприятий по снижению профессиональных рисков и повышению условий и охраны труда в термическом цехе

Мероприятие	Цель	Дата
Проведение мероприятий по внедрению общеобменной вентиляции	Внедрение вентиляционных систем позволит привести рабочие места к оптимальным параметрам микроклимата, а значит уменьшить число заболеваний, несчастных случаев на рабочих местах	2023
Внедрение местных отсосов для рабочих мест		2023
Внедрение «воздушного душа» для рабочих		2023

Эффект от внедрения мероприятий: предложенные мероприятия позволят снизить величину страховых взносов исследуемого предприятия по

обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве, так как внедрение вентиляционных систем позволит привести рабочие места к оптимальным параметрам микроклимата, а значит уменьшить число заболеваний, несчастных случаев на рабочих местах.

Смета затрат на реализацию мероприятия приведена в таблице 29.

Таблица 29 – Смета затрат на реализацию мероприятий

Виды работ	Стоимость, руб.
Проведение мероприятий по внедрению общеобменной вентиляции	1560000
Внедрение местных отсосов для рабочих мест	180000
Внедрение «воздушного душа» для рабочих	120000
Итого:	1560000

Рассчитаем величину скидки к страховому тарифу по обязательному социальному страхованию на рабочих местах. Расчет размера скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве. Данные для расчетов скидок и надбавок представлены в таблице 30.

Таблица 30 – Данные для расчетов скидок и надбавок

Показатель	усл. обоз.	ед. изм.	2020	2021	2022
«Среднесписочная численность работающих ООО «Плазма» (с учетом привлекаемых по срочным договорам на вахту)	N	чел	56	56	56
Количество страховых случаев за год	K	шт.	1	0	0
Количество страховых случаев за год, исключая со смертельным исходом	S	шт.	1	0	0
Число дней временной нетрудоспособности в связи со страховым случаем	T	дн	20	0	0

Продолжение таблицы 30

Показатель	усл. обоз.	ед. изм.	2020	2021	2022
Сумма обеспечения по страхованию	О	руб.	100000	0	0
Фонд заработной платы за год	ФЗП	руб.	76000000	760000000	760000000
Число рабочих мест, на которых проведена аттестация рабочих мест по условиям труда	qii	шт.	-	-	56
Число рабочих мест, подлежащих специальной оценке условий труда	qi2	шт.	-	-	56
Число рабочих мест, отнесенных к вредным и опасным классам условий труда по результатам аттестации	q13	шт.	-	-	10
Число работников, прошедших обязательные медицинские осмотры	q21	чел	-	-	56
Число работников, подлежащих направлению на обязательные медицинские осмотры» [22]	q22	чел	-	-	56

«Показатель  $a_{стр}$  – отношение суммы обеспечения по страхованию в связи со всеми произошедшими у страхователя страховыми случаями к начисленной сумме страховых взносов» [10].

«Показатель  $a_{стр}$  рассчитывается по следующей формуле 34 » [22]:

$$a_{стр} = \frac{O}{V}, \quad (34)$$

где  $O$  – сумма обеспечения по страхованию, произведенного за три года, (руб.);

$V$  – сумма начисленных страховых взносов за три года, (руб.)

Сумма начисленных страховых взносов за три года, предшествующих текущему рассчитывается по формуле 35.

$$V = \sum \text{ФЗП} \cdot t_{стр}, \quad (35)$$

где  $t_{\text{стр}}$  – страховой тариф на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, %;

ФЗП – фонд заработной платы за год, (руб.).

$$V = \sum 76000000 \times 0,013 = 988000 \text{ руб.}$$

$$a_{\text{стр}} = \frac{100000}{988000} = 0,101.$$

«Показатель  $b_{\text{стр}}$  – количество страховых случаев у страхователя, на тысячу работающих» [22].

«Показатель  $b_{\text{стр}}$  рассчитывается по следующей формуле 36» [22]:

$$b_{\text{стр}} = \frac{K \cdot 1000}{N}, \quad (36)$$

«где  $K$  – количество случаев, признанных страховыми за три года, предшествующих текущему» [22];

« $N$  – среднесписочная численность работающих за три года, предшествующих текущему (чел.)» [22];

$$b_{\text{стр}} = \frac{1 \cdot 1000}{56} = 17,86$$

«Показатель  $c_{\text{стр}}$  – количество дней временной нетрудоспособности у страхователя на один несчастный случай, признанный страховым, исключая случаи со смертельным исходом.

Показатель  $c_{\text{стр}}$  рассчитывается по следующей формуле 37» [22]:

$$c_{\text{стр}} = \frac{T}{S}, \quad (37)$$

где «Т – число дней временной нетрудоспособности в связи с несчастными случаями, признанными страховыми, за три года, предшествующих текущему;

S – количество несчастных случаев, признанных страховыми, исключая случаи со смертельным исходом, за три года, предшествующих текущему» [22].

$$c_{\text{стр}} = \frac{20}{1} = 20,$$

«Коэффициент проведения специальной оценки условий труда у страхователя q1.

Коэффициент q1 рассчитывается по следующей формуле 38» [22]:

$$q1 = (q11 - q13)/q12, \quad (38)$$

где «q11 – количество рабочих мест, в отношении которых проведена специальная оценка условий труда на 1 января текущего календарного года организацией, проводящей специальную оценку условий труда, в установленном законодательством Российской Федерации порядке;

q12 – общее количество рабочих мест;

q13 – количество рабочих мест, условия труда на которых отнесены к вредным или опасным условиям труда по результатам проведения специальной оценки условий труда» [22].

$$q1 = \frac{56 - 10}{56} = 0,82$$

«Коэффициент проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров у страхователя q2.

Коэффициент q2 рассчитывается по следующей формуле 39» [22]:

$$q2 = \frac{q21}{q22}, \quad (39)$$

где «q<sub>21</sub> – число работников, прошедших обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами на 1 января текущего календарного года;

q<sub>22</sub> – число всех работников, подлежащих данным видам осмотра, у страхователя» [22].

$$q2 = \frac{56}{56} = 1$$

Рассчитаем скидку на страхование работников по формуле 40:

$$C(\%) = \left\{ 1 - \frac{\left( \frac{a_{\text{стр}}}{a_{\text{взд}}} + \frac{b_{\text{стр}}}{b_{\text{взд}}} + \frac{c_{\text{стр}}}{c_{\text{взд}}} \right)}{3} \right\} \cdot q1 \cdot q2 \cdot 100, \quad (40)$$

$$C(\%) = \left\{ 1 - \frac{\left( \frac{0,101}{0,16} + \frac{17,86}{81,59} + \frac{20}{77,35} \right)}{3} \right\} \cdot 0,82 \cdot 1 \cdot 100 = 44,6$$

Так как скидка не может быть более 40%, то принимаем скидку на страхование работников ООО «Плазма» – 40 %.

«Рассчитываем размер страхового тарифа на следующий год с учетом скидки или надбавки по формуле 41» [22]:

$$t_{\text{стр}}^{2022} = t^{2021} - t^{2021} \cdot C \quad (41)$$

$$t_{\text{стр}}^{2022} = 1,3 - 1,3 \cdot 0,4 = 0,78$$

«Рассчитываем размер страховых взносов по новому тарифу в следующем году по формуле 42» [22]:

$$V^{2022} = \PhiЗП^{2022} \cdot t_{\text{стр}^{2022}}, \quad (42)$$

$$V^{2021} = 76000000 \cdot 0,013 = 988000 \text{ руб.},$$

$$V^{2022} = 76000000 \cdot 0,0054 = 410400 \text{ руб.},$$

«Определяем размер экономии (роста) страховых взносов в следующем году по формуле 43» [22]:

$$\mathcal{Э} = V^{2022} - V^{2021}, \quad (43)$$

$$\mathcal{Э} = 988000 - 410400 = 577600 \text{ руб.}$$

«Оценка снижения уровня травматизма, профессиональной заболеваемости по результатам выполнения плана мероприятий по улучшению условий, охраны труда и промышленной безопасности.

Таким образом, за счет реализации предложенного плана мероприятий сможет сэкономить на уплате страховых взносов 577600 руб.

Рассчитаем социально-экономическую эффективность при установке сигнализаторов загазованности в котельной. Данные для расчета социально-экономической эффективности мероприятий по обеспечению безопасности труда представлены в таблице 31» [22].

Таблица 31 – Данные для расчета социально-экономической эффективности мероприятий по обеспечению безопасности труда

Наименование показателя	Усл. обозн.	Ед-измер.	Данные	
			до	после
Численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям	Ч	чел.	2	0
Годовая среднесписочная численность работников	ССЧ	чел.	56	56
Число единиц производственного оборудования, не соответствующего требованиям безопасности	М	шт.	3	0

Продолжение таблицы 31

Наименование показателя	Усл. обозн.	Ед-измер.	Данные	
			до	после
Количество производственных помещений, которые не отвечающих требованиям безопасной их эксплуатации до и после внедрения мероприятий	К	шт.	3	0
Плановый фонд рабочего времени в днях	Фплан	дни	236	236
Ставка рабочего	Т <sub>чс</sub>	руб/час.	460	460
Коэффициент доплат	$k_{допл}$	%	16	10
Продолжительность рабочей смены	Т	час	8	8
Количество рабочих смен	S	шт	1	1

Оценка снижения уровня травматизма, профессиональной заболеваемости по результатам выполнения плана мероприятий по улучшению условий, охраны труда и промышленной безопасности.

«Рассчитаем показатели санитарно-гигиенической эффективности мероприятий по охране труда по формулам, представленным ниже» [22].

«Увеличение количества производственного оборудования ( $\Delta M$ ), соответствующего требованиям безопасности определим по формуле 44» [22]:

$$\Delta M = \frac{M_1 - M_2}{M} \cdot 100\%, \quad (44)$$

где « $M_1$ ,  $M_2$  – число единиц производственного оборудования, не соответствующего требованиям безопасности до и после внедрения мероприятий, шт.;

$M$  – общее количество единиц производственного оборудования, шт.» [22];

$$\Delta M = \frac{3 - 0}{3} \cdot 100\% = 100\%$$

«Увеличение числа производственных помещений ( $\Delta B$ ), отвечающих

требованиям безопасной их эксплуатации определим по формуле 45» [22]:

$$\Delta B = \frac{B_1 - B_2}{B} \cdot 100\%, \quad (45)$$

«где  $B_1$ ,  $B_2$  – количество производственных помещений, которые не отвечающих требованиям безопасной их эксплуатации до и после внедрения мероприятий, шт.;

$B$  – общее число производственных помещений, шт.» [22].

$$\Delta B = \frac{3 - 0}{3} \cdot 100\% = 100\%$$

«Сокращение количества рабочих мест ( $\Delta K$ ), условия труда на которых не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям определим по формуле 46» [22]:

$$\Delta K = \frac{K_1 - K_2}{K_3} \cdot 100\%, \quad (46)$$

«где  $K_1$ ,  $K_2$  – количество рабочих мест, условия труда на которых не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям до и после проведения мероприятий, шт.;

$K_3$  – общее количество рабочих мест, шт.» [22].

$$\Delta K = \frac{2 - 0}{834} \cdot 100\% = 0,24\%$$

«Уменьшение численности занятых ( $\Delta Ч$ ), работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям определим по формуле 47» [24]:

$$\Delta Ч = \frac{Ч_1 - Ч_2}{ССЧ} \cdot 100\%, \quad (47)$$

«где  $Ч_1$ ,  $Ч_2$  – численность занятых, работающих в условиях, которые не

отвечают нормативно-гигиеническим требованиям до и после внедрения мероприятий, чел.;

ССЧ – годовая среднесписочная численность работников, чел.» [22].

$$\Delta Ч = \frac{2 - 0}{56} \cdot 100\% = 3,6 \%$$

«Среднедневная заработная плата определяется по формуле 48» [24]:

$$ЗПЛ_{дмб} = \frac{T_{чсб} \cdot T \cdot S \cdot (100 + k_{доп})}{100}, \quad (48)$$

где « $T_{чсб}$  – часовая тарифная ставка, (руб/час);

$k_{доп}$  – коэффициент доплат за условия труда, (%)

$T$  – продолжительность рабочей смены, (час).

$S$  – количество рабочих смен» [22]

$$ЗПЛ_{днб} = \frac{460 \cdot 8 \cdot 1 \cdot (100 + 16)}{100} = 4269,0 \text{ руб.},$$

$$ЗПЛ_{днн} = \frac{460 \cdot 8 \cdot 1 \cdot (100 + 10)}{100} = 4048,0 \text{ руб.},$$

«Среднегодовая заработная плата определяется по формуле 49» [22]:

$$ЗПЛ_{год}^{осн} = ЗПЛ_{дн} \cdot \Phi_{пл}, \quad (49)$$

«где  $ЗПЛ_{дн}$  – среднедневная заработная плата одного работающего (рабочего), (руб).

$\Phi_{пл}$  – плановый фонд рабочего времени 1 основного рабочего, (дн.)» [22].

$$ЗПЛ_{годб}^{осн} = 4269 \cdot 236 = 1007484 \text{ руб.};$$

$$ЗПЛ_{годн}^{осн} = 4048 \cdot 236 = 955328 \text{ руб.}$$

«Годовая экономия за счет уменьшения затрат на выплату льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда рассчитывается по формуле 50» [22]:

$$\mathcal{E}_3 = \Delta C_i \cdot ЗПЛ_{год}^b \cdot Ч_i^n \cdot ЗПЛ_{год}^n, \quad (50)$$

«где ЗПЛ<sub>дн</sub> – среднедневная заработная плата одного работающего (рабочего), (руб.)

Ф<sub>план</sub> – плановый фонд рабочего времени 1 основного рабочего, (дн.).

ЗПЛ<sub>год</sub> – среднегодовая заработная плата работника, (руб.)

Ч<sub>1</sub>, Ч<sub>2</sub> – численность работников, (чел.)» [22].

Так как годовая экономия за счет уменьшения затрат на выплату льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда будет исходить только от разности доплат а работу в неблагоприятных условиях труда принимаем, количество работников одинаковым.

$$\mathcal{E}_3 = 2 \cdot 1007484 - 2 \cdot 955328 = 104312 \text{ руб.}$$

«Общий годовой экономический эффект (Эг) от мероприятий по улучшению условий труда представляет собой экономию приведенных затрат от внедрения данных мероприятий рассчитывается по формуле 51» [22]:

$$\mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_{стр} + \mathcal{E}_3, \quad (51)$$

$$\mathcal{E}_2 = 577600 + 104312 = 681912 \text{ руб.}$$

Далее выполним расчет экономического эффекта от реализации предложенного плана мероприятий в производственных помещениях ООО «Плазма».

Оценка экономического эффекта определяется по формуле 52:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_2 / Z_{ед} \quad (52)$$

«где  $Z_{ед}$  – единовременные затраты на проведение мероприятий по улучшению условия труда, руб» [22].

$$\mathcal{E}_2 = 681912 / 1560000 = 0,437$$

«Коэффициент экономической эффективности – это величина, обратная сроку окупаемости рассчитывается по формуле 53» [22].

$$T_e = \frac{Z_{ед}}{\mathcal{E}_2} \quad (53)$$

$$T_e = \frac{1860000}{1178088} = 1,6 \text{ года.}$$

«Коэффициент экономической эффективности затрат рассчитывается по формуле 54» [22]:

$$E = \frac{1}{T_e} \quad (54)$$

$$E = \frac{1}{1,6} = 0,63 \text{ год}^{-1}.$$

Выводы по разделу

«Реализации предложенного плана мероприятий экономически выгодно для производственного помещения ООО «Плазма». За счет реализации предложенного плана мероприятий в производственном помещении можно сэкономить на уплате страховых взносов 681912 рублей ежегодно, а срок окупаемости мероприятий составит 1,6 года» [22].

## Заключение

Достигнута цель работы – анализ и разработка технических мероприятий по нормализации микроклимата производственных помещений ООО «Плазма».

В первом разделе на основании анализа литературных данных и нормативно-правовых документов изучены санитарно-гигиенические требования к параметрам микроклимата в производственных помещениях в зависимости от выполняемых работ.

Во втором разделе изучено влияние параметров производственного микроклимата на физиологические функции организма, осуществлена оценка методов исследования и гигиенической оценки параметров производственного микроклимата, идентифицированы вредные и/или опасные вещества, выделяющиеся при протекании технологических процессов, приведена характеристика категорий выполняемых на производстве работ, рассчитана кратность воздухообмена общеобменной механической вентиляции в производственном помещении, в воздухе рабочей зоны.

В третьем разделе разработаны технологические приемы по обеспечению оптимальных параметров микроклимата посредством использования естественной и механической вентиляцией, определено необходимое количество воздуха необходимое для подачи в производственное помещение, оценка требуемого воздухообмена для снижения газов в воздухе помещения.

В четвертом разделе представлен реестр профессиональных рисков для рабочих мест производственного подразделения (3-5), проведена идентификация опасностей, которые могут возникнуть при выполнении технологических операций (видов работ) на выбранных для анализа рабочих местах, составлена анкета и количественная оценка риска.

В пятом разделе оформлены результаты производственного контроля в области охраны атмосферного воздуха, результаты производственного контроля в области охраны и использования водных объектов, результаты производственного контроля в области обращения с отходами.

В шестом разделе разработан для объекта защиты (организации) план действий по предупреждению и ликвидации ЧС.

В седьмом разделе выполнена оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Реализации предложенного плана мероприятий экономически выгодно для производственного помещения ООО «Плазма». За счет реализации предложенного плана мероприятий в производственном помещении можно сэкономить на уплате страховых взносов 681912 рублей ежегодно, а срок окупаемости мероприятий составит 1,6 года.

## Список используемых источников

1. Беляева В.И. Расчет средств обеспечения безопасности труда: учебное пособие/ В.И. Беляева. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2018. – 87 с.
2. Брюхань Ф. Ф. Промышленная экология: Учебник / Ф.Ф. Брюхань, М.В. Графкина, Е.Е. Сдобнякова. – М.: Форум, 2019. – 208 с.
3. Безопасность труда на производстве. [Электронный ресурс]. – URL: <https://studfiles.net/preview/4167981/> (дата обращения 07.09.2023).
4. Горина Л. Н. Техносферная безопасность. Выполнение выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы). Уч.-метод.пособие. Тольятти: изд-во ТГУ, 2023. 47 с.
5. ГОСТ 12.0.003-2015 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» (ред. 01.03.2023). [Электронный ресурс] – URL:<http://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения: 10.08.2023).
6. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
7. ГОСТ Р 51569-2000. Пыль инертная. Технические требования. [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200140579> (дата обращения 20.09.2023).
8. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (ред. 01.11.2015) [Электронный ресурс] – URL:<http://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения: 10.08.2023).
9. ГОСТ Р 54578-2011. Воздух рабочей зоны. Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия. Общие принципы гигиенического контроля и оценки воздействия). [Электронный ресурс] – URL:<http://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения: 10.08.2023).

10. Об утверждении Методики расчета скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний [Электронный ресурс]: Приказ Минтруда России от 01.08.2012 № 39н. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902363899> (дата обращения: 05.09.2023).

11. Кукин П. П., Лапин В. Л., Пономарев Н. Л. и др. Безопасность жизнедеятельности. Производственная безопасность и охрана труда: Учеб. пособие для студентов средних проф. учеб. заведений. 2-е изд., испр. и доп. М.: Высш. шк, 2017. 439 с.

12. Меры улучшения условий труда при модернизации технологических процессов. [Электронный ресурс] – URL: <http://webses.info/publ/98-1-0-631>(дата обращения: 04.09.2023).

13. Методические рекомендации по разработке инструкций по охране труда (утв. Минтрудом РФ 13 мая 2004 г.). [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200114334> (дата обращения 07.09.2023).

14. Методические рекомендации по организации первоочередного жизнеобеспечения населения в чрезвычайных ситуациях и работы пунктов временного размещения пострадавшего населения (утв. МЧС России 25.12.2013 N 2-4-87-37-14) [Электронный ресурс]. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293772/4293772230.htm> (дата обращения 22.07.2023).

15. Методические рекомендации по планированию, подготовке и проведению эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы (утв. МЧС РФ). [Электронный ресурс] – URL:<http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=259397&fld=134&dst=1000000001,0&rnd=0.7290090968457428#09846594734999157> (дата обращения: 15.08.2023).

16. Об утверждении Методических указаний о порядке разработки плана локализации и ликвидации аварийных ситуаций на химико-

технологических объектах. [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901859458> (дата обращения 18.08.2023).

17. Основные проблемы в практическом подходе к оценке рисков в области охраны труда/ Исхакова Е. А., Вторушина А. Н.// Энергетика: Эффективность, надежность, безопасность: материалы XXI всероссийской научно-технической конференции / Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во «Скан», 2018. - 2 Т. - С. 197 – 199.

18. Приказ Минтруда РФ от 31.01.2022 г. № 37 «Об утверждении рекомендаций по структуре службы охраны труда в организации и по численности работников службы охраны труда». (ред. 01.03.2022) [Электронный ресурс]. – URL: <https://legalacts.ru/doc/postanovlenie-mintruda-rf-ot-08022000-n-14/> (дата обращения 16.09.2023).

19. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29.10.2021 г. № 766н «Об утверждении правил обеспечения работников средствами индивидуальной защиты и смывающими средствами» (ред. 01.09.2021) [Электронный ресурс]. – URL: [https://base.spinform.ru/show\\_doc.fwx?rgn=29014](https://base.spinform.ru/show_doc.fwx?rgn=29014) (дата обращения 16.08.2023).

20. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 31.12.2020 г. № 1420н «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда» (ред. 31.12.2020) [Электронный ресурс]. – URL: <https://base.garant.ru/12191202/> (дата обращения 16.08.2023).

21. Приказ Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 29.10.2021 г. № 771н «Об утверждении примерного перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и

охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней» (ред. 01.03.2022). [Электронный ресурс]. – URL: <https://блог-инженера.рф/пра/приказ-181н.html> (дата обращения 16.08.2023).

22. Фрезе Т.Ю. «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности. Выполнение раздела выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» : электронное учебно-методическое пособие / Т.Ю. Фрезе. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2022. – 1 оптический диск. – ISBN.