

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Юргинский технологический институт
Направление подготовки: 20.03.01 Техносферная безопасность
Профиль: Защита в чрезвычайных ситуациях
Отделение техносферной безопасности

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка мероприятий по улучшению условий труда работников авторемонтного цеха ПАО «НМЗ им. Кузьмина»

УДК 658.345:629.3.083.4

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
17Г51	Базылев Григорий Максимович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОТБ	Мальчик А.Г.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЦТ	Лизунков В.Г.	к.пед.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОТБ	Луговцова Н.Ю.	к.т.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Спец. по УМР	Журавлев В.А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И.о. руководителя ОТБ	Солодский С.А.	к.т.н.		

Юрга – 2019 г.

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

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

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Институт Юргинский технологический институт
Направление Техносферная безопасность
Профиль Защита в чрезвычайных ситуациях
Отделение Техносферной безопасности

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. руководителя ОТБ

_____ С.А. Солодский

« ___ » _____ 2019 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
17Г51	Базылев Григорий Максимович

Тема работы:

Разработка мероприятий по улучшению условий труда работников авторемонтного цеха ОАО «НМЗ им. Кузьмина»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№11/С от 31.01.2019г.

Срок сдачи студентами выполненной работы:	08.06.2019г.
---	--------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Назначение цеха – регулировка и испытание бензиновых двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Одновременно на станции могут испытываться два двигателя с общей продолжительностью испытаний 1ч. Продолжительность регулирования 0,25ч. Максимальная мощность испытываемых и регулируемых двигателей 100кВт (136 л.с.). Потребный воздухообмен для зимнего периода года – 13162 м ³ /ч Фактические концентрации СО и СО ₂ превышают ПДК.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	– изучить и проанализировать имеющуюся организационную нормативно-техническую документацию; – спроектировать наиболее эффективную систему общеобменной приточной и вытяжной вентиляции; – определить необходимое оборудование для

	усовершенствования системы вентиляции.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент ОЦТ Лизунков Владислав Геннадьевич
Социальная ответственность	ассистент ОТБ Луговцова Наталья Юрьевна
Нормоконтроль	Специалист по УМР Журавлев В.А.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	07.02.2019г.
---	--------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОТБ	Мальчик А.Г.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
17Г51	Базылев Григорий Максимович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 79 страниц, 6 рисунков, 15 таблиц, 50 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: ВЕНТИЛЯЦИОННАЯ СИСТЕМА, ВРЕДНЫЕ И ОПАСНЫЕ ФАКТОРЫ, ПРИТОЧНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ, ВЫТЯЖНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ, ОХРАНА ТРУДА.

Объектом исследования является – ПАО «Новосибирский металлургический завод им. Кузьмина»

Цель работы – усовершенствование вентиляционной системы авторемонтного цеха ПАО «Новосибирский металлургический завод им. Кузьмина» для улучшения условий труда работников.

В процессе исследования проводилось изучение литературы в области вентиляции производственных помещений, методов расчета основных характеристик вентиляции, производились расчеты приточной вентиляции, вытяжной вентиляции, производился подбор соответствующего оборудования, а также выполнен расчет затрат на усовершенствование вентиляционной системы.

В результате исследования были выполнены следующие задачи:

- изучены и проанализированы имеющиеся организационные нормативно-технические документации;
- спроектирована эффективная система общеобменной приточной и вытяжной вентиляции;
- подобрано необходимое оборудование для проектирования вентиляционной системы.

ABSTRACT

The final qualifying work consists of 79 pages, 6 figures, 15 tables, 50 sources, 1 Appendix.

Key words: VENTILATION SYSTEM, HARMFUL AND DANGEROUS FACTORS, SUPPLY VENTILATION, EXHAUST VENTILATION, LABOR PROTECTION.

The object of the study is PJSC «Novosibirsk metallurgical plant. Kuzmin»

The purpose of the work is to improve the ventilation system of the car repair shop of PJSC «Novosibirsk metallurgical plant. Kuzmina» to improve working conditions of employees.

In the course of the study, the literature in the field of ventilation of industrial premises, methods of calculating the main characteristics of ventilation were studied, the calculations of ventilation, exhaust ventilation were made, the selection of appropriate equipment was made, and the cost of improving the ventilation system was calculated.

As a result of the study, the following tasks were performed:

- studied and analyzed the existing organizational normative and technical documentation;
- designed an effective system of General supply and exhaust ventilation;
- selected the necessary equipment for the design of the ventilation system.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

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

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

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

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

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

Определения:

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

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

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

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

Вентиляция: процесс удаления отработанного воздуха из помещения и замена его наружным.

Калорифер: прибор для нагревания воздуха в помещении, состоящий из труб, по которым циркулирует горячая вода, пар или горячий воздух.

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

Обозначения и сокращения:

ПАО – публичное акционерное общество;

СОУТ – специальная оценка условий труда;

ДВС – двигатель внутреннего сгорания;

ИТР – инженерно-технические работы.

Оглавление

	С.
Введение	11
1. Вентиляция производственных помещений	13
1.1. Специальная оценка условий труда	13
1.2. Виды вентиляции	14
1.3. Требования, предъявляемые к вентиляции	17
1.4. Устройство вентиляции и ее установка	18
1.5. Проектирование вентиляции производственных помещений	19
1.6. Анализ нормативных документов	19
2. Описание ПАО «Новосибирский металлургический завод им. Кузмина»	22
2.1. Краткая характеристика ПАО «Новосибирский металлургический завод им. Кузмина»	22
2.2. Виды деятельности ПАО «Новосибирский металлургический завод имени Кузмина»	23
2.3. Авторемонтный цех и ее структура	25
2.4. Специальная оценка условий труда	26
2.4.1. Классификация условий труда	26
2.4.2. Специальная оценка условий труда авторемонтного цеха	28
2.5. Мероприятия по улучшению условий труда	30
3. Расчет потребного воздухообмена	31
3.1. Расчет системы общеобменной приточной вентиляции	33
3.1.1. Выбор типа воздуховодов	33
3.1.2. Расчет потерь давления в сети	34
3.1.3. Приточная камера	41
3.1.4. Подбор калорифера	41
3.1.5. Выбор выходной жалюзийной решётки	43
3.1.6. Расчет шахты	44
3.1.7. Выбор вентилятора для системы приточной вентиляции	45
3.2. Выбор вентилятора для системы приточной вентиляции	48
3.2.1. Расчет потерь давления в сети	48
3.2.2. Выбор вентилятора для системы вытяжной вентиляции	58
4. Финансовый менеджмент	60
4.1. Затраты на установку системы вентиляции	60
4.2. Затраты на звукоизоляцию	61
4.3. Затраты на виброизоляцию	63
5. Социальная ответственность	64
5.1. Описание рабочего места работника	64
5.1.1. Токсичные соединения выхлопных газов (CO ₂ , CO, оксиды азота, свинец и его соединения)	65
5.1.2. Вредное воздействие шума	66
5.1.3. Недостаточная освещенность	66
5.1.4. Ненормированные значения температуры	70

производственных помещений	
5.2. Анализ выявленных опасных факторов	71
5.3. Охрана окружающей среды	71
5.4. Защита в чрезвычайных ситуациях	72
5.5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	72
Заключение	74
Список использованных источников и литературы	75
Приложение А	80

Введение

В России обеспечение безопасных и здоровых условий труда является общегосударственной задачей, поскольку известно, что полностью безопасных и безвредных производств не существует. Задача охраны труда – свести к минимуму вероятность поражения или заболевания работающего с одновременным обеспечением комфорта при максимальной производительности труда.

Большое значение улучшения условий труда объясняется тем, что они в основном представляют собой производственную среду, в которой протекает жизнедеятельность человека во время труда. Улучшение условий труда существенно влияет на повышение его производительности. В связи с этим, как показывает практика, затраты на их осуществление окупаются в среднем за 3–5 лет.

Труд работников в авторемонтном цехе протекает в относительно неблагоприятных санитарно-гигиенических условиях и связан с действием на работающих вредных и опасных факторов. При испытании и регулировке двигателей внутреннего сгорания в помещении испытательной станции в рабочую зону поступают значительные выделения вредных веществ (пыли, газов, избыточной влаги, теплоты и др.). Высокотоксичные выхлопные газы, выделяющиеся при работе двигателя, оказывают негативное воздействие на организм работников с различными последствиями, начиная от раздражения слизистой оболочки глаз и носа до серьезного поражения почек, печени или возникновения онкологических заболеваний. Не менее губительны для здоровья пыль, аэрозоли и газообразные продукты, образующиеся при выполнении распространенных в авторемонте технологических процессов, таких как сварка, пайка, мойка деталей и агрегатов, абразивная обработка и других.

Цель работы: усовершенствование вентиляционной системы авторемонтного цеха ПАО «НМЗ им. Кузьмина» для улучшения условий труда

работников.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить и проанализировать имеющуюся организационную нормативно-техническую документацию;
- спроектировать эффективную систему общеобменной приточной и вытяжной вентиляции;
- подобрать необходимое оборудование для проектирования вентиляционной системы.

Актуальность темы подтверждается не только ужесточением современных требований к безопасности технологических процессов и производств во всем мире и введении общих международных стандартов по охране труда, но и возможностью применения результатов работы (рекомендаций) на предприятии.

1 Вентиляция производственных помещений

1.1 Специальная оценка условий труда

Специальная оценка условий труда – это комплекс мероприятий для обнаружения потенциально вредных или опасных факторов производственной среды и трудового процесса, а также оценки уровня их воздействия на работников [1].

По результатам проведения специальной оценки условий труда устанавливаются классы (подклассы) условий труда на рабочих местах.

Специальная оценка условий труда не проводится в отношении условий труда надомников, дистанционных работников и работников, вступивших в трудовые отношения с работодателями – физическими лицами, не являющимися индивидуальными предпринимателями, или с работодателями – религиозными организациями, зарегистрированными в соответствии с федеральным законом [2].

Проведение специальной оценки условий труда в отношении условий труда государственных гражданских служащих и муниципальных служащих регулируется федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, законами и иными нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации о государственной гражданской службе и о муниципальной службе.

Федеральный закон от 28.12.2013 № 426-ФЗ (ред. от 27.12.2018) «О специальной оценке условий труда» устанавливает общие положения специальной оценки условий труда и ее регулирование. Указывает права и обязанности работодателей, а также права и обязанности работника в связи с проведением специальной оценки условий труда. Говорится и о правах и обязанностях организации, проводящей специальную оценку условий труда.

В законе так же перечислен порядок проведения специальной оценке

условий труда.

После завершения всех комплексов необходимых мероприятий определяется применение результатов проведения специальной оценки условий труда [3].

1.2 Виды вентиляции

Воздухообмен в промышленных местах можно осуществить разными способами. В зависимости от организации устройства, различают три вида производственной вентиляции:

- Естественная;
- Механическая (искусственная);
- Смешанная.

Каждый вид имеет свои особенности и недостатки, которые следует учитывать при организации системы на производстве. [4].

Естественная система функционирует за счет физических свойств колебания давления и температуры воздуха в помещении и за его пределами.

Различается в свою очередь:

- Организованная;
- Неорганизованная.

Неорганизованной считается, когда воздух попадает в помещение через негерметичные зазоры в конструкции здания, если нет оборудованных приспособлений для вентилирования.

Организованная система вентиляции промышленных помещений выполняется посредством вытяжных шахт, каналов, форточек и др., с помощью которых можно контролировать количество и силу воздушного потока. Над шахтами систем вентилирования часто устанавливают зонт или специальное устройство – дефлектор, для увеличения тяги [5].

Вентиляция, созданная искусственно (механическая) на производстве.

Данный вид обеспечивает поступление и удаление воздушных потоков с

помощью вентиляторов. Организация механической системы требует вложения больших энергоресурсов и экономических затрат. Несмотря на это, имеет ряд преимуществ:

- Позволяет производить забор воздуха из необходимого места;
- Есть возможность влиять на физические свойства: охлаждать или подогревать воздушный поток, повышать или понижать уровень влажности;
- Можно осуществить подвод воздуха напрямую на рабочее место или отвод с последующей фильтрацией.

Очищение загрязненного воздуха из помещений, обязательное условие на производстве. Данный фактор на строгом контроле у природоохранных организаций [6].

Механическая система в зависимости от конструкции, целей, и задач, поставленных перед ней, различается:

- Приточная;
- Вытяжная;
- Приточно-вытяжная.

В производственных местах воздушная система подбирается исходя из нужд и специфики места эксплуатации. [8].

Приточная вентиляция на производстве.

Предназначается для снабжения производственного помещения чистым воздухом. Устанавливается преимущественно в местах с повышенными рабочими температурами и небольшой концентрацией вредных веществ. Нечистый воздух удаляется через отводы естественной вентиляции (фрамуги, вентиляционные шахты) подпираемый дополнительно воздушным потоком приточной вентиляции.

По типу устройства различают следующие приточные установки:

- Моноблочная. Данные устройства просты в эксплуатации и обслуживании, однако имеют большую стоимость. При монтаже закрепляют основной блок, к которому подводятся воздуховоды и подключается электрическое питание;

– Наборная. Устройства требуют специальных навыков для установки, относительно недороги в цене [9].

С помощью приточной вентиляции можно влиять на среду и подвергнуть необходимой обработке: нагреть, осушить, увлажнить, в зависимости от типа производства.

Вытяжная вентиляция на производстве.

Выполняет противоположные приточной вентиляции функции. Вытяжная система вентиляции производственных помещений обеспечивает отвод воздуха. На производстве самостоятельно применяется для небольших перемещений воздушного потока. В зависимости от распространённости, различают вытяжные вентиляции:

– Общеобменная. Перемещение воздуха охватывает объём всего помещения;

– Местная. Предназначена для удаления воздуха из определенного рабочего места.

Преимущественно устанавливается на складах, подсобных помещениях, в местах, где нет большой концентрации вредных газов и примесей. Приток в этом случае поступает методом инфильтрации через каркас здания, окна, фрамуги [10].

Приточно-вытяжная вентиляция в производственных помещениях.

Главная задача приточно-вытяжной системы – обеспечение производственных помещений свежим воздушным потоками удаление обработанного, загрязненного воздуха. Данный вид системы является наиболее распространенным на производствах с повышенными требованиями к воздухообмену. Необходимо правильный расчет при установке приточно-вытяжной вентиляции на производствах, чтобы потоки воздуха не попадали, без надобности, в смежные помещения и не удалялись оттуда.

Устройства поступления свежего воздуха размещают со стороны обслуживания оборудования, чтобы вредные вещества или теплые пары не попадали на персонал. Необходимы расчеты для установки данного вида [11].

1.3 Требования, предъявляемые к вентиляции

Вентиляция и кондиционирование производственных помещений регулируется общими требованиями СанПиН, а также параметрами, характерными непосредственно данному цеху предприятия. К ним относятся:

- механическая вентиляция производственных помещений должна отвечать правилам пожарной безопасности;
- удаление опасных для здоровья веществ, выбросов без допуска в рабочую зону персонала;
- обязателен гигиенический и пожарный сертификат о безопасности материалов, из которых произведены элементы вентиляционной системы;
- антикоррозийное покрытие воздуховодов, либо они должны быть сделаны из материалов, устойчивых к подобным воздействиям;
- толщина покрытия вентиляционных каналов горючей краской не должна превышать 0,2 мм;
- для расположенных непосредственно внутри цеха рабочих зон персонала концентрация вредных веществ не должна составлять более 30 %;
- влажностный, скоростные показатели воздушного потока не нормируются в летний период;
- в летний период температурные показатели внутреннего и наружного воздухопотоков равны, либо внутренняя температура не превышает наружную более чем на 4°C;
- неиспользуемые летом цеха требования к производственной вентиляции не регламентируют по температурному показателю;
- общий уровень шума внутри промышленного цеха не должен превышать 110 дБ, сюда включается и рабочий шум системы вентилирования [12].

1.4 Устройство вентиляции и ее установка

Согласно СНиП, производственная вентиляция и кондиционирование обязательно должны быть установлены во всех помещениях цеха без исключения.

Вентиляция и кондиционирование производственных помещений выполняют следующие задачи:

- отведение воздушных масс, наполненных излишним теплом, ядовитыми парами, газовыми образованиями, частицами гари, дыма и т.д.;
- дополнительная очистка системой фильтрации воздухопотока, исходящего от технологического оборудования и содержащего опасные примеси;
- снабжение персонала постоянным притоком свежего воздуха, нормализация температурно-влажностного баланса, который определяет санитарно-гигиенический контроль.

Установка системы вентиляции производственных помещений происходит в несколько этапов:

- подготовительный – начальный этап, на котором производится проектирование, соответствующие расчеты. Исходя из этого, выбирается оптимальное оборудование, транспортируются комплектующие, основные элементы, узлы;
- монтажный – происходит составление отдельных элементов, воздуховодов в единый комплекс. Вентиляционная система монтируется, собирается электрическая составляющая, подключается к электросети;
- пуско-наладочный – тестовая проверка правильного функционирования, качества, эффективности, подписание акта сдачи в эксплуатацию [13].

1.5 Проектирование вентиляции производственных помещений

Проектирование вентиляционной системы производственных помещений – сложный, многокомпонентный процесс. Перечень действий, осуществляемых при проектировании системы вентиляции производственных помещений:

- подготовка технического задания на проектирование, которое включает необходимые требования по организации воздухообмена, параметры технологического оснащения;
- утверждение технического задания;
- производится аэродинамический расчет общеобменной вентиляции, локальных вытяжек воздуха в производственных помещениях, цель которого – определение оптимального внутреннего сечения воздуховодных путей;
- подбор вентиляционного оборудования по рассчитанным характеристикам, параметрам;
- выбор дополнительных элементов, необходимых для наладки, балансировки вентиляционной системы;
- составление чертежей будущей системы вентилирования при помощи специализированных программ;
- составление схем распределения ключевых узлов системы в соответствии с нормами, требованиями [14].

1.6 Анализ нормативных документов

Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г. № 21). Санитарные правила устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энерготрат работающих, времени выполнения работы, периодов

года и содержат требования к методам измерения и контроля микроклиматических условий.

Постановление Правительства РФ от 26.12.2014 г № 1521 «Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». Постановление устанавливает перечень национальных стандартов и сводов правил для застройщиков и технических заказчиков.

Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». Настоящий Федеральный закон принимается в целях:

- защиты жизни и здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества;
- охраны окружающей среды, жизни и здоровья животных и растений;
- предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей;
- обеспечения энергетической эффективности зданий и сооружений.

ГОСТ 30434–96 Оборудование для кондиционирования воздуха и вентиляции. Нормы и методы контроля виброустойчивости и вибропрочности (введен Постановлением Госстандарта РФ от 25 сентября 2001 года № 39-ст). Настоящий стандарт распространяется на оборудование для кондиционирования воздуха и вентиляции общего назначения и устанавливает методы и нормы контроля вибропрочности и виброустойчивости его конструкций.

ГОСТ 30528–97 Системы вентиляционные. Фильтры воздушные. Типы и основные параметры. Настоящий стандарт распространяется на воздушные фильтры общего назначения, применяемые для очистки от пыли наружного и рециркуляционного воздуха в системах приточной вентиляции, кондиционирования воздуха и воздушного отопления.

ГОСТ 21.602-2003СПДС. Правила выполнения рабочей документации

отопления, вентиляции и кондиционирования (введен Постановлением Госстроя РФ от 20.05.2003 № 39). Настоящий стандарт устанавливает состав и правила оформления рабочей документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования зданий и сооружений различного назначения.

СП 336.1325800.2017 Системы вентиляции и кондиционирования воздуха. Правила эксплуатации. Настоящий свод правил устанавливает правила эксплуатации систем вентиляции и кондиционирования воздуха зданий (сооружений) различного функционального назначения.

2 Описание ПАО «Новосибирский металлургический завод им. Кузьмина»

2.1 Краткая характеристика ПАО «Новосибирский металлургический завод им. Кузьмина»

ПАО «Новосибирский металлургический завод имени Кузьмина» – российское металлургическое предприятие, основанное в 1992 году на базе акционерного общества открытого типа «Новосибпрокат».

Численность работников предприятия составляет 1116 человек.

Завод расположен в Ленинском районе Новосибирска, по адресу: ул. Станционная 28. Площадь территории – 80,27 Га.

Восточной и южной сторонами предприятие выходит на крупные городские магистрали – проезд Энергетиков и улицу Станционную.

На западе завод Кузьмина граничит с заводом НВА, на севере – с ТЭЦ – 3[14].

Структура ПАО «Новосибирский металлургический завод имени Кузьмина» указана на рисунке 1.

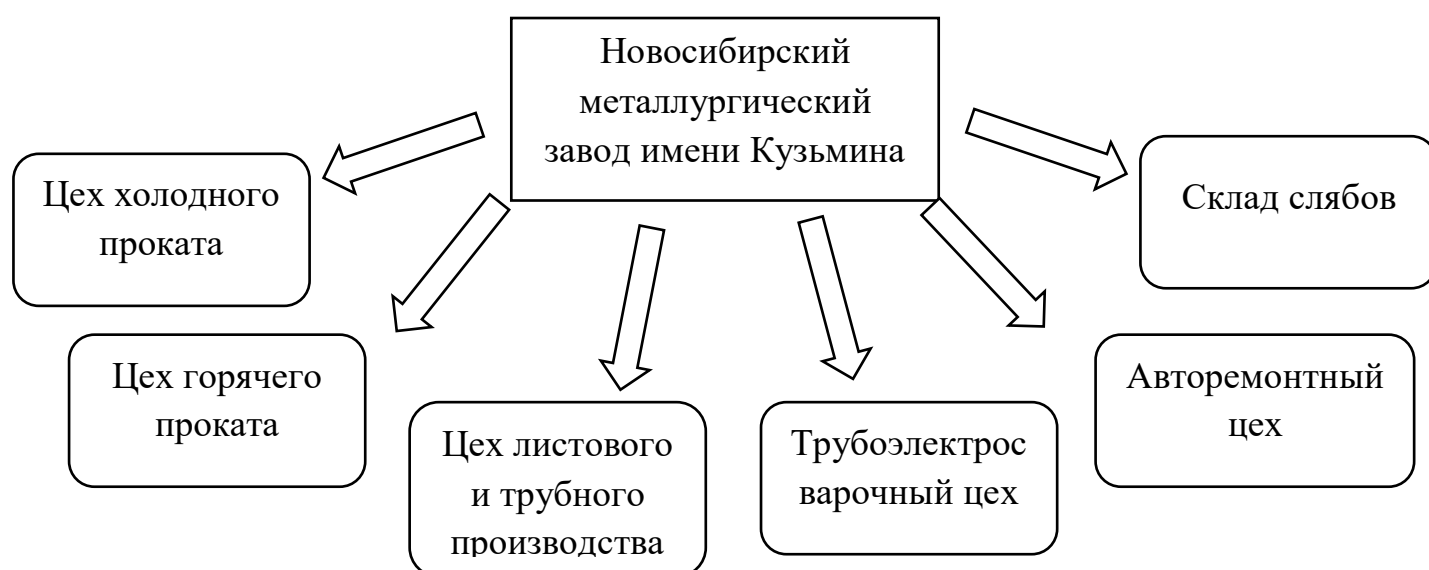


Рисунок 1 – Структура ПАО «Новосибирский металлургический завод имени Кузьмина»

2.2 Виды деятельности ПАО «Новосибирский металлургический завод имени Кузьмина»

ПАО «Новосибирский металлургический завод имени Кузьмина» имеет широкую специализацию производства и имеет такие технологии изготовления как:

- Заготовка для производства. Трубный сектор завода может обеспечиваться штрипсовой заготовкой с двух направлений – как покупными рулонами с ведущих металлургических предприятий, так и собственными рулонами со стана горячей прокатки «810». Заготовкой для стана «810» являются непрерывнолитые слябы. При этом переработка тех или иных рулонов в штрипсовую заготовку также происходит по независимым технологическим потокам, что обеспечивает гибкость и определенную экономическую безопасность производства;

- Горячая прокатка. Горячая прокатка слябовой заготовки происходит на полунепрерывном стане горячей прокатки «810», оснащенном методическими нагревательными печами. Функционально стан горячей прокатки состоит из реверсивной группы клетей, непрерывной группы из пяти клетей «кварто» и продольно-свертных машин, обеспечивающих прокатку слябов шириной до 760 мм, толщиной до 200 мм в рулонный прокат толщиной 1,5–6,35 мм. Мощность стана «810» г.п. при работе с 2-х методических печей составляет около 500 тыс.т рулонного проката в год;

- Продольная и поперечная резка. Роспуск рулонов на штрипсовую заготовку производится на агрегатах продольной резки. Основными линиями роспуска рулонов собственного производства со стана «810» г.п. являются АПР «1,5-8x850» (Del a.s., Чехия, 2007г.), мощностью 100 тыс.т/год и Н-420 мощностью 50 тыс.т/год. Переработка рулонов сторонней поставки производится на АПР «1830» (Fagor, Испания, 2012г.). АПР «1830» способна перерабатывать рулоны весом до 30 т, диапазон толщин 1,0–7,0 мм. Мощность АПР «1830» на сложившемся сортаменте составляет более 340 тыс. т готового

штрипса в год. В составе режущих агрегатов НМЗ-К две линии поперечной резки «740» и АППР 6х350 для производства листового проката под просечно-вытяжной лист и полосы в отрезках;

– Трубное производство. Основой трубного производства на НМЗ-К в настоящее время является современная технология индукционной сварки труб, позволяющая получать высокое качество сварного шва при высокой производительности оборудования. Эти преимущества полностью реализуются на трубоэлектросварочных станах, находящихся в эксплуатации на НМЗ-К.

ТЭСА 10-50 (2008 г., Италия), ТОС холодной резки, ВЧС-240 Thermatool, скорости производства до 120 м/мин., упаковочная машина, мощность 40 тыс. т/год.

ТЭСА 20-76 №1 (2012г., Officine MTM, Италия), ТОС холодной резки, ВЧС-350 Termomacchine, скорости производства до 140 м/мин., упаковочная машина, мощность 60 тыс. т/год.

Общая мощность трубного сектора составляет 400 тыс. т труб в год.

Трубная продукция производится из холоднокатаного и горячекатаного проката, а также из оцинкованного или алюминизированного штрипса. Для этих целей на трубоэлектросварочном стане 20-76 № 1 имеется устройство для подготовки кромок штрипса и установка для нанесения цинкового покрытия на сварочный шов.

– Хранение и отгрузка продукции. 100 % трубной продукции хранится в крытых помещениях, как в местах производства, так и в специально предназначенных складских комплексах. Возможности по одновременному хранению трубной продукции в складских помещениях предприятия превышают 70 тыс. тонн. Отгрузка готовой продукции потребителям производится автомобильным и железнодорожным транспортом, как от мест производства (из цехов), так и от мест хранения [14].

2.3 Авторемонтный цех и ее структура

Авторемонтный цех – цех производящий техническое обслуживание и ремонт подвижного состава сторонних организаций, не имеющих собственной ремонтной базы.

Автомобили, поступающие в ремонт, и агрегаты подвергаются мойке, а детали обезжириваются и очищаются от всех загрязнений. Проведение моечно-очистных операций обеспечивает наиболее благоприятные условия, как для разборки, так и для последующих процессов дефектации, сортировки и восстановления деталей. Дефектация имеет целью определения технического состояния деталей. По результатам дефектации детали сортируют на три группы: годные, требующие восстановления и недостойные. Восстановлению поддаются детали, имеющие устранимые дефекты; в условиях авторемонтных предприятий восстановление проходит большинство основных деталей ремонтируемых автомобилей и агрегатов [15].

Труд работников в авторемонтном цехе протекает в относительно неблагоприятных санитарно-гигиенических условиях и связан с действием на работающих комплекса факторов. При испытании и регулировке двигателей внутреннего сгорания в помещении испытательной станции в рабочую зону поступают значительные выделения вредных веществ (пыли, газов, избыточной влаги, теплоты и др.). Высокотоксичные выхлопные газы, выделяющиеся при работе двигателя, оказывают негативное воздействие на организм работников с различными последствиями, начиная от раздражения слизистой оболочки глаз и носа до серьезного поражения почек, печени или возникновения раковых заболеваний. Не менее губительны для здоровья пыль, аэрозоли и газообразные продукты, образующиеся при выполнении распространенных в авторемонте технологических процессов, таких как сварка, пайка, мойка деталей и агрегатов, абразивная обработка и других.

2.4 Специальная оценка условий труда

2.4.1 Классификация условий труда

Условия труда по степени вредности и опасности подразделяются на четыре класса - оптимальные, допустимые, вредные и опасные условия труда.

1. Оптимальными условиями труда (1 класс) являются условия труда, при которых воздействие на работника вредных и (или) опасных производственных факторов отсутствует или уровни воздействия, которых не превышают уровни, установленные нормативами (гигиеническими нормативами) условий труда и принятые в качестве безопасных для человека, и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности работника.

2. Допустимыми условиями труда (2 класс) являются условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых не превышают уровни, установленные нормативами (гигиеническими нормативами) условий труда, а измененное функциональное состояние организма работника восстанавливается во время регламентированного отдыха или к началу следующего рабочего дня (смены).

3. Вредными условиями труда (3 класс) являются условия труда, при которых уровни воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов превышают уровни, установленные нормативами (гигиеническими нормативами) условий труда, в том числе:

а) подкласс 3.1 (вредные условия труда 1 степени) – условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, после воздействия которых измененное функциональное состояние организма работника восстанавливается, как правило, при более длительном, чем до начала следующего рабочего дня (смены), прекращении воздействия данных факторов, и увеличивается риск

повреждения здоровья;

б) подкласс 3.2 (вредные условия труда 2 степени) – условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых способны вызвать стойкие функциональные изменения в организме работника, приводящие к появлению и развитию начальных форм профессиональных заболеваний или профессиональных заболеваний легкой степени тяжести (без потери профессиональной трудоспособности), возникающих после продолжительной экспозиции (пятнадцать и более лет);

в) подкласс 3.3 (вредные условия труда 3 степени) – условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых способны вызвать стойкие функциональные изменения в организме работника, приводящие к появлению и развитию профессиональных заболеваний легкой и средней степени тяжести (с потерей профессиональной трудоспособности) в период трудовой деятельности;

г) подкласс 3.4 (вредные условия труда 4 степени) – условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых способны привести к появлению и развитию тяжелых форм профессиональных заболеваний (с потерей общей трудоспособности) в период трудовой деятельности.

4. Опасными условиями труда (4 класс) являются условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых в течение всего рабочего дня (смены) или его части способны создать угрозу жизни работника, а последствия воздействия данных факторов обуславливают высокий риск развития острого профессионального заболевания в период трудовой деятельности [15].

2.4.2 Специальная оценка условий труда авторемонтного цеха

СОУТ авторемонтного цеха была проведена, на основании Федерального закона № 426 – ФЗ «О специальной оценке условий труда», организацией ООО «АТОН – Экобезопасность и охрана труда» в период с 6 февраля по 4 марта 2018 года.

На рабочих местах была проведена идентификация вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса и оценке уровня их воздействия на работника с учетом отклонения их фактических значений от допустимых значений регламентирующих документов.

В таблице 2.1 обозначены основные выявленные опасные и вредные производственные факторы [8].

Таблица 2.1 – Основные опасные и вредные факторы автотранспортного цеха

Наименование вредного фактора	Значение	Допустимое значение	Регламентирующий документ
СО, мг/м ³	17	16	ГОСТ 12.1.005-94
СО ₂ , мг/м ³	22	20	ГОСТ 12.1.005-95
Оксиды азота	2.3	1.5	ГОСТ 12.1.005-83
Шум, дБ	83.3	85	ГОСТ 12.1.003-91
Вибрация, дБ	79-94	76-112	СН 2.2.4/2.1.8.566-96
Освещение, лк-газоразрядные лампы	184	150-200	МУ 2.2.4.706-98/МУ от РМ 01-98
- лампы накаливания	89	50-100	
Пыль резиновая, мг/м ³	3,5	4	ГН 2.2.5686-98

Продолжение таблицы 2.1

Свинец и его соединения, мг/ м ³	0.009	0.01	ГН 2.2.5.686-98
Температура, °С	25	19 - 21	ГОСТ 12.1.005-88
Влажность, %	52	65 - 75	ГОСТ 12.1.005-88

Авторемонтному цеху присвоена категория – В по взрывопожарной и пожарной опасности.

Класс взрывоопасных и пожароопасных зон по ПУЭ – не нормируется.

Всего в авторемонтном цехе 15 работников и 5 должностей: 1 начальник цеха; 1 мастер; 7 механиков; 3 жестянщиков; 3 автослесарей. Классы и подклассы условий труда работников указаны в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Сводная ведомость результатов проведения специальной оценки условий труда

Должность работника	Классы условий труда				
	Химический	Шум	Параметры световой среды	Тяжесть трудового процесса	Итоговый класс условий труда
Начальник цеха	-	2	2	2	2
Мастер	3.1	3.1	2	3.1	3.1
Механик	3.1	3.1	2	3.1	3.1
Жестянщик	3.1	3.1	2	3.1	3.1
Автослесарь	3.1	3.1	2	3.1	3.1

Большинству работников присвоен подкласс 3.1, на них воздействует вредные и опасные производственные факторы, и увеличивается риск повреждения здоровья.

2.5 Мероприятия по улучшению условий труда

Так как уровень загазованности таких веществ как: CO, CO₂, оксиды азота, превышает допустимые значения производственной среды и пагубно влияет на здоровье работников цеха, а температура и влажность воздуха не соответствуют санитарно-гигиеническим нормам, должны быть предприняты мероприятия по благоустройству труда рабочих [9].

Мероприятия по улучшению условий труда отображены в таблице 2.3.

Данные технологические решения позволят исключить воздействия вредных факторов и наладить микроклимат рабочих мест [10].

Таблица 2.3 – Мероприятия по улучшению условий труда

Инженерные решения	Назначение
Приточно-вытяжная вентиляция	Обеспечение производственных помещений свежим воздушным потоком и удаление обработанного, загрязненного воздуха
Воздуховод гофрированный	Отводит выхлопные газы сразу с выхлопной трубы в окружающую среду

И учитывая тяжелые условия труда, с целью восстановления нормального физиологического состояния работника, для поддержания высокого уровня работоспособности рекомендуется соблюдать регламентированные перерывы в течение рабочего дня, соблюдать режим труда и отдыха [17].

3 Расчет потребного воздухообмена

Определим объём воздуха, который необходим для осуществления общеобменной вентиляции испытательной станции, на которой производится регулировка и испытание бензиновых двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Одновременно на станции могут испытываться два двигателя с общей продолжительностью испытаний 1 ч. Продолжительность регулирования 0,25 ч. Максимальная мощность испытываемых и регулируемых двигателей 100 кВт (136 л.с.). Охлаждаются цилиндры двигателей проточной водой.

Удаление выхлопных газов, выделяемых в процессе регулирования и испытания ДВС, осуществляется с помощью местных отсосов, присоединяемых к выхлопным трубам двигателей. В процессе работы возможен прорыв газов в помещение через неплотности стыков шлангов и газопроводов местных отсосов: при испытании около 5% и при регулировании ДВС около 10% от общего количества выхлопных газов [18].

Объём вентиляционного воздуха подсчитывается с учётом разбавления выделяющейся окиси углерода до предельно допустимой концентрации ($C_{\text{ПДК}_{\text{CO}}} = 30 \text{ мг/м}^3$) и проверкой на тепловыделение от работающих двигателей.

Количество окиси углерода, выделяемой при работе одного автомобильного двигателя, подсчитывается по формуле:

$$G_{\text{CO}} = \beta \cdot V \cdot \frac{p}{100} \text{ кг/ч}; \quad (3.1)$$

где V – расход топлива, кг/ч;

β – количество выхлопных газов, образующихся при сгорании 1 кг топлива, кг/кг (для бензиновых двигателей $\beta \approx 15 \text{ кг/кг}$);

p – процентное содержание CO в выхлопных газах, в зависимости от характера работы двигателя p :

- при заводке, прогреве и регулировании ДВС – 5%;

- при испытаниях ДВС на стенде – 3%;
- при въезде в гараж и маневрировании автомобиля для установки на место – 2% [19].

Расход топлива ДВС определяем по формуле:

$$B = \alpha \cdot K_{\alpha} \cdot \sqrt{N} \text{ кг/ч}; \quad (3.2)$$

где α – удельный расход топлива на 1 кВт мощности, для бензиновых ДВС $\alpha \approx 0,585$ кг/ч;

K_{α} – коэффициент режима работы двигателя. При прогреве и регулировании двигателя $K_{\alpha} = 1,0$, при испытаниях двигателей $K_{\alpha} = 1,5$ и при въезде в гараж и установке автомашины на место $K_{\alpha} = 0,75$; N – мощность двигателя, кВт [1].

Учитывая, что в процессе испытания двигателей процентное содержание СО в выхлопных газах составляет $p = 3$ и 5% от общего количества выхлопных газов попадает в атмосферу производственного помещения, определяют расход топлива и интенсивность выделения в помещение окиси углерода:

$$B = 0,585 \cdot 1,5 \cdot \sqrt{100} = 8,775 \text{ кг/ч}$$

$$G_{CO} = 15 \cdot 8,775 \cdot \frac{3}{100} \cdot 0,05 = 0,197 \text{ кг/ч}$$

Минимальный объём вентиляционного воздуха с учётом того, что в течение часа испытываются два двигателя, определяем по формуле:

$$L_{обн} = \frac{G_{CO}}{(C_{ПДК} - C_{ПР})} \quad (3.3)$$

$$L_{обн} = \frac{G_{CO}}{(C_{ПДК} - C_{ПР})} = \frac{0,197 \cdot 10^6}{(30 - 0,01) \cdot 3600} \cdot 2 = 3,65 \frac{M^3}{c} \quad (13162 \frac{M^3}{ч})$$

Аналогично рассчитаем объём вентиляционного воздуха в процессе регулирования двигателей [1]. При регулировании ДВС $K_{\alpha} = 1,0$, $p = 5\%$, $\tau = 0,25$ ч и доля выхлопных газов, попадающих в производственное помещение, составляет 10%, т.е.:

$$B' = 0,585 \cdot 1,0 \cdot \sqrt{100} = 5,85 \text{ кг/ц}$$

$$G_{CO} = 15 \cdot 5,85 \cdot \frac{5}{100} \cdot 0,1 = 0,439 \text{ кг/ц}$$

$$L_{обр} = \frac{G_{CO}}{(C_{ПДК} - C_{ПР})} \cdot \tau = \frac{0,439 \cdot 10^6 \cdot 0,25}{(30 - 0,01) \cdot 3600} \cdot 2 = 2,03 \frac{м^3}{с} \quad (7308 \frac{м^3}{ч})$$

Тепловыделение от работающих двигателей определяем, исходя из теплотворной способности бензина ($Q_H^p = 46057 \frac{кДж}{кг} = 11000 \text{ ккал/кг}$). Общее количество тепла, выделяемого при работе двух двигателей, определяем по наиболее нагруженному режиму – режиму испытания:

$$Q_{\Sigma} = V \cdot n \cdot Q_H^p \quad \text{кДж/ч} \quad (3.4)$$

$$Q_{\Sigma} = V \cdot n \cdot Q_H^p = 8,775 \cdot 2 \cdot 46057 = 808300 \quad \text{кДж/ч} \quad (193050 \text{ ккал/ч})$$

Из этого количества тепла при воздушном охлаждении цилиндров двигателей или охлаждении их водой, циркулирующей в радиаторах, в помещение попадает 80%, а при охлаждении проточной водой – 25% [1]. В нашем случае охлаждение цилиндров производится проточной водой, т.е.:

$$Q_{изб} = 0,25 \cdot Q_{\Sigma} \quad \text{кДж/ч} \quad (3.5)$$

$$Q_{изб} = 0,25 \cdot Q_{\Sigma} = 0,25 \cdot 808300 = 202075 \quad \text{кДж/ч} \quad (48262 \text{ ккал/ч})$$

Если рассчитать воздухообмен по избыточному теплу, то окажется, что в летний период основной вредностью будет тепловыделение, а в зимний – окись углерода [1]. Потребный воздухообмен для зимнего периода года составляет $3,65 \text{ м}^3/\text{с}$ ($13162 \text{ м}^3/\text{ч}$) [19].

3.1 Расчет системы общеобменной приточной вентиляции

3.1.1 Выбор типа воздуховодов

Воздуховоды обычно выполняются из оцинкованной стали. Преимущество отдается воздуховодам круглого сечения. Воздуховоды круглого сечения изготавливают определенных диаметров. Это позволяет заранее выполнять на заготовительных производствах типовые детали для стандартных

вентиляционных установок.

Диаметры стальных воздуховодов определяются по наружному размеру. Толщина стенки при расчетах учитывается только в том случае, если воздуховод сделан из стали толщиной более 1,5 мм.

Для воздуховодов из кровельной тонколистовой стали за нормируемый диаметр принимают наружный диаметр воздуховода.

Толщина стенки круглых воздуховодов, по которым перемещается воздух температурой не более 80 °С, зависит от диаметра [20].

Таблица 3.1 – Зависимость толщины стенки круглых воздуховодов от диаметра

Диаметр воздуховода, мм	до 200	250-450	500-800	900-1250	1400-1600	1800-2000
Толщина стенки воздуховода, мм	0,5	0,6	0,7	1,0	1,2	1,4

3.1.2 Расчет потерь давления в сети

Воздух в помещение подаётся через сетчатые воздухораспределители. Потери давления на участке 5 и в приточной камере, оборудованной калорифером и жалюзийной решёткой, составляют 10 кг/м³. Расчёт начинается с наиболее удалённого участка.

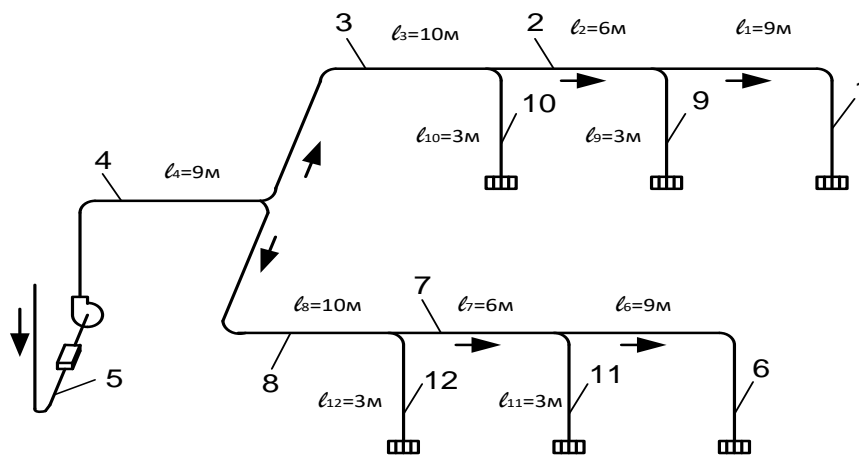


Рисунок 3.1 – Схема общеобменной приточной вентиляции

Таблица 3.2 – Рекомендуемые скорости движения воздуха на участках и в элементах вентиляционных систем

Участки и элементы вентиляционных систем	Рекомендуемые скорости, м/с, при побуждении движения воздуха в системе		
	естественном	механическом	
		общественные здания	Промышленные здания
Жалюзи воздухозабора	0,5-1	2-4	4-6
Приточные шахты	1-2	2-6	4-6
Горизонтальные воздуховоды и сборные каналы	1-1,5	5-8	6-10
Вертикальные каналы	1-1,5	2-5	5-8
Приточные решетки у потолка	0,5-1	0,5-1	1-2,5
Вытяжные решетки	0,5-1	1-2	1-3
Вытяжные шахты	1,5-2	3-6	5-8

Первый участок

Коэффициенты местных сопротивлений на участке:

Выход через сетчатый воздухораспределитель $\xi_1=1$.

Отвод 90° при $R=2d$, $\xi_2=0,15$.

Тройник проходной $\xi_3=0$.

$$\sum \xi = \xi_1 + \xi_2 + \xi_3 = 1,15$$

Диаметр воздуховода:

$$d = \sqrt{\frac{4L}{3600 \cdot v \cdot \pi}} \text{ мм} \quad (3.6)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 2195}{3600 \cdot 6 \cdot 3,14}} = 0,35 \text{ м} = 350 \text{ мм}$$

где L – расход воздуха на участке, м³/час;

v – скорость воздуха на участке воздуховода, м/с [21].

Возьмём $d = 355$ мм.

Потери давления на участке:

$$\Delta P = Rl + Z \text{ Па} \quad (3.7)$$

где l – длина участка в м;

Z – потери давления в местных сопротивлениях, Па;

R – потери давления на трение по длине воздуховода, Па/м.

Потери давления в местных сопротивлениях определяются:

$$Z = H_d \cdot \sum \xi \text{ Па} = 21,24 \cdot 1,15 = 24,426 \text{ Па} \quad (3.8)$$

где H_d – динамические потери давления на участке, Па;

$$H_d = \frac{\rho \cdot v^2}{2} = \frac{1,18 \cdot 6^2}{2} = 21,24 \text{ Па} \quad (3.9)$$

где l – коэффициент сопротивления трения;

ρ – плотность воздуха перемещаемого по воздуховоду, кг/м³.

$\sum \xi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений (КМС) элементов сети воздуховодов на расчетном участке [21].

При $l = 9$ потери давления на трение по воздуховоду составят $R=1,07$ Па/м.

Потери давления на участке:

$$\Delta P = 1,07 \cdot 9 + 24,426 = 34,056 \text{ Па}$$

Аналогично рассчитываем остальные участки.

Второй участок:

Коэффициенты местных сопротивлений на участке:

Тройник проходной $\sum \xi = 0$

Диаметр воздуховода:

$$d = \sqrt{\frac{4L}{3600 \cdot v \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4390}{3600 \cdot 7,7 \cdot 3,14}} = 0,449 \text{ м} = 449 \text{ мм}$$

Возьмём $d=450$ мм.

Динамические потери давления на участке:

$$H_d = \frac{\rho \cdot v^2}{2} = \frac{1,18 \cdot 7,7^2}{2} = 34,98 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = H_d \cdot \sum \xi = 0 \text{ Па}$$

При $l = 6$ потери давления на трение по воздуховоду составят $R=1,37$ Па/м.

Потери давления на участке:

$$\Delta P = 1,37 \cdot 6 + 0 = 8,22 \text{ Па}$$

Третий участок:

Коэффициенты местных сопротивлений на участке:

Два отвода 90° при $R=2d$, $\xi_1 = 0,15 \cdot 2 = 0,3$

Тройник в ответвлении $\xi_2 = 0,3$

$$\sum \xi = \xi_1 + \xi_2 = 0,6$$

Диаметр воздуховода:

$$d = \sqrt{\frac{4L}{3600 \cdot v \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 6585}{3600 \cdot 7,5 \cdot 3,14}} = 0,557 \text{ м} = 557 \text{ мм}$$

Возьмём $d=560$ мм.

Динамические потери давления на участке:

$$H_d = \frac{\rho \cdot v^2}{2} = \frac{1,18 \cdot 7,5^2}{2} = 33,19 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = H_d \cdot \sum \xi = 33,19 \cdot 0,6 = 19,914 \text{ Па}$$

При $l = 10$ потери давления на трение по воздуховоду составят $R=0,943$ Па/м.

Потери давления на участке:

$$\Delta P = 0,943 \cdot 10 + 19,914 = 29,344 \text{ Па}$$

Четвертый участок:

Коэффициенты местных сопротивлений на участке:

Отвод 90° при $R=2d$, $\xi_1 = 0,15$.

Диффузор вентилятора $\xi_2 = 0,15$.

$$\sum \xi = \xi_1 + \xi_2 = 0,3$$

Диаметр воздуховода:

$$d = \sqrt{\frac{4L}{3600 \cdot v \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 13170}{3600 \cdot 9,3 \cdot 3,14}} = 0,708 \text{ м} = 708 \text{ мм}$$

Возьмём $d=710$ мм.

Динамические потери давления на участке:

$$H_d = \frac{\rho \cdot v^2}{2} = \frac{1,18 \cdot 9,3^2}{2} = 51,03 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = H_d \cdot \sum \xi = 51,03 \cdot 0,3 = 15,309 \text{ Па}$$

При $l = 9$ потери давления на трение по воздуховоду составят $R=1,07$ Па/м.

Потери давления на участке:

$$\Delta P = 1,07 \cdot 9 + 15,309 = 26,199 \text{ Па}$$

Ответвление №1

Девятый участок:

Диаметр воздуховода:

$$d = \sqrt{\frac{4L}{3600 \cdot v \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2195}{3600 \cdot 6 \cdot 3,14}} = 0,35 \text{ м} = 350 \text{ мм}$$

Возьмём $d=355$ мм.

Динамические потери давления на участке:

$$H_d = \frac{\rho \cdot v^2}{2} = \frac{1,18 \cdot 6^2}{2} = 21,24 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = H_d \cdot \sum \xi = 21,24 \cdot 1,41 = 29,95 \text{ Па}$$

При $l = 3$ потери давления на трение по воздуховоду составят $R=1,07$ Па/м.

Потери давления на участке:

$$\Delta P_9 = 1,07 \cdot 3 + 29,95 + 0,3 \cdot (34,98 - 21,24) = 37,282 \text{ Па}$$

$$\Delta P_1 = 34,056 \text{ Па}$$

Потеря давления в ответвлении должна быть равна потере давления по магистрали в месте присоединения к ней ответвления.

Погрешность при этом составит:

$$\Delta P = \frac{\Delta P_9 - \Delta P_1}{\Delta P_9} \cdot 100\% = \frac{37,282 - 34,056}{37,282} \cdot 100\% = 8,6\%$$

Отклонение < 10% допустимо. Условие выполнено.

Ответвление № 2

Десятый участок:

Диаметр воздуховода:

$$d = \sqrt{\frac{4L}{3600 \cdot v \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2195}{3600 \cdot 6 \cdot 3,14}} = 0,35 \text{ м} = 350 \text{ мм}$$

Возьмём $d=355$ мм.

Динамические потери давления на участке:

$$H_d = \frac{\rho \cdot v^2}{2} = \frac{1,18 \cdot 6^2}{2} = 21,24 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = H_d \cdot \sum \xi = 21,24 \cdot 1,41 = 29,95 \text{ Па}$$

При $l = 3$ потери давления на трение по воздуховоду составят $R=1,07$ Па/м.

Потери давления на участке:

$$\Delta P_{10} = 1,07 \cdot 3 + 29,95 + 0,3 \cdot (34,98 - 21,24) = 37,282 \text{ Па}$$

$$\Delta P_{1-2} = 42,276 \text{ Па}$$

Потеря давления в ответвлении должна быть равна потере давления по магистрали в месте присоединения к ней ответвления.

Погрешность при этом составит:

$$\Delta P = \frac{\Delta P_{1-2} - \Delta P_9}{\Delta P_1} \cdot 100\% = \frac{42,276 - 34,132}{42,276} \cdot 100\% = 19\%$$

Так как отклонение свыше 10%, то для десятого участка необходимо взять меньший диаметр.

Если принять ближайший меньший по стандарту диаметр $d = 315$ мм, то невязка составит 20 % и потери давления увеличатся в 1,6 раза, поэтому придётся принимать нестандартный диаметр:

$$d_{10} = 355 \cdot \sqrt[4]{\frac{34,132}{42,276}} = 337 \text{ мм}$$

Примем, $d = 340$ мм

$$v = \frac{4L}{3600 \cdot \pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 2195}{3600 \cdot 3,14 \cdot 0,34^2} = 6,8 \text{ м/с}^2$$

Динамические потери давления на участке:

$$H_d = \frac{\rho \cdot v^2}{2} = \frac{1,18 \cdot 6,8^2}{2} = 27,28 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = H_d \cdot \sum \xi = 27,28 \cdot 1,41 = 38,47 \text{ Па}$$

При $l = 3$ потери давления на трение по воздуховоду составят $R = 1,07$ Па/м.

Потери давления на участке:

$$\Delta P_{10} = 1,07 \cdot 3 + 38,47 + 0,3 \cdot (33,19 - 27,28) = 44,263 \text{ Па}$$

$$\Delta P_{1-2} = 42,276 \text{ Па}$$

Потеря давления в ответвлении должна быть равна потере давления по магистрали в месте присоединения к ней ответвления.

Погрешность при этом составит:

$$\Delta P = \frac{\Delta P_{10} - \Delta P_{1-2}}{\Delta P_{10}} \cdot 100\% = \frac{44,263 - 42,276}{44,263} \cdot 100\% = 4,5\%$$

Отклонение $< 10\%$ допустимо. Условие выполнено.

Таблица 3.3 – приточной вентиляции по участкам

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	v, м/с	d, мм	R, Па/м	R*l, Па	$\sum \xi$	Z, Па	P, Па
1	2195	9	6	350	1,07	9,63	1,15	24,426	34,056
2	4390	6	7,7	450	1,37	8,22	0	0	8,22
3	6585	10	7,5	560	0,943	9,43	0,6	19,914	29,344
4	13170	9	9,3	710	1,21	10,89	0,3	15,309	26,199
6	2195	9	6	15	1,07	9,63	1,15	24,426	34,056

Продолжение таблицы 3.3

7	4390	6	7,7	450	1,37	8,22	0	0	8,22
8	6585	10	7,5	560	0,943	9,43	0,6	19,914	29,344
9	2195	3	6	350	1,07	3,21	1,41	29,95	37,282
10	2195	3	6	350	1,07	3,21	1,41	29,95	37,282
11	2195	3	6	350	1,07	3,21	1,41	29,95	37,282
12	2195	3	6	350	1,07	3,21	1,41	29,95	37,282

Таким образом, потери давления в вентиляционной сети $P = 318,567$ Па.

3.1.3 Приточная камера

В тех случаях, когда устанавливаемое внутри здания вентиляционное оборудование приточных или вытяжных установок создает шум при работе выше допустимого для обслуживаемого помещения или когда условия технологического процесса не позволяют размещать его в этом помещении, это оборудование размещают в изолированных помещениях, называемых вентиляционными камерами.

Воздухозабор следует осуществлять на высоте не менее 2 м от уровня земли; в случае расположения воздухоприемного устройства в зеленой зоне (вдали от здания) эта высота может быть уменьшена до 1 м.

Воздухоприемные устройства делают либо в виде отдельно стоящей шахты, соединенной со зданием подземным вентиляционным каналом, либо в виде шахты, приставленной к наружной стене здания.

Воздух поступает в приточную камеру через жалюзийные решетки с подвесными утепленными клапанами, которые устанавливают по мере надобности как самостоятельный элемент узла воздухозабора. Скорость воздуха в живом сечении жалюзийных решеток принимают не более 6 м/с при коэффициенте местного сопротивления, равном 1,2.

3.1.4 Подбор калорифера

Калориферы – приборы, применяемые для нагревания воздуха в

приточных системах вентиляции, системах кондиционирования воздуха, воздушного отопления, а также в сушильных установках.

По виду теплоносителя калориферы могут быть огневыми, водяными, паровыми и электрическими [20].

Расход воздуха в обеих ветвях составляет 13170 м³/ч. Расчётная вентиляционная температура в зимний период составляет минус 24°С, внутренняя t_в=26°С. Температуру приточного воздуха примем также 25°С.

Расход тепла на нагревание воздуха:

$$Q=L \cdot c \cdot \gamma \cdot (t_B - t_{н.в}) \quad (3.10)$$

$$Q = 13170 \cdot 0,24 \cdot [26 - (-24)] = 158040 \text{ ккал/ч}$$

Теплоноситель – пар. Давление пара 2,5ат. [21].

Пусть весовая скорость воздуха в живом сечении калорифера

v_γ = 8кг/м²·час. Эта скорость принимается в пределах 5-10 кг/м² час.

Площадь живого сечения калорифера:

$$f_{ж} = \frac{L \cdot \gamma}{3600 \cdot v_{\gamma}} \text{ м}^2 \quad (3.11)$$

$$f_{ж} = \frac{13170 \cdot 1,222}{3600 \cdot 8} = 0,559 \text{ м}^2$$

Подбираем калорифер типа ВНП113ФС-311, f_ж=0,638 м²; Поверхность нагрева F=57 м².

Греющий теплоноситель - сухой насыщенный (перегретый) водяной пар по СНиП2.04.07-86 температурой не более 190°С и давлением не более 1,2 МПа.

Таблица 3.4 – Технические характеристики воздухонагревателя ВНП113ФС-311

Площадь поверхности нагрева, м ²	57,0
Площадь фронтального сечения, м ²	1,108
Площадь сечения (среднее значение) для прохода теплоносителя, м ²	0,00769
Масса, кг, не более	115
Габаритные и присоединительные размеры, мм	
А	1200

Продолжение таблицы 3.4

A_1	1010
L	1294
Глубина	200
D_y патрубка	65

Фактическая весовая скорость в калорифере:

$$(v_\gamma)_\phi = \frac{0,559}{0,638} \cdot 8 = 7 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с}$$

Скорость движения теплоносителя (вода) в трубках калорифера:

$$W = \frac{Q}{3600 \cdot 1000 \cdot f_{TP} \cdot (t_\Gamma - t_0)} \text{ м/с} \quad (3.12)$$

где f_{TP} – живое сечение трубок калорифера для теплоносителя, м^2 ;

t_Γ – температура горячей воды в подающей магистрали, $^\circ\text{C}$;

t_0 – температура обратной воды, $^\circ\text{C}$;

Q – расход тепла на нагрев воздуха, ккал/ч [21].

$$W = \frac{158040}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,00769 \cdot 10} = 0,6 \text{ м/с}$$

Коэффициент теплопередачи калорифера при этой скорости находим путём интерполяции по справочнику (Щёкин Р.В. «Справочник по теплоснабжению и вентиляции», кн.2, стр. 124): $k = 22,9 \text{ ккал/м}^2 \text{ ч град}$.

Фактическая теплоотдача калорифера:

$$Q_K = kF \cdot (t_{CP1} - t_{CP2}) \text{ ккал/ч} \quad (3.13)$$

где t_{CP1} и t_{CP2} – средние температуры теплоносителя и воздуха (для пара

$t_{CP1} = \frac{t_n + t_k}{2} = 126,8^\circ\text{C}$, для воздуха $t_{CP2} = \frac{26 + (-24)}{2} = 1^\circ\text{C}$) [21].

Таким образом,

$$Q_K = 22,9 \cdot 57 \cdot (126,8 - 1) = 164207 \text{ ккал/ч}$$

Потери давления в калорифере 94,89 Па.

3.1.5 Выбор выходной жалюзийной решётки

Принимаем стандартную жалюзийную решётку ЖМ-5 с неподвижными перьями и живым сечением $f_{Ж} = 0,84 \text{ м}^2$, скорость прохода воздуха

через решётку:

$$v = \frac{13170}{3600 \cdot 0,84} = 4,4 \text{ м/с}$$

$$H_d = \frac{\rho \cdot v^2}{2} = \frac{1,18 \cdot 4,4^2}{2} = 11,42 \text{ Па}$$

Габариты решётки (без уголков): $h=1,18$ м, $a=1,19$ м.

Относительное сечение:

$$f' = \frac{0,84}{1,18 \cdot 1,19} = 0,6$$

$\xi_p = 2,3$ – относительно к скорости воздуха в решётке.

Потеря давления в решётке:

$$Z_1 = 2,3 \cdot 11,42 = 26,27 \text{ Па.}$$

3.1.6 Расчет шахты

Скорость воздуха в шахте:

$$v = \frac{13170}{3600 \cdot 1,3 \cdot 0,9} = 3,1 \text{ м/с}$$

$$H_d = \frac{\rho \cdot v^2}{2} = \frac{1,18 \cdot 3,1^2}{2} = 5,67 \text{ Па.}$$

Стенки шахты из шлакобетона

$$d_{\Sigma v} = \frac{2 \cdot 1,3 \cdot 0,9}{1,3 + 0,9} = 1,06 \text{ м.}$$

Потери давления в шахте на трение:

$$R\beta l = 0,147 \cdot 1,59 \cdot 3 = 0,7 \text{ Па}$$

Местные сопротивления:

Клапан $\xi = 0,1$. Сечение отверстия $1,19 \times 1,18 = 1,4 \text{ м}^2$.

$$v = \frac{13170}{3600 \cdot 1,4} = 2,6 \text{ м/с}$$

$$H_d = \frac{\rho \cdot v^2}{2} = \frac{1,18 \cdot 2,6^2}{2} = 3,99 \text{ Па}$$

$$Z_2 = 0,1 \cdot 3,99 = 0,4 \text{ Па}$$

Прямоугольное колено на входе в шахту:

$$f_1=1,4 \text{ м}^2, f_2 = 1,5 \cdot 0,9 = 1,35 \text{ м}^2; \frac{f_2}{f_1} \approx 1, \xi=1,1$$

$$Z_3 = 1,1 \cdot 4,3 = 4,73 \text{ Па.}$$

Колено переменного сечения перед входом в калорифер: $f_1=1,35 \text{ м}^2$.

Площадь живого сечения калорифера $f_2=0,638 \text{ м}^2$.

Скорость воздуха в калорифере:

$$v = \frac{13170}{3600 \cdot 0,638} = 5,7 \text{ м/с}$$

$$H_d = \frac{\rho \cdot v^2}{2} = \frac{1,18 \cdot 5,7^2}{2} = 19,17 \text{ Па}$$

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{0,638}{1,35} = 0,5; \zeta = 0,92;$$

$$Z_4 = 0,92 \cdot 19,17 = 18,124 \text{ Па}$$

Потери давления в жалюзийной решётке, шахте и калорифере:

$$H = 26,27 + 0,4 + 0,4 + 4,73 + 18,124 + 94,89 = 144,8 \text{ Па}$$

Общие потери давления в сети:

$$H = 97,82 + 97,82 + 144,8 = 340,44 \text{ Па}$$

3.1.7 Выбор вентилятора для системы приточной вентиляции

С учетом коэффициентов потерь или подсосов в воздуховодах рассчитывается полный напор вентилятора с поправкой на коэффициент потерь $k_{\Pi} = 1,1$ при длине воздуховодов менее 30м и $k_{\Pi} = 1,15$ в остальных случаях.

В данном случае $k_{\Pi} = 1,15$, так как $l_{\text{возд}} = 80 \text{ м}$.

$$L_B = L_{\text{общ}} \cdot K_{\Pi} \text{ м}^3/\text{с}, \quad (3.14)$$

$$L_B = 3,65 \cdot 1,15 = 4,2 \text{ м}^3/\text{с} \text{ (15120 м}^3/\text{ч)}$$

При выборе типа и номера вентилятора необходимо руководствоваться тем, чтобы вентилятор имел наиболее высокий КПД, относительно небольшую скорость вращения, а также, чтобы число оборотов позволяло осуществлять соединение с электродвигателем на одном валу [20].

Для проектируемой приточной вентиляции необходимо выбрать

вентилятор низкого давления, т.к. $H < 1$ кПа ($H = 340,44$ Па).

Установочная мощность электродвигателя для вентилятора:

$$N_y = \frac{K_3 \cdot L_B \cdot H_B}{\eta_B \cdot \eta_{\Pi}} \quad (3.15)$$

где η_B – КПД вентилятора (принимается по характеристике вентилятора);

η_{Π} – КПД провода вентилятора, при непосредственной установке вентилятора на валу электродвигателя он равен 1,0, а при установке через муфту 0,98;

K_3 - коэффициент запаса; $K_3 = 1,05 \div 1,5$ [21].

Установочная мощность электродвигателя для вентилятора:

$$N_y = \frac{1,1 \cdot 15120 \cdot 340,44}{0,81 \cdot 1,0 \cdot 3600} = 1942 \text{ Вт}$$

По воздухопроизводительности принимаем к установке вентилятор ВР80 – 75. Сечение выхлопного отверстия 705x705 мм, диаметр всасывающего отверстия $d_0 = 1010$ мм, площади сечений: выхлопа $f_{\text{выхл}} = 0,497 \text{ м}^2$, входа $f_{\text{вх}} = 0,8 \text{ м}^2$.

Вентиляторы ВР 80-75 из углеродистой стали применяются для перемещения неагрессивного газа или воздуха с температурой не более 80°C и запыленностью не более 100 мг/м^3 , не содержащего липких и волокнистых веществ [20].

Вентиляторы ВР 80-75 являются радиальными вентиляторами низкого давления одностороннего всасывания. Количество лопаток рабочего колеса ВР 80-75 № 8 – 13 штук.

Вентиляторы центробежные ВР 80-75 применяются в:

- системах кондиционирования воздуха;
- системах вентиляции производственных, общественных и жилых зданий;
- других производственных и санитарных целях.

Условия эксплуатации:

- температура окружающей среды от минус 40°C до плюс 40°C ;

- допустимое содержание пыли и других твердых частиц не более $0,1 \text{ г/м}^3$, без липких веществ, волокнистых и абразивных материалов;
- перемещение газо-воздушных смесей не должно вызывать коррозию стали обыкновенного качества со скоростью более $0,1 \text{ мм в год}$.

Радиальные вентиляторы изготавливают с поворотным корпусом. В зависимости от направления подачи воздуха радиальные вентиляторы как правого, так и левого вращений изготавливают таким образом, что путем поворота корпуса их можно устанавливать в различные положения. Углы поворота отсчитывают по направлению вращения рабочего колеса[20].

Таблица 3.5 – Технические характеристики вентилятора ВР 80-75№8, 1-е исполнение

Вентилятор ВР 80-75 1-е исполнение	Электродвигатель			Параметры в рабочей зоне		Масса не более, кг	Виброизоляция	
	Типоразмер	Мощность, кВт	вращения, мин ⁻¹	Производительность $\times 10^3 \text{ м}^3/\text{час}$	Полное давление, Па		Тип	Кол-во
№8	АИР13 2S6	5,5	1000	12,0-17,0	950-880	293	ДО41	6

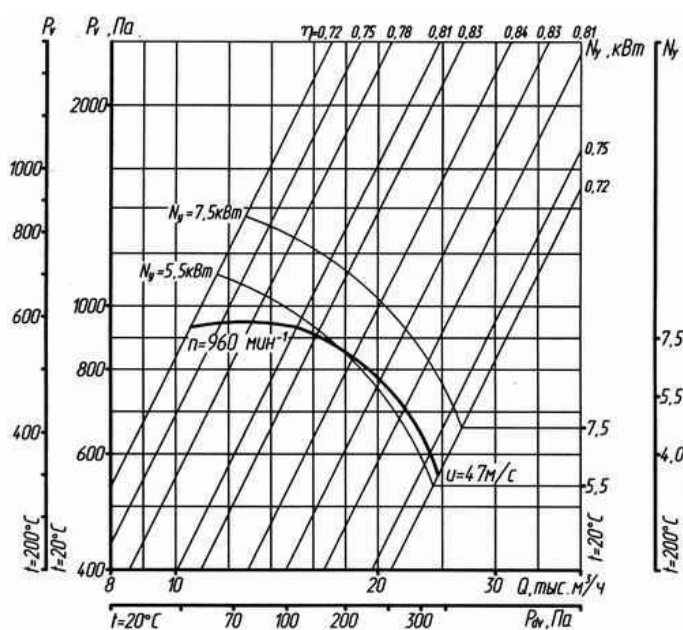


Рисунок 3.2 – Аэродинамическая характеристика вентилятора ВР 80-75

По графику при $Q=15$ тыс. м³/час мощность двигателя $\eta = 0,81$ и $N_y = 5,5$ кВт, полное давление $P_v = 950$ Па.

Вентилятор ВР 80-75 № 8 полностью удовлетворяет требованиям.

3.2 Расчет системы общеобменной вытяжной вентиляции

3.2.1 Расчет потерь давления в сети

Рассчитаем ветви системы вытяжной вентиляции. Воздуховоды стальные круглого сечения. Воздухоприемники выполнены в виде колен с коническими раструбами.

Расчёт начинаем с первой ветви, как наиболее протяжённой и нагруженной.

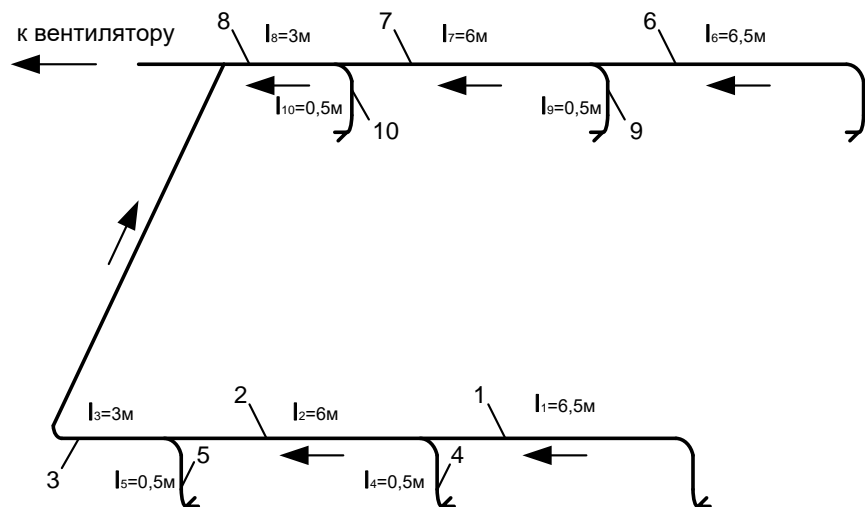


Рисунок 3.3 – Система общеобменной вытяжной вентиляции

Первая ветвь

Первый участок

Коэффициенты местных сопротивлений на участке:

Воздухоприёмный конический раструб с углом конусности 45° ; $\xi_1=0,3$.

Сетка проволочная с относительной площадью $f^*=0,8$, $\xi_2=0,26$.

Колено круглое. $A = 90^\circ$, $\xi_3 = 1,1$.

Дроссель-клапан. $\xi_4 = 0,05$.

Отвод. $\alpha = 90^\circ$, $R = 1,5d$, $\xi_5 = 0,175$.

Тройник всасывающий на проходе с углом ответвления. $A = 30^\circ$.

Принимая $d_4 = 315$ мм, получим $\frac{F_0}{F_{II}} = \left(\frac{315}{355}\right)^2 = 0,8$; $\frac{L_0}{L_c} = \frac{L_4}{L_2} = \frac{2100}{4785} = 0,4$.

для $\frac{F_0}{F_{II}} = 0,8$, $\xi_{II1} = 0,21$.

Скорость на участке 1:

$$v_1 = \frac{4L}{3600 \cdot d^2 \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 2685}{3600 \cdot 0,355^2 \cdot 3,14} = 7,5 \text{ м/с}$$

Скорость на участке 2:

$$v_2 = \frac{4L}{3600 \cdot d^2 \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 4785}{3600 \cdot 0,5^2 \cdot 3,14} = 6,5 \text{ м/с}$$

Коэффициенты местных сопротивлений: $\xi_{II} = 0,21 \cdot \left(\frac{6,5}{7,5}\right)^2 = 0,16$;

$$\sum \xi = 0,3 + 0,26 + 1,1 + 0,05 + 0,175 + 0,16 = 2,045$$

Динамические потери давления на участке 1:

$$H_d = \frac{\rho \cdot v^2}{2} = \frac{1,18 \cdot 7,5^2}{2} = 33,19 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = H_d \cdot \sum \xi = 33,19 \cdot 2,045 = 67,87 \text{ Па}$$

При $l = 6,5$ потери давления на трение по воздуховоду составят $R = 1,61$ Па/м.

Потери давления на участке:

$$\Delta P = 1,61 \cdot 6,5 + 67,87 = 78,34 \text{ Па}$$

Второй участок:

$d_2 = 500$ мм, $l = 6$ м.

Динамические потери давления на участке:

$$H_d = \frac{\rho \cdot v^2}{2} = \frac{1,18 \cdot 6,5^2}{2} = 24,93 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = H_d \cdot \sum \xi = 0 \text{ Па}$$

При $l = 6$ потери давления на трение по воздуховоду составят

$R = 0,828 \text{ Па/м}$.

Потери давления на участке:

$$\Delta P = 0,828 \cdot 6 + 0 = 4,968 \text{ Па}$$

Третий участок:

Диаметр воздуховода:

$$d = \sqrt{\frac{4L}{3600 \cdot v \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 6885}{3600 \cdot 7,5 \cdot 3,14}} = 0,56 \text{ м} = 560 \text{ мм}$$

Возьмём $d = 560 \text{ мм}$.

Динамические потери давления на участке:

$$H_d = \frac{\rho \cdot v^2}{2} = \frac{1,18 \cdot 7,5^2}{2} = 33,19 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = H_d \cdot \sum \xi = 33,19 \cdot 0,9 = 30,618 \text{ Па}$$

При $l = 13 \text{ м}$ потери давления на трение по воздуховоду составят $R = 0,943 \text{ Па/м}$.

Потери давления на участке:

$$\Delta P = 0,943 \cdot 13 + 30,618 = 42,877 \text{ Па}$$

Ответвление №1

Четвертый участок:

Располагаемое давление $H_p = 78,34 \text{ Па}$.

Коэффициенты местных сопротивлений на участке:

Воздухоприёмный конический раструб с углом конусности 45° ; $\xi_1 = 0,3$.

Сетка проволочная с относительной площадью $f = 0,8$. $\xi_2 = 0,26$.

Колено круглое. $\alpha = 90^\circ$, $\xi_3 = 1,1$.

Дроссель-клапан. $\xi_4 = 0,05$.

Полуотвод. $\alpha = 60^\circ$, $\xi_5 = 0,175 \cdot 0,77 = 0,135$;

Тройник на ответвлении:

$$\frac{F_0}{F_n} = \left(\frac{355}{500}\right)^2 = 0,5;$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{L_4}{L_2} = \frac{2100}{4785} = 0,4.$$

для $\frac{F_o}{F_{II}}=0,4$, $\xi_{o_1}=0,5$;

для $\frac{F_o}{F_{II}}=0,6$, $\xi_{o_2}=0,22$. $\Delta\xi_{II-2}=0,5-0,22=0,28$

И для $\frac{F_o}{F_{II}}=0,5$, $\xi_o=0,5-\frac{0,28}{2}=0,36$

Скорость на участке 4:

$$v_4 = \frac{4L}{3600 \cdot d^2 \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 2100}{3600 \cdot 0,315^2 \cdot 3,14} = 7,5 \text{ м/с}$$

Коэффициенты местных сопротивлений:

$$\xi_{II} = 0,36 \cdot \left(\frac{6,5}{7,5}\right)^2 = 0,27;$$

$$\sum \zeta = 0,3 + 0,26 + 1,1 + 0,05 + 0,135 + 0,27 = 2,115$$

Динамические потери давления на участке 4:

$$H_d = \frac{\rho \cdot v^2}{2} = \frac{1,18 \cdot 7,5^2}{2} = 33,19 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = H_d \cdot \sum \zeta = 33,19 \cdot 2,115 = 70,2 \text{ Па}$$

При $\lambda = 0,5$ потери давления на трение по воздуховоду составят $R = 1,85 \text{ Па/м}$.

Потери давления на участке:

$$\Delta P = 1,85 \cdot 0,5 + 70,2 = 71,125 \text{ Па}$$

Потеря давления в ответвлении должна быть равна потере давления по магистрали в месте присоединения к ней ответвления.

Погрешность при этом составит:

$$\Delta P = \frac{\Delta P_1 - \Delta P_4}{\Delta P_1} \cdot 100\% = \frac{78,34 - 71,125}{78,34} \cdot 100\% = 9,2\%$$

Отклонение $< 10\%$ допустимо. Условие выполнено.

Ответвление №2

Пятый участок:

Располагаемое давление $H_p = 83,308 \text{ Па}$.

Коэффициенты местных сопротивлений на участке:

Воздухоприёмный конический раструб с углом конусности 45° ; $\xi_1 = 0,3$.

Сетка проволочная с относительной площадью $f' = 0,8$. $\xi_2 = 0,26$.

Колено круглое. $\alpha = 90^\circ$, $\xi_3 = 1,1$.

Дроссель-клапан. $\xi_4 = 0,05$.

Полуотвод. $\alpha = 60^\circ$, $\xi_5 = 0,175 \cdot 0,77 = 0,135$;

Тройник на ответвлении:

$$\frac{F_0}{F_{II}} = \left(\frac{315}{560}\right)^2 = 0,3 \text{ м};$$

$$\frac{L_0}{L_c} = \frac{L_5}{L_3} = \frac{2100}{6885} = 0,3.$$

для $\frac{F_0}{F_{II}} = 0,2$, $\xi_{0_1} = 0,65$;

для $\frac{F_0}{F_c} = 0,4$, $\xi_{0_2} = 0,16$. $\Delta\xi_{II-2} = 0,65 - 0,16 = 0,49$.

И для $\frac{L_0}{L_c} = 0,3$, $\xi_0 = 0,65 - \frac{0,49}{2} = 0,405$

Скорость на участке 5:

$$v_5 = \frac{4L}{3600 \cdot d^2 \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 2100}{3600 \cdot 0,315^2 \cdot 3,14} = 7,5 \text{ м/с}$$

Коэффициенты местных сопротивлений: $\xi_{II} = 0,405 \cdot \left(\frac{7,5}{6,5}\right)^2 = 0,54$;

$$\sum \xi = 0,3 + 0,26 + 1,1 + 0,05 + 0,135 + 0,54 = 2,385$$

Динамические потери давления на участке 5:

$$H_d = \frac{\rho \cdot v^2}{2} = \frac{1,18 \cdot 7,5^2}{2} = 33,19 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = H_d \cdot \sum \xi = 33,19 \cdot 2,385 = 79,158 \text{ Па}$$

При $l = 0,5$ потери давления на трение по воздуховоду составят $R = 1,85 \text{ Па/м}$.

Потери давления на участке:

$$\Delta P = 1,85 \cdot 0,5 + 79,158 = 80,083 \text{ Па}$$

Потеря давления в ответвлении должна быть равна потере давления по магистрали в месте присоединения к ней ответвления.

Погрешность при этом составит:

$$\Delta P = \frac{\Delta P_1 - \Delta P_4}{\Delta P_1} \cdot 100\% = \frac{83,308 - 80,083}{83,308} \cdot 100\% = 3,9\%$$

Отклонение < 10% допустимо. Условие выполнено.

Вторая ветвь

Шестой участок:

Коэффициенты местных сопротивлений на участке:

Воздухоприёмный конический раструб с углом конусности 45° ; $\xi_1 = 0,3$.

Сетка проволочная с относительной площадью $f' = 0,8$, $\xi_2 = 0,26$.

Колено круглое. $\alpha = 90^\circ$, $\xi_3 = 1,1$.

Дроссель-клапан. $\xi_4 = 0,05$.

Отвод. $\alpha = 90^\circ$, $R = 1,5d$, $\xi_5 = 0,175$.

Тройник всасывающий на проходе с углом ответвления. $A = 30^\circ$.

Принимая $d_9 = 315$ мм, получим:

$$\frac{F_0}{F_{\Pi}} = \left(\frac{315}{315}\right)^2 = 1;$$

$$\frac{L_0}{L_c} = \frac{L_9}{L_7} = \frac{2200}{4685} = 0,45.$$

для $\frac{L_0}{L_c} = 0,4$, $\xi_{\Pi_1} = 0,31$.

для $\frac{L_0}{L_c} = 0,5$, $\xi_{\Pi_1} = 0,13$, $\Delta\xi_{\Pi_1-2} = 0,31 - 0,13 = 0,18$.

И для $\frac{L_0}{L_c} = 0,45$, $\xi_{\Pi} = 0,31 - \frac{0,18}{2} = 0,22$.

Скорость на участке 6:

$$v_6 = \frac{4L}{3600 \cdot d^2 \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 2485}{3600 \cdot 0,315^2 \cdot 3,14} = 8,5 \text{ м/с}$$

Скорость на участке 7:

$$v_7 = \frac{4L}{3600 \cdot d^2 \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 4685}{3600 \cdot 0,45^2 \cdot 3,14} = 8 \text{ м/с}$$

Коэффициенты местных сопротивлений: $\xi_{\Pi} = 0,22 \cdot \left(\frac{8}{8,5}\right)^2 = 0,195$;

$$\sum \xi = 0,3 + 0,26 + 1,1 + 0,05 + 0,175 + 0,195 = 2,08$$

Динамические потери давления на участке 6:

$$H_d = \frac{\rho \cdot v^2}{2} = \frac{1,18 \cdot 8,5^2}{2} = 42,63 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = H_d \cdot \sum \xi = 42,63 \cdot 1,943 = 82,83 \text{ Па}$$

При $l = 6,5$ потери давления на трение по воздуховоду составят $R = 1,85 \text{ Па/м}$.

Потери давления на участке:

$$\Delta P = 1,85 \cdot 6,5 + 82,83 = 94,855 \text{ Па}$$

Седьмой участок

$d_7 = 450 \text{ мм}$, $l = 6 \text{ м}$.

Динамические потери давления на участке:

$$H_d = \frac{\rho \cdot v^2}{2} = \frac{1,18 \cdot 8^2}{2} = 37,76 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = H_d \cdot \sum \xi = 0 \text{ Па}$$

При $l = 6$ потери давления на трение по воздуховоду составят $R = 1,37 \text{ Па/м}$.

Потери давления на участке:

$$\Delta P = 1,37 \cdot 6 + 0 = 8,22 \text{ Па}$$

Восьмой участок

Диаметр воздуховода:

$$d = \sqrt{\frac{4L}{3600 \cdot v \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 6285}{3600 \cdot 8,5 \cdot 3,14}} = 0,5 \text{ м} = 500 \text{ мм}$$

Возьмём $d = 500 \text{ мм}$.

Динамические потери давления на участке:

$$H_d = \frac{\rho \cdot v^2}{2} = \frac{1,18 \cdot 8,5^2}{2} = 42,63 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = H_d \cdot \sum \xi = 42,63 \cdot 0 = 0 \text{ Па}$$

При $l = 3$ потери давления на трение по воздуховоду составят

$R=1,35$ Па/м.

Потери давления на участке:

$$\Delta P=1,35 \cdot 3+0=4,05 \text{ Па}$$

Ответвление №3

Девятый участок

Располагаемое давление $H_p=94,855$ Па.

Коэффициенты местных сопротивлений на участке:

Воздухоприёмный конический раструб с углом конусности 45° ; $\xi_1=0,3$.

Сетка проволочная с относительной площадью $f^*=0,8$. $\xi_2=0,26$.

Колено круглое. $\alpha=90^\circ$, $\xi_3=1,1$.

Дроссель-клапан. $\xi_4=0,05$.

Полуотвод. $\alpha=60^\circ$, $\xi_5^*=0,175 \cdot 0,77=0,135$;

Тройник на ответвлении:

$$\frac{F_0}{F_{\Pi}} = \left(\frac{315}{450}\right)^2 = 0,5;$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{L_9}{L_7} = \frac{2200}{4685} = 0,5.$$

для $\frac{F_o}{F_{\Pi}}=0,4$, $\xi_{o_1}=0,6$;

для $\frac{F_o}{F_{\Pi}}=0,6$, $\xi_{o_2}=0,46$, $\Delta\xi_{\Pi_{1-2}}=0,6-0,46=0,14$.

И для $\frac{F_o}{F_{\Pi}}=0,5$, $\xi_o=0,6 - \frac{0,14}{2}=0,53$

Скорость на участке 9:

$$v_9 = \frac{4L}{3600 \cdot d^2 \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 2200}{3600 \cdot 0,315^2 \cdot 3,14} = 8 \text{ м/с}$$

Коэффициенты местных сопротивлений: $\xi_{\Pi}^*=0,53 \cdot \left(\frac{8}{8,5}\right)^2=0,47$;

$$\sum \xi = 0,3+0,26+1,1+0,05+0,135+0,47=2,315$$

Динамические потери давления на участке 4:

$$H_d = \frac{\rho \cdot v^2}{2} = \frac{1,18 \cdot 8^2}{2} = 37,76 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = H_d \cdot \sum \xi = 37,76 \cdot 2,315 = 87,41 \text{ Па}$$

При $l = 0,5$ потери давления на трение по воздуховоду составят $R = 2,08$ Па/м.

Потери давления на участке:

$$\Delta P = 2,08 \cdot 0,5 + 87,41 = 88,45 \text{ Па}$$

Потеря давления в ответвлении должна быть равна потере давления по магистрали в месте присоединения к ней ответвления.

Погрешность при этом составит:

$$\Delta P = \frac{\Delta P_1 - \Delta P_4}{\Delta P_1} \cdot 100\% = \frac{94,855 - 88,45}{94,855} \cdot 100\% = 6,7\%$$

Отклонение $< 10\%$ допустимо. Условие выполнено.

Ответвление №4

Десятый участок

Располагаемое давление $H_p = 103,075$ Па.

Коэффициенты местных сопротивлений на участке:

Воздухоприёмный конический раструб с углом конусности 45° ; $\xi_1 = 0,3$.

Сетка проволочная с относительной площадью $f' = 0,8$. $\xi_2 = 0,26$.

Колено круглое. $\alpha = 90^\circ$, $\xi_3 = 1,1$.

Дроссель-клапан. $\xi_4 = 0,05$.

Полуотвод. $\alpha = 60^\circ$, $\xi_5 = 0,175 \cdot 0,77 = 0,135$;

Тройник на ответвлении:

$$\frac{F_0}{F_{II}} = \left(\frac{250}{450} \right)^2 = 0,3;$$

$$\frac{L_0}{L_c} = \frac{L_{10}}{L_8} = \frac{1600}{6285} = 0,3.$$

для $\frac{F_0}{F_{II}} = 0,2$, $\xi_{o1} = 0,65$;

для $\frac{F_0}{F_{II}} = 0,4$, $\xi_{o2} = 0,16$, $\Delta \xi_{II-2} = 0,65 - 0,16 = 0,49$.

И для $\frac{F_0}{F_{II}} = 0,3$, $\xi_o = 0,65 - \frac{0,49}{2} = 0,405$

Скорость на участке 10:

$$v_{10} = \frac{4L}{3600 \cdot d^2 \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 1600}{3600 \cdot 0,25^2 \cdot 3,14} = 9 \text{ м/с}$$

Коэффициенты местных сопротивлений

$$\xi_{\Pi} = 0,16 \cdot \left(\frac{8,5}{8}\right)^2 = 0,18;$$

$$\sum \xi = 0,3 + 0,26 + 1,1 + 0,05 + 0,135 + 0,18 = 2,025.$$

Динамические потери давления на участке 5:

$$H_{\text{д}} = \frac{\rho \cdot v^2}{2} = \frac{1,18 \cdot 9^2}{2} = 47,79 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = H_{\text{д}} \cdot \sum \xi = 47,79 \cdot 2,025 = 96,78 \text{ Па}$$

При $\lambda = 0,5$ потери давления на трение по воздуховоду составят $R = 3,38 \text{ Па/м}$.

Потери давления на участке:

$$\Delta P = 3,38 \cdot 0,5 + 96,78 = 98,47 \text{ Па}$$

Потеря давления в ответвлении должна быть равна потере давления по магистрали в месте присоединения к ней ответвления.

Погрешность при этом составит:

$$\Delta P = \frac{\Delta P_1 - \Delta P_4}{\Delta P_1} \cdot 100\% = \frac{103,075 - 98,47}{103,075} \cdot 100\% = 4,5\%$$

Отклонение $< 10\%$ допустимо. Условие выполнено.

Таблица 3.6 – Расчет вытяжной вентиляции по участкам

№ участка	L, м ³ /ч	l, м	v, м/с	d, мм	R, Па/м	R*l, Па	$\sum \xi$	Z, Па	ΔP , Па	Отклонение, %
Первая ветвь										
1	2685	6,5	7,5	355	1,61	10,465	2,045	67,87	78,34	-
2	4785	6	6,5	500	0,828	4,968	0	0	4,968	-
3	6885	13	7,5	560	0,943	12,259	0,6	30,618	42,877	-
4	2100	0,5	7,5	315	1,85	0,925	2,115	70,2	71,125	9,2
5	2100	0,5	7,5	315	1,85	0,925	2,385	79,158	80,083	3,9
Вторая ветвь										
6	2485	6,5	8,5	315	1,85	12,025	2,08	82,83	94,855	-
7	4685	6	8	450	1,37	8,22	0	0	8,22	-
8	6285	3	8,5	500	1,35	4,05	0	0	4,05	-

Продолжение таблицы 3.6

9	2200	0,5	7,5	315	2,08	1,04	2,315	87,41	88,45	6,7
10	1600	0,5	9	250	1,87	0,935	2,025	96,78	98,47	4,5

Отклонение в потерях давления ветвей

$$\Delta P = \frac{\Delta P_{1B} - \Delta P_{2B}}{\Delta P_{1B}} \cdot 100\% = \frac{294,045 - 277,393}{277,393} \cdot 100\% = 6\%$$

Общие потери давления в сети:

$$P = 294,045 + 277,393 = 571,438 \text{ Па}$$

3.2.2 Выбор вентилятора для системы вытяжной вентиляции

С учетом коэффициентов потерь или подсосов в воздуховодах рассчитывается полный напор вентилятора.

В данном случае $k_{\Pi} = 1,15$, так как $l_{\text{возд}} = 45 \text{ м}$.

$$L_B = L_{\text{общ}} \cdot K_{\Pi} = 3,65 \cdot 1,15 = 4,2 \text{ м}^3/\text{с} \text{ (15120 м}^3/\text{ч)}.$$

Для проектируемой вытяжной вентиляции выбираем вентилятор низкого давления, т.к. $H < 1 \text{ кПа}$ ($H = 571,438 \text{ Па}$).

Установочная мощность электродвигателя для вентилятора:

$$N_y = \frac{K_3 \cdot L_B \cdot H_B}{\eta_B \cdot \eta_{\Pi}}$$

где η_B – КПД вентилятора (принимается по характеристике вентилятора);

η_{Π} – КПД провода вентилятора, при непосредственной установке вентилятора на валу электродвигателя он равен 1,0, а при установке через муфту 0,98;

K_3 - коэффициент запаса; $K_3 = 1,05 \div 1,5$.

Установочная мощность электродвигателя для вентилятора:

$$N_y = \frac{1,1 \cdot 15120 \cdot 571,438}{0,78 \cdot 1,0 \cdot 3600} = 3385 \text{ Вт}$$

По воздухопроизводительности принимаем к установке вентилятор ВР 80 – 75 № 8. Сечение выхлопного отверстия 705x705 мм, диаметр

всасывающего отверстия $d_0=1010$ мм, площади сечений: выхлопа $f_{\text{ВЫХЛ}}=0,497$ м², входа $f_{\text{ВХ}}=0,8$ м².

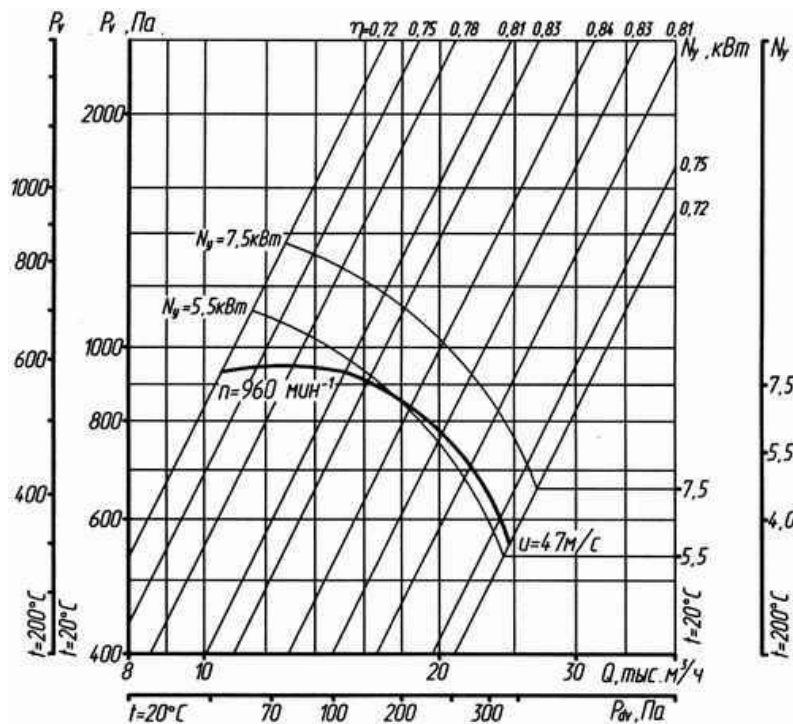


Рис 3.4 – Аэродинамическая характеристика вентилятора ВР 80-75 № 8.

По графику при $Q=15$ тыс. м³/час мощность двигателя $\eta = 0,81$ и $N_d=5,5$ кВт, полное давление $P_v= 950$ Па.

Вентилятор ВР 80-75 № 8 полностью удовлетворяет требованиям.

Расположение вентиляционной системы в авторемонтном цехе указана в Приложении А.

4 Финансовый менеджмент

4.1 Затраты на установку системы вентиляции

Для расчета экономических затрат на установку вентиляционной системы учитываются стоимость вентиляторов радиальных низкого давления и дополнительного оборудования, и затраты на ее установку. В таблице 4.1 указаны вентиляторы радиальные низкого давления и их стоимость.

Таблица 4.1 - Вентиляторы радиальные низкого давления

Номенклатура	Цена, руб
Вентилятор в/з ВР 80-75 № 8 3кВт, 750об/мин	12790
Вентилятор в/з ВР 80-75 № 8 4кВт, 750об/мин	13710
Вентилятор в/з ВР 80-75 № 8 5,5кВт, 750об/мин	13710
Вентилятор в/з ВР 80-75 № 8 4кВт, 1000об/мин	14550
Вентилятор в/з ВР 80-75 № 8 7,5кВт, 1000об/мин	13710
Вентилятор в/з ВР 80-75 № 8 11кВт, 1000об/мин	14550

На установку требуется вентилятор ВР 80-75 № 8 5,5кВт, 750об/мин.

В таблице 4.2 указаны затраты на установку системы вентиляции.

Таблица 4.2 - Затраты на установку вентиляции

Наименование оборудования	Стоимость оборудования, тыс.руб.	Стоимость монтажных работ, тыс.руб.
ВР-80-75 №8 (2 вентилятора)	27,420	3,21
Система воздуховодов	58,23	2,54
Воздухозаборная решетка	0,577	0,9
Калорифер	15,104	2,75
Набор крепежных элементов	5,6	1,57
Вставка гибкая	0,2	0,78

Продолжение таблицы 4.2

Фланец	1,3	0,83
Болт	1,08	0,85
Глушитель	0,98	0,91
Итого	123,831	

Так же учитываются затраты на оплату труда четырех работников, каждый из них получит за установку системы вентиляции по 25 тыс. руб.

$$4\text{чел.} \cdot 25000 \text{ руб.} = 100000 \text{ руб.}$$

Суммарные затраты на установку и оборудование вентиляционной системы составит:

$$123831 \text{ руб.} + 100000 \text{ руб.} = 223831 \text{ руб.}$$

4.2 Затраты на звукоизоляцию

Для снижения шума в данном помещении предусматривается звукопоглощающая облицовка потолка и части стен звукопоглощающими плитами, изготовленными из минеральной ваты Rockwool Акустик Баттс. Оптимальная плотность материала (40 кг/м^3), хаотичное расположение волокон и однородная структура плиты, как следствие уникальной технологии производства, обеспечивают отличные звукопоглощающие свойства и отсутствие усадки в течение всего периода эксплуатации.

Применение продукта в конструкциях обеспечивает соответствие российским строительным нормам, а также пожаробезопасность и экологический комфорт.

Используется в качестве среднего слоя в конструкциях каркасно-обшивных перегородок и облицовок, межэтажных перекрытий, а также для дополнительной звукоизоляции потолков. Материал отвечает всем требованиям к звукопоглощающим материалам. Применение Акустик Баттс в конструкциях позволяет значительно улучшить их звукоизоляционные характеристики.

Преимущества:

- Низкая теплопроводность;
- Гидрофобность и паропроницаемость;
- Минераловатная теплоизоляция отличается уникальными водоотталкивающими свойствами, что наряду с высокой паропроницаемостью позволяет легко и эффективно удалять пары из помещений и конструкций. Эти свойства также позволяют поддерживать комфортный температурный режим в помещении и сохранять коммуникации в сухом состоянии;
- Негорючесть. Минеральные волокна относятся к группе негорючих (НГ по ГОСТ 30244) строительных материалов. Выдерживают температуру свыше 1000°C, не плавясь и защищая помещение от огня;
- Устойчивость к деформациям. Часть волокон материала расположена вертикально, в результате чего общая структура не имеет определенного направления, что обеспечивает высокую жесткость теплоизоляционного материала и защищает от усадки на протяжении всего срока эксплуатации;
- Звукоизоляция. Минеральная вата имеет открытую пористую структуру и улучшает звукоизоляцию помещения;
- Экологичность. Это один из немногих промышленных продуктов, позитивно влияющих на окружающую среду. Низкая теплопроводность позволяет значительно снизить потребление энергии, необходимой для поддержания температурного режима здания. Кроме этого, продукт обладает биологической стойкостью: он не подвержен гниению и воздействию микроорганизмов.

Площадь облицовки данного помещения $S_{\text{Обл}} = 432 \text{ м}^2$.

Средняя цена на звукопоглощающие плиты Rockwool Акустик Баттс 250 рублей за кв. метр.

$$250 \text{ руб/м}^2 \cdot 432 \text{ м}^2 = 88560 \text{ руб.}$$

Затраты на оплату труда пятерым рабочим по установке звукопоглощающих плит, каждый из них получит за работу по 27 тыс. руб.

$$5 \text{ чел.} \cdot 27000 \text{ руб.} = 135000 \text{ руб.}$$

Суммарные затраты по звукоизоляции составят:

$$88560 \text{ руб.} + 135000 \text{ руб.} = 223560 \text{ руб.}$$

Данный вид звукоизолирующей облицовки не только экологичен и менее пожароопасен, но и экономически выгоден.

4.3 Затраты на виброизоляцию

Для обеспечения виброизоляции компрессора используются комбинированные виброизоляторы, состоящие из стандартных пружин типа ДО-40 и резиновых прокладок из губчатой резины.

Губчатая резина техническая ТУ 38 105867-90.

Губчатая резина - пористый материал на основе твёрдых каучуков или латексов, обладающих теплоизоляционными, звукоизоляционными и герметизирующими свойствами.

Применяется для уплотнения разъемных соединений, в машиностроительной и приборостроительной отраслях, для амортизации и виброизоляции, изготовление деталей вырубным способом, как уплотняющая звукоизолирующая прокладка на металлические листы и каркасы на звукоизолирующих капотах дизелей, прокладка на упаковочной таре.

Цена одного виброизолятора ДО-40 составляет 170 руб.

Цена 1 кг губчатой резины составляет 190 руб.

Общие затраты на виброизоляторы:

$$12 \text{ шт} \cdot 170 \text{ руб} + 190 \text{ руб} = 2230 \text{ руб.}$$

Оплата труда одному рабочему, по установке виброизоляции, составит 24 тыс. руб.

Таким образом, общие затраты на оборудования и оплату труда рабочим составят 473621 рубль.

5. Социальная ответственность

5.1 Описание рабочего места работника

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

Рабочее место представляет, участок площади, соответствующим образом оборудованный и оснащенный для выполнения работы одним рабочим или бригадой рабочих. Оно обеспечено всем необходимым для бесперебойного выполнения производственного задания, а работы выполняются в строгом соответствии с регламентированной технологией [22, 23].

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

Автомеханик для ремонта и обслуживания автомобилей использует такие устройства как: токарно-винторезный станок, вертикально-сверлильный станок, круглошлифовальный станок, поперечно-строгальный станок и прочее.

На работника воздействуют вредные факторы, такие как:

- Токсичные соединения выхлопных газов (CO_2 , CO, оксиды азота, свинец и его соединения);
- Шум;
- Повышенная вибрация;
- Ненормированное освещение;
- Повышенная или пониженная температура [23].

5.1.1 Токсичные соединения выхлопных газов (CO₂, CO, оксиды азота, свинец и его соединения)

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

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

Длительный контакт с выхлопными газами приводит к смерти, в частности – от отравления конкретно угарным газом[24, 25].

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

В таблице 5.1 обозначены токсичные соединения выхлопных газов, их фактические значения на рабочем месте, нормативные значения, и нормативные документы, регламентирующие их.

Таблица 5.1 – Значения токсичных соединений выхлопных газов

Наименование вредного фактора	Значение	Допустимое значение	Регламентирующий документ
CO, мг/м ³	17	16	ГОСТ 12.1.005-94
CO ₂ , мг/м ³	22	20	ГОСТ 12.1.005-95
Оксиды азота, мг/м ³	2.3	1.5	ГОСТ 12.1.005-83
Свинец и его соединения, мг/м ³	0.009	0.01	ГН 2.2.5.686-98

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

5.1.2 Вредное воздействие шума

Шум неблагоприятно воздействует на организм человека: повышает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, значительно ослабляет внимание, увеличивает число ошибок во время работы, замедляет скорость психических реакций, в результате чего снижается производительность труда и ухудшается качество работы [26, 27].

В таблице 5.2 обозначены фактические значения шума на рабочем месте и допустимые значения регламентирующих документов.

Таблица 5.2 – Значения шума

Наименование вредного фактора	Значение	Допустимое значение	Регламентирующий документ
Шум, дБ	83.3	85	ГОСТ 12.1.003-91

Уровень шума достигает допустимые значения.

5.1.3 Недостаточная освещенность

Согласно ГОСТ 12.0.003-86 недостаточная освещенность рабочей зоны является вредным производственным фактором, который может привести к быстрому утомлению и снижению работоспособности [28, 29]

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

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

- источники света;
- осветительные приборы;

- световые проемы;
- светозащитные устройства;
- светофильтры;
- защитные очки [30].

Освещенность рабочих мест с разнообразными видами ручных работ и работ повышенной точности указано в ГОСТ Р 55710-2013 «Освещение рабочих мест внутри зданий» [31].

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

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

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

Расчет освещения производится для помещения площадью 56 м², длина которого 8 м, ширина 7 м, высота 4 м. Основной задачей расчета искусственного освещения является определение числа светильников или мощности ламп для обеспечения нормированного значения освещенности. Для расчета искусственного освещения воспользуемся методом светового потока.

Расчет освещения начинают с выбора типа светильника, в нашем случае это светодиодные светильники комбинированного света [32, 33].

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

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

где Φ – световой поток каждой из ламп, лм;

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

S – площадь освещенного помещения, $S = 56 \text{ м}^2$;

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

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

N – число светильников;

η – коэффициент использования светового потока ламп.

Для определения коэффициента использования светового потока η находят индекс помещения (i) и предполагаемые коэффициенты отражения поверхностей помещения: потолка $R_{\text{п}}$, стен $R_{\text{с}}$, которые представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Коэффициенты отражения поверхностей помещения потолка и стен

Для светлых административно-конторских помещений	$R_{\text{п}} = 70 \%$, $R_{\text{с}} = 50 \%$,
Для производственных помещений с незначительными пылевыделениями	$R_{\text{п}} = 50 \%$, $R_{\text{с}} = 30 \%$,
Для пыльных производственных помещений	$R_{\text{п}} = 30 \%$, $R_{\text{с}} = 10 \%$,

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{S}{h * (A + B)}, \quad (5.2)$$

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

где A, B – размеры помещения, $A = 8 \text{ м}$, $B = 7 \text{ м}$;

h – высота светильников над рабочей поверхностью;

h_2 – наименьшая допустимая высота подвеса над полом; $h_2 = 4 \text{ м}$.;

h_1 – высота рабочей поверхности над полом $h_1 = 1 \text{ м}$.

Используя формулу (5.3), получим:

$$h = 4 - 1 = 3 \text{ м};$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами:

$$L = 3 * 1,2 = 3,6 \text{ м};$$

Расстояние от стен помещения до крайних светильников:

$$l = \frac{L}{3}; \quad (5.4)$$

$$l = \frac{3,6}{3} = 1,2;$$

Число рядов светильников в помещении:

$$N_1 = \frac{8}{3,6} = 2,22 ;$$

Число светильников в ряду:

$$N_2 = \frac{7}{3,6} = 1,94 ;$$

Общее число светильников:

$$N = 2 * 2 = 4 .$$

Исходя из размеров помещения: А= 8м и В= 7 м, пользуясь формулой (5.2) получаем:

$$i = \frac{56}{3 * (8 + 7)} = 1,24$$

По таблице 5.3 принимаем значение коэффициентов отражения потолка ($\rho_{\text{п}}=50\%$) и стен ($\rho_{\text{с}}= 30\%$). Схема расположения светильников на потолке представлена на рисунке 5.1.

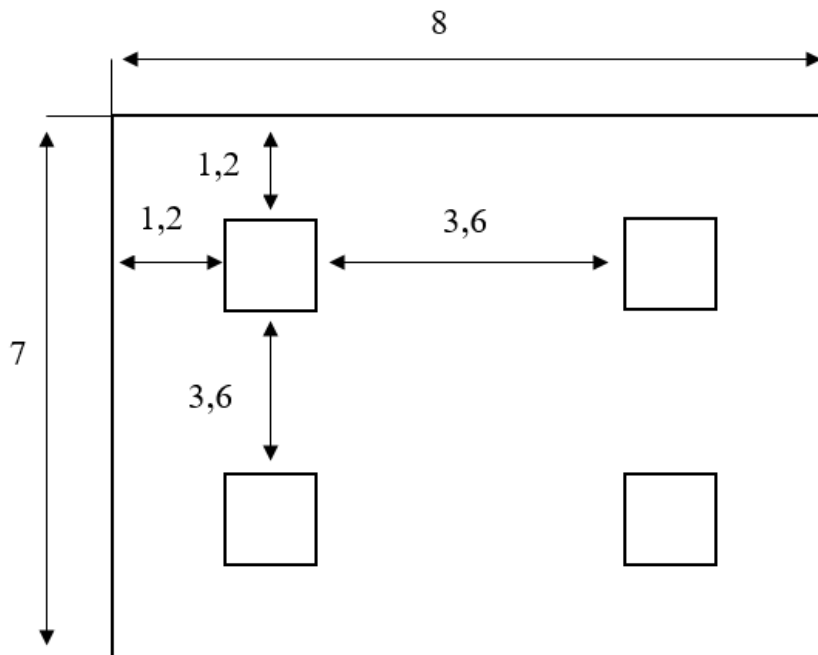


Рисунок 5.1 – Схема расположения светильников на потолке

В качестве источника света будем использовать светодиодные

светильники, для них: $\eta = 0,39$.

Световой поток лампы рассчитываем по формуле (5.1):

$$\Phi = \frac{300 \cdot 1 \cdot 56 \cdot 1}{4 \cdot 0,39} = 10\,769,2 \text{ лм.}$$

С учетом вычислений светового потока делаем вывод о том, что в помещении отдела службы охраны труда необходимо установить 4 светодиодных светильника DS – PROMA 90, мощностью 90 Вт.

5.1.4 Ненормированные значения температуры производственных помещений

Высокая температура воздуха в производственных помещениях при сохранении других параметров вызывает быструю утомляемость работающего, перегрев организма и большое потовыделение. Это ведет к снижению внимания, вялости и может оказаться причиной возникновения несчастного случая [34, 35].

Низкая температура может вызвать местное и общее охлаждение организма и стать причиной ряда простудных заболеваний – ангины, катара верхних дыхательных путей [36, 37].

В таблице 5.4 обозначены фактические значения температуры на рабочем месте и допустимые значения регламентирующих документов.

Таблица 5.4– Значения температуры

Наименование вредного фактора	Значение	Допустимое значение	Регламентирующий документ
Температура, °С	25	19 - 21	ГОСТ 12.1.005-88

Температура не соответствует допустимым значениям нормативных документов.

В качестве регулирования температуры и свежести воздуха в помещении рекомендуются мероприятия по установке вентиляционной системы.

5.2 Анализ выявленных опасных факторов

Поражение электрическим током является наиболее опасным фактором производственной среды [38].

Поражение электрическим током возникает при соприкосновении с электрической цепью, в которой присутствуют источники напряжения и/или источники тока, способные вызвать протекание тока по попавшей под напряжение части тела.

К основным мерам защиты относятся:

- средства коллективной защиты;
- защитное заземление, зануление;
- использование малых напряжений;
- применение изоляции.

Рабочее место обеспечено заземлением от каждого оборудования, все провода под напряжением надежно заизолированы, а у каждого работника цеха имеется средства индивидуальной защиты, что не дает возможности удара электрическим током [39, 40].

5.3 Охрана окружающей среды

Для защиты окружающей среды и уменьшения выбросов вредных веществ в атмосферу и в водный бассейн реки Оби применяются следующие оборудования [41].

1. Газопылеочиститель пенный (скруббер) типа ПГП-И

Пылегазоочиститель пенный типа ПГП-И, далее скруббер предназначен для санитарной очистки технологических газов от взвешенных веществ, минеральной пыли, соединений азота, серы, хлора, органических соединений и т. п.

Промышленные производства пагубно влияют на атмосферный воздух и оказывают вредное физическое воздействие на него. Поэтому атмосферный

воздух защищен такими основными нормативными документами как:

- Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ (ред. от 29.07.2018) «Об охране атмосферного воздуха»;
- СанПиН 2.1.6.1032-01 Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха.

2. Комбинированный песко-нефтеуловитель ЛОС-КПН

Используется в качестве сооружения для очистки отходов производства.

Охрану водному бассейну обеспечивает «Водный кодекс РФ» от 03.06.2006 № 74 - ФЗ (ред. от 27.12.2018).

5.4 Защита в чрезвычайных ситуациях

На территории ПАО «Новосибирский металлургический завод им. Кузьмина» возможны ЧС природного характера, такие как:

- Геофизические опасные явления: землетрясения;
- Метеорологические и агрометеорологические опасные явления: бури, ураганы, сильный дождь, снегопад, метель, заморозки.

Заморозки являются наиболее типичными и частыми явлениями в данном регионе.

Данные ЧС природного характера не возможны на территории ПАО «Новосибирский металлургический завод им. Кузьмина».

5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

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

нормами [42, 43].

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

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

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

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

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

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

Заключение

В данной работе особое внимание уделено проектированию систем общеобменной приточной и вытяжной вентиляции.

Проект системы вентиляции позволяет получить следующие результаты:

- обеспечить поддержание допустимых метеорологических параметров в помещении, и тем самым снизить риск профессиональных заболеваний работников и увеличить срок службы оборудования;

- снизить содержание вредных веществ до предельно допустимых концентраций, установленных действующими государственными стандартами и гигиеническими нормативами, и исключить возможность образования взрывоопасных концентраций газов;

- повысить производительность труда и качество выполняемых работ [42].

Также приводится экономическое обоснование разработанных систем, а именно: целесообразность установки данных моделей вентиляционного оборудования.

Список использованных источников и литературы

1. Самойлов, В. Вентиляция и кондиционирование /В. Самойлов. – М.: Аделант, 2009. – 686 с.
2. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда). / П.П. Кукин, В.Л. Лапин, Н.Л. Пономарев и др. – М.: Высш. шк., 2012. – 335 с.
3. Кокорин О. Я., Варфоломеев Ю. М. Системы и оборудование для создания микроклимата помещений
4. Фролов А.В. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда. – Ростов н/Д.: Феникс, 2010. – 736 с.
5. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».
6. Вентиляция производственных помещений – виды систем, требования [Электронный ресурс] / Вентиляция и воздух. – <http://vent-vozduh.ru/proizvodstvo/ventilyatsiya-proizvodstva.html#i>. Дата обращения: 25.03.2019 г.
7. Производственная вентиляция [Электронный ресурс] / [foundmaster.ru](https://foundmaster.ru/ventilation/chto-takoe-proizvodstvennaya-ventilyatsiya.html). – <https://foundmaster.ru/ventilation/chto-takoe-proizvodstvennaya-ventilyatsiya.html>. Дата обращения: 25.03.2019 г.
8. Архипов, Т. В. Автоматическое регулирование вентиляции и кондиционирования воздуха / Т.В. Архипов. – М.: ЁЁ Медиа, 2012. – 242 с.
9. СанПиН 2.2.4.548-96. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений; Рид Групп – М., 2017. – 583 с.
10. Баркалов, Б. Кондиционирование воздуха в промышленных, общественных и жилых зданиях / Б. Баркалов, Е. Карпис. – М.: Литературы по строительству, 2014. – 270 с.
11. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

12. Строительные нормы и правила. СНиП 2.04.95-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

13. Варфоломеев Ю.М. Отопление и тепловые сети [Текст] : учебник для студентов средних специальных учебных заведений, обучающихся по специальности 2914 «Монтаж и эксплуатация внутренних сантехнических устройств и вентиляции» / Ю. М. Варфоломеев, О. Я. Кокорин. – изд. испр. – М.: Инфра-М, 2010. – 480 с.

14. ПАО "Новосибирский металлургический завод им. Кузьмина"

15. Федеральный закон от 28.12.2013 N 426-ФЗ (ред. от 27.12.2018) «О специальной оценке условий труда»

16. Сибикин Ю.Д. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха [Текст]: учебное пособие для студентов учреждений СПО по специальности 140102 «Теплоснабжение и теплотехническое оборудование» / Ю. Д. Сибикин. – 5-е изд., стер. – М.: Академия, 2008. – 303 с.

17. Дроздов В.Ф. Отопление и вентиляция [Текст]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Теплогазоснабжение и вентиляция» / В. Ф. Дроздов. – М.: Высшая школа, 1984 – 264 с.

18. Кострюков В.А. Отопление и вентиляция [Текст]: учебник для техникумов / В. А. Кострюков. – М.: Стройиздат, 1965 – 328 с.

19. Шиляев, М.И. Типовые примеры расчета систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха [Текст]: учебное пособие / М.И. Шиляев, Е.М. Хромова, Ю.Н. Дорошенко. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2012. – 288 с.

20. Руководство Р 2.2.013-94. Гигиена труда. Гигиенические критерии оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса. Госкомсанэпиднадзор России, – М.: 1994. – 42 с.

21. Щекин Р.В., Корневский С.М., Бем. Г.Е. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. 4-е изд., перераб. и доп. – Киев: Будівельник, 1976. – 352 с.

22. Фокин С.В. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха: устройство, монтаж и эксплуатация [Текст]: учебное пособие для студентов образовательных учреждений профессионального образования / С. В. Фокин, О. Н. Шпортко. – М.: Альфа-М : ИНФРА-М, 2011. – 368 с.
23. Богословский В.Н., Новожилов В.И. Отопление и вентиляция. Учебник для вузов. В 2-х ч. Ч.2. Вентиляция. Под ред. В.Н. Богословского. – М.: Стройиздат, 1976. – 439 с.
24. ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы.
25. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
26. ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений
27. Русланов Г.В., Розкин М.Я., Ямпольский Э.Л. Отопление и вентиляция жилых и гражданских зданий: Проектирование. Справочник. – Киев: Будівельник, 1983. – 272с.
28. Богословский В.Н. Отопление: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Теплогазоснабжение и вентиляция» / В. Н. Богословский, А. Н. Сканави. – М.: Стройиздат, 2007. – 736 с
29. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда [Текст] - Введ. 2005 -01-11. – М.: Бюллетень нормативных и методических документов Госсанэпиднадзора, выпуск 3 (21) 09. 2005. – 176 с.
30. Методические рекомендации «Оценка теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и мерам профилактики охлаждения и перегревания» N 5168-90 от 05.03.90. В сб.: Гигиенические основы профилактики неблагоприятного воздействия производственного микроклимата на организм человека. В.43, – М.: 1991, с.192–211.
31. Строительные нормы и правила. СНиП 2.01.01. «Строительная

климатология и геофизика».

32. Руководство Р 2.2.4/2.1.8. Гигиеническая оценка и контроль физических факторов производственной и окружающей среды.

33. Рысин С.А. Вентиляционные установки машиностроительных заводов: Справочник. 3-е изд., перераб. – М.: Машиностроение, 1964.

34. Баркалов Б.В., Павлов Н.Н., Амирджанов С.С. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3ч. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 2/ Под ред. Павлова Н.Н. и Шиллера Ю.И. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1992. – 416 с.

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

36. Обеспечение оптимальных условий воздушной среды производственных помещений. Методические указания по дипломному проектированию. – М.: 1986. – 158 с.

37. Борисов Ю.С. Справочник механика машиностроительного завода. Т. 2. Технология ремонта. – М.: МАШГИЗ, 1958. – 1067 с.

38. 8. С.В. Белов. Сборник типовых расчетов по курсу «Охрана труда», – М.: 1980. – 342 с.

39. Сарбаев В.И., Селиванов С.С. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: механизация и экологическая безопасность производственных процессов. 2-е изд. – Ростов-на-Дону, Феникс, 2005. – 380 с.

40. Расчет необходимого времени эвакуации людей из помещений при пожаре: Рекомендации. – М.: ВНИИПО МВД СССР, 1989.

41. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности, Утверждена приказом МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382 (зарегистрирован в Минюсте России 6 августа 2009 г. Регистрационный № 14886).

42. Кострюков В.А. Сборник примеров расчета по отоплению и вентиляции. Ч. 2. Вентиляция. – Стройиздат. 1962. – 200 с.

43. 26. Посохин, В.Н. Аэродинамика вентиляции / В.Н. Посохин. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2008. – 236 с
44. Максимов, Г. А. Движение воздуха при работе систем вентиляции и отопления / Г.А. Максимов. – М.: ЁЁ Медиа, 1987. – 532 с.
45. Инженерные системы зданий и сооружений. Теплогазоснабжение и вентиляция. Учебник. – М.: Машиностроение, 2014. – 320 с.
46. Кондиционирование, вентиляция и отопление помещений. – М.: Современная школа, 2009. – 256 с.
47. Государственные элементные сметные нормы на строительные и специальные строительные работы. ГЭСН-2001. Часть 20. Вентиляция и кондиционирование воздуха. – М.: ФГУ ФЦЦС, 2009. – 963 с.
48. Самойлов, В. С. Вентиляция и кондиционирование / В.С. Самойлов, В.С. Левадный. – М.: Аделант, 2009. – 240 с.
49. Борисоглебская, А.П. Лечебно-профилактические учреждения. Общие требования к проектированию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха / А.П. Борисоглебская. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2008. – 338 с.
50. Вентиляция / В.И. Полушкин и др. – М.: Academia, 2011. – 416 с.

Приложение А

(обязательное)

Система вентиляции авторемонтного цеха

