

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



Институт Электронного обучения
Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Кафедра Электропривода и электрооборудования

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Исследование частотно - регулируемого электропривода вентиляторной установки

УДК 621.635.001.5

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Г12	Шпаченко Ольга Игоревна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Однокопылов Иван Георгиевич	К.Т.Н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна	К.Э.Н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романцов Игорь Иванович			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭПЭО	Дементьев Юрий Николаевич	К.Т.Н., доцент		

Томск – 2016 г.

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

Институт Электронного обучения
Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Кафедра Электропривода и электрооборудования

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) Дементьев Ю.Н.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
З-5Г12	Шпаченко Ольге Игоревне

Тема работы:

Исследование частотно - регулируемого электропривода вентиляторной установки	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	01.04.2016 г. № 2533/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10.06.2016
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Отечественные и зарубежные периодические издания; монографии; сборники трудов по теме работы; справочники; стандарты; ГОСТы; ТУ
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Введение; Изучение типов вентиляторов; Выбор оборудования; Расчет параметров схемы замещения и построение естественных характеристик двигателя; Создание имитационной модели электропривода вентиляторной установки; Разработка учебного стенда; Исследование изменения расхода воздуха в

	трубе при частотном регулировании вентиляторной установки; Обсуждение результатов испытаний; Выводы и рекомендации; Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; Социальная ответственность.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	к.э.н., доцент Мелик-Гайказян Мария Вигеновна
Социальная ответственность	ст. преподаватель Романцов Игорь Иванович

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.02.2016 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Однокопылов Иван Георгиевич	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-5Г12	Шпаченко Ольга Игоревна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 102 с., 49 рис., 22 табл., 35 источников.

Ключевые слова: центробежный вентилятор, преобразователь частоты, лабораторный стенд, скалярное управление

Объектом исследования является: вентиляторная установка

Цель работы – исследование вентиляторной установки, предназначенной производить имитацию потока газообразной среды для лабораторного стенда

В процессе исследования проводились:

В процессе теоретического исследования были рассчитаны статические характеристики электропривода вентилятора, собрана имитационная модель в среде Матлаб, позволяющая проводить исследования электропривода в динамических режимах.

В экспериментальных исследованиях выявлены возможности вентиляторной установки по нагнетанию потока газообразной среды (воздух) в трубопровод, для дальнейшей регулировки. Получены экспериментальные зависимости расхода воздуха при частотном регулировании и при ручном дросселировании заслонкой.

Степень внедрения: рекомендации по дальнейшей разработке учебного стенда

Область применения: проведение лабораторных работ со студентами очной и заочной формы обучения

В будущем планируется продолжить работу по автоматизации комплекса регулирования газообразных сред

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	8
1.1 Осевые вентиляторы.....	8
1.2 Радиальные вентиляторы.....	13
1.3 Сравнение центробежных и осевых вентиляторов.....	18
2. РАСЧЕТ И ВЫБОР СИЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	20
2.1 Расчет мощности двигателя и предварительный его выбор.....	20
2.2 Выбор преобразовательного устройства для регулирования электропривода.....	22
2.3 Выбор аппаратуры управления.....	26
2.4 Расчет и выбор типа и сечения кабеля сети высокого напряжения.....	27
2.5 Определение расхода электроэнергии за цикл работы, среднецикловых значений КПД и коэффициента мощности.....	28
3. РАСЧЕТ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА.....	31
3.1 Расчет параметров схемы замещения.....	31
3.2 Расчет естественных электромеханических и механических характеристик.....	35
3.3 Расчёт и построение механических и электромеханических характеристик АД для закона регулирования.....	38
4. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ВЕНТИЛЯТОРА.....	43
4.1 Имитационная модель асинхронного электродвигателя в неподвижной системе координат статора α , β	43
4.2 Имитационная модель электропривода вентилятора.....	45
4.3 Результаты имитационного моделирования электропривода.....	47
5. РАЗРОБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СТЕНДА.....	51
5.1 Датчик расхода газа ДРГ.М.....	51
5.2 Блок контроля теплоты микропроцессорный БКТ.М.....	55
5.3 Преобразователь частоты micromaster 440.....	57
5.4 Радиальный вентилятор В-Ц14-46-2,5.....	59
5.5 Экспериментальные исследования.....	62
6. ФИНАНСОВЫ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	66
6.1 SWOT-анализ работы частотно-регулируемого электропривода вентиляторной установки.....	67

6.2 Организация работ технического проекта.....	70
6.2.1 Структура работ в рамках технического проектирования.....	70
6.2.2 Определение трудоемкости выполнения технического проекта...	72
6.2.3 Разработка графика проведения технического проекта.....	74
6.3 Определение сметы затрат на технический проект.....	76
6.3.1 Расчет затрат на специальное оборудование.....	76
6.3.2 Полная заработная плата исполнителей темы.....	77
6.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)....	79
6.3.4 Накладные расходы.....	79
6.4 Формирование сметы технического проекта.....	79
6.5 Определение ресурсоэффективности проекта.....	80
7. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	83
7.1 Производственная безопасность.....	85
7.1.1 Психофизические факторы.....	86
7.1.2 Микроклимат.....	86
7.1.3 Организация и оборудование рабочих мест в лаборатории для различных категорий пользователей.....	88
7.1.4 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.....	89
7.1.5 Шум и вибрация.....	92
7.1.6 Статическое электричество.....	93
7.1.7 Электробезопасность.....	94
7.1.8 Пожарная и взрывная безопасность.....	95
7.1.9 Экологическая безопасность.....	96
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	97
Список используемой литературы.....	99

ВВЕДЕНИЕ

От правильной работы вентиляционной системы зависит не только здоровье людей, но также и эффективность их работы: высокая производительность труда и хорошее качество изготавливаемых изделий.

На многих современных производствах требуется создание устойчивого микроклимата, и его изменение сразу же сказывается на выпуске продукции.

Эффект работы вентиляционной системы прежде всего зависит от работы вентилятора, перемещающего воздух или иную газовую среду. Наблюдения за вентиляционными системами показали, что во многих случаях система работает неудовлетворительно не из-за низкого качества изготовления вентилятора, а вследствие недостаточно правильного его выбора, сделанного без учета особенностей работы вентилятора в сети.

В свою очередь, неправильно выбранный вентилятор зачастую эксплуатируется при более низком коэффициенте полезного действия, что приводит к излишнему расходу электроэнергии. Если учесть, что вентиляторы общего назначения, которые применяются в системах вентиляции, кондиционирования и аспирации, потребляют не менее 4% всей вырабатываемой в стране электроэнергии, то необходимость правильного выбора вентилятора и обеспечения его работы при надлежащем к.п.д. становится совершенно очевидной.

Данная работа посвящена исследованию частотно-регулируемого электропривода вентиляторной установки.

Целью данной работы является разработка и исследование вентиляторной установки, которая входит в состав лабораторного стенда для имитации потока газовой среды.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1. Типы вентиляторов

Вентилятор – одно из распространенных устройств в современной жизни. Само слово вентилятор происходит от латинского *ventilo* – вею, махаю. Отсюда и смысл данного прибора и его принцип работы. Это устройство, предназначенное для формирования потока воздуха или другого газа различной степени мощности[2].

В общем случае вентилятор - ротор, на котором определенным образом закреплены лопатки, которые при вращении ротора, сталкиваясь с воздухом, отбрасывают его. От положения и формы лопаток зависит направление, в котором отбрасывается воздух. Существует несколько основных видов по типу конструкции вентиляторов, используемых для перемещения воздуха [1]:

- осевые (аксиальные);
- центробежные (радиальные);

1.1. Осевые вентиляторы

Вентиляторов существует довольно много. Однако наиболее распространены именно осевые вентиляторы. Осевой вентилятор (рис. 1) представляет собой расположенное в цилиндрическом кожухе лопаточное колесо, при вращении которого поступающий через входное отверстие воздух под воздействием лопаток перемещается между ними в осевом направлении, причем давление его увеличивается. Затем воздух поступает в выпускное отверстие, иногда снабжаемое диффузором [1].

Простейшие осевые вентиляторы состоят из двух основных частей – осевого лопаточного колеса и кожуха.

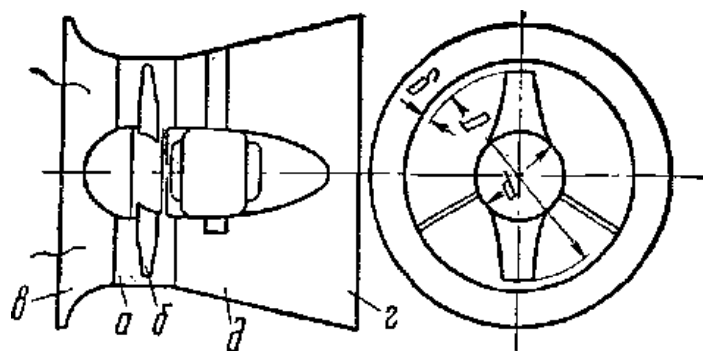


Рисунок 1 – Схема осевого вентилятора:
а – цилиндрический кожух; *б* – лопаточное колесо;
в – входное отверстие; *г* – выходное отверстие; *д* - диффузор

Во многих конструкциях осевые колеса насаживают непосредственно на валы двигателей, а двигатели, укрытые соответствующими обтекателями, располагают внутри кожуха в потоке. В ряде случаев двигатель выносится из потока (рис. 2).

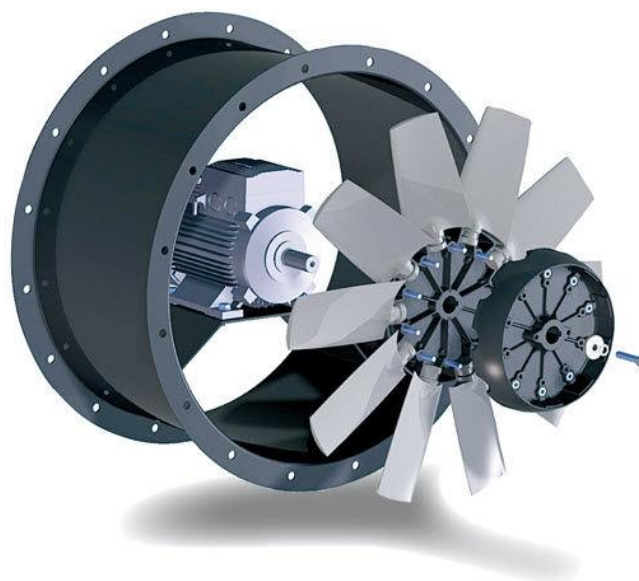


Рисунок 2 – Осевой вентилятор с вынесенным двигателем

Внутренние диаметры цилиндрических кожухов должны обеспечивать вращение колес с минимальными зазорами, т. е. с минимальными расстояниями между концами лопаток и внутренними поверхностями кожухов. Зазоры не должны превышать 1,5% длины лопатки ($\delta \leq 0,015 \frac{D-d}{2}$, см. рис. 1), так как

большие зазоры резко ухудшают аэродинамические качества осевых вентиляторов.

При отсутствии всасывающего воздухопровода на входе необходимо устанавливать коллектор, обеспечивающий хорошее заполнение входного сечения вентилятора.

В больших осевых вентиляторах на выходе помимо осевых диффузоров, обычно устанавливают за колесами спрямляющие поток аппараты. Весьма целесообразна также установка направляющих лопаток на входе, позволяющих осуществлять экономичное регулирование.

Колеса осевых вентиляторов (рис. 3) состоят из втулок и прикрепленных к ним лопаток. В зависимости от профиля лопаток осевые колеса называют нереверсивными или реверсивными.

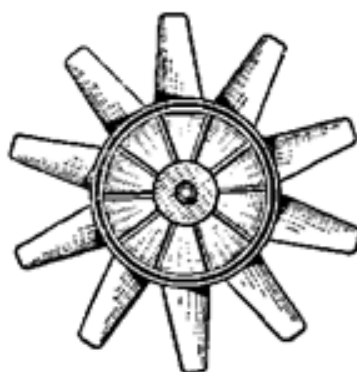


Рисунок 3 – Осевое колесо

В действительности все осевые колеса реверсивны, так как при изменении направления вращения меняется направление подачи. Но называть реверсивными принято только колеса с лопатками, которые имеют симметричный профиль и поэтому работают одинаково в обоих направлениях вращения.

В аэродинамическом отношении более совершенны лопатки со специально рассчитанным несимметричным профилем.

При правильном направлении вращения лопатки должны перемещаться тупой кромкой или вогнутостью вперед. При вращении

острой кромкой или выпуклостью вперед работа вентилятора существенно ухудшается.

Лопатки осевых колес, рассчитанные на основе вихревой теории по мере приближения к втулке расширяются и закручиваются.

В целях упрощения конструкции, что связано, однако, с некоторым ухудшением аэродинамических качеств, применяют незакрученные лопатки, имеющие постоянную ширину.

Втулки осевых колес бывают сварные и литые. Лопатки осевых колес делают из листового металла или отливают. Втулки и лопатки возможно изготавливать одновременно штамповкой целых колес из листового металла (рис. 4), пластмассы или путем отливки. Лопатки осевых колес, выполняемые из листового металла, можно непосредственно штамповать в горячем состоянии. К втулкам лопатки приклепывают, приваривают или крепят при помощи стержней. Лопатки на стержнях, а также литые с приливами, закрепляются внутри втулок, что позволяет устанавливать их под разными углами к плоскости вращения. Осевые колеса с поворотными лопатками очень удобно регулировать путем изменения угла установки.

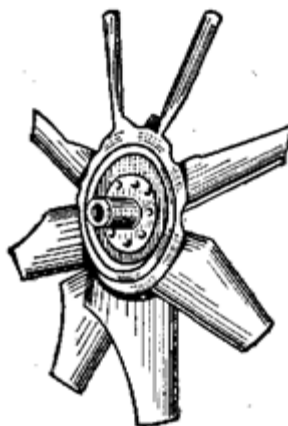


Рисунок 4 – Штампованное осевое колесо

Для изменения направления потока достаточно изменить направление вращения реверсивного колеса, а для того, чтобы нереверсивное колесо работало без снижения эффективности, его нужно и перевернуть на валу.

Нереверсивное колесо с поворотными лопатками при изменении направления вращения можно не перевертывать на валу, а повернуть лопатки на 180° .

Осевые нереверсивные колеса, которые правильно вращаются против часовой стрелки по отношению к наблюдателю, находящемуся на стороне всасывания, называются правыми; осевые нереверсивные колеса, которые правильно вращаются по часовой стрелке по отношению к наблюдателю, находящемуся на стороне всасывания, называют левыми колесами [1].

К достоинствам осевых вентиляторов и их применения можно отнести несколько факторов:

1. низкий уровень шума при работе;
2. компактность корпуса;
3. простота в эксплуатации;
4. дешевизна и простота конструкции;
5. малый расход электроэнергии;
6. долгий срок эксплуатации;
7. защита двигателя от перегрузок, искр, влаги;
8. одинаковый КПД, как в вертикальном, так и в горизонтальном положении;
9. возможность изменять скорость вращения лопастей, изменив скорость работы двигателя.

Подобные устройства применяются в самых разных отраслях. Его можно увидеть как внутри самого обычного компьютера, так и в авиационном двигателе. Чаще всего вентиляторы подобной конструкции применяются при вентиляции жилых или сельскохозяйственных помещений. Из-за низкого уровня шума именно осевой вентилятор очень популярен у создателей вентиляционных систем. Звук, издаваемый им, не раздражает ухо человека или животного, что наиболее удобно при вентиляции рабочих помещений или зданий для скота.

Помимо промышленного применения осевые вентиляторы встречаются и в быту. Самым часто попадающимся примером можно считать кулер внутри системного блока компьютера и самый обыкновенный бытовой напольный или потолочный охладитель. Да и вообще любой, у которого имеется ось, таковым является.

Однако есть у этого приспособления ещё одна функция – очистительная. Очень часто они устанавливаются в шахты, штольни и прочие подземные коммуникации. Их назначение – вытягивать из рабочей зоны газы, дым и прочие примеси, которые могут быть опасны для человека. Для этого их устанавливают на выдув – и винт заставляет воздух всасываться в вентиляционную шахту, в то время как из другой шахты поступает чистый воздух с поверхности [35].

1.2. Радиальные вентиляторы

Центробежный вентилятор (рис. 5) представляет собой расположенное в спиральном кожухе лопаточное колесо, при вращении которого воздух, поступающий через входное отверстие, попадает в каналы между лопатками колеса и под действием центробежной силы перемещается по этим каналам, собирается спиральным кожухом и направляется в его выпускное отверстие [1].

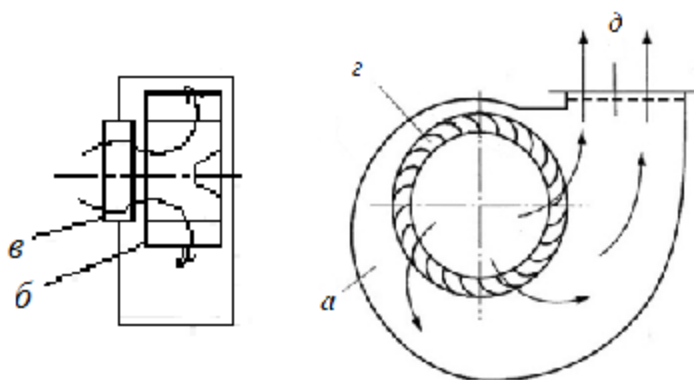


Рисунок 5 – Схема центробежного вентилятора:
 a – спиральный кожух; b и z – лопаточное колесо;
 $в$ – входное отверстие; d – выходное отверстие

Центробежные вентиляторы состоят из трех основных элементов (рис. 6): колеса с лопатками (иногда называемого ротором турбиной), спирального кожуха и станины с валом и подшипниками.

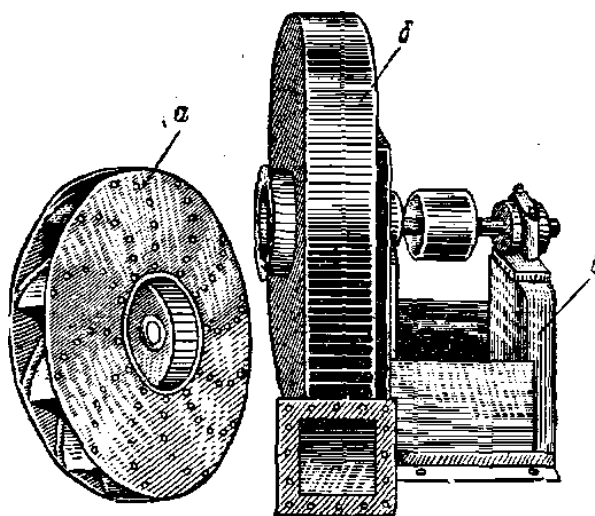


Рисунок 6 – Центробежный вентилятор:
а – колесо с лопатками; *б* – спиральный кожух; *в* – станина

Центробежные колеса обычного типа состоят из лопаток, переднего диска (кольца), заднего диска и ступицы.

Литые или точеные ступицы, предназначенные для насаживания колес на валы, приклепывают, крепят болтами или приваривают к задним дискам. К дискам в свою очередь приклепывают лопатки, которые для этой цели отбортовывают или снабжают уголками.

Лопатки обычно укрепляют между передним и задним дисками. Вентиляторы специального назначения, например пылевые, выполняют, с консольным расположением лопаток без переднего диска, а в некоторых случаях и без заднего диска (открытое колесо). Колеса чаще всего склепывают из листового металла, но встречаются и литые колеса. При изготовлении колес для дымососов широко применяется сварка.

Весьма легкие и дешевые колеса изготавливают штамповкой. Для этой цели в полосе листовой стали делают высечки, отгибаемые затем в виде

лопаток, после чего полосу свертывают по окружности и укрепляют между дисками.

Получили распространение также колеса, лопатки которых крепятся к дискам посредством оставляемых при штамповке шипов. Их вставляют в предусмотренные для них отверстия и отгибают или расклепывают. Таким путем обеспечивается большая точность сборки, а в связи с этим и устойчивость аэродинамических качеств.

Широкие колеса в целях большой прочности иногда снабжают тягами, соединяющими передние кольца со ступицами.

Зазор между колесом и входным патрубком кожуха не должен превышать 1% от диаметра колеса. Влияние зазора увеличивается с уменьшением быстроходности, так как даже при небольшом количестве протекающего через него воздуха, доля последнего в общем количестве засасываемого воздуха становится значительной.

Спиральные кожухи сваривают или склепывают преимущественно из листовой стали; их также можно соединять на фальцах. Можно применять литые спиральные кожухи (рис. 7), имеющие хорошие в аэродинамическом отношении формы, но при больших размерах вентиляторов они чересчур тяжелы. Спиральные кожухи больших вентиляторов устанавливают на самостоятельных опорах, у малых вентиляторов их крепят к станинам.

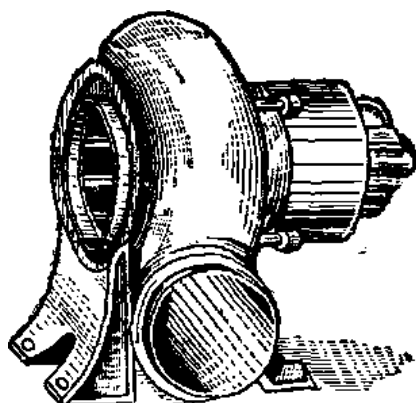


Рисунок 7 – Центробежный вентилятор с литым кожухом

Станины отливают из чугуна или сваривают из стали. На станинах, в подшипниках, чаще всего шариковых, устанавливают также и валы. Колеса на валах укрепляют шпонками и стопорными болтами.

Если вентиляторы предназначены для ременной передачи, то на валы между подшипниками (рис. 8, позиция 3) или консольно (позиция 2) насаживают шкивы.

Колеса на валы чаще всего надевают консольно. При двустороннем всасывании, однако, консольное расположение колеса на валу не применяется. Установка колес на валах между двумя опорами (рис. 8, поз. 5, 6, 7) обеспечивает более спокойный режим работы вентилятора, но усложняет конструкцию, монтаж и присоединение его к воздухопроводу.

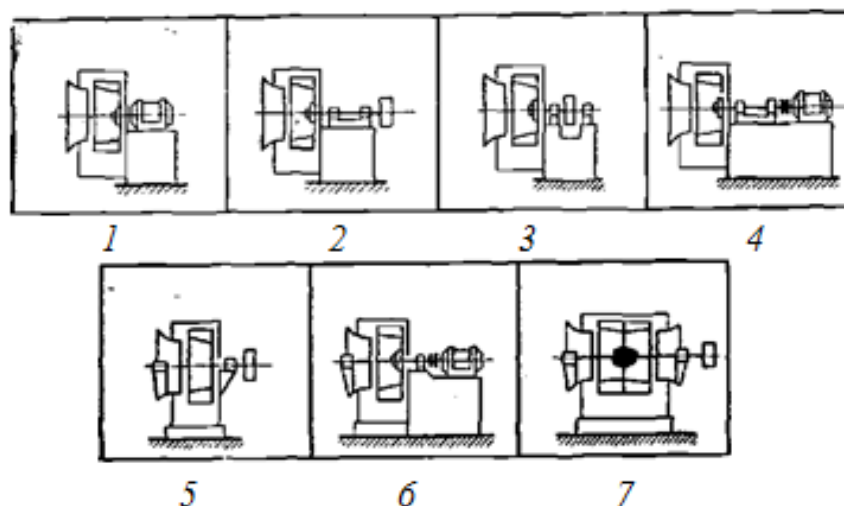


Рисунок 8 – Способы соединения вентиляторов с двигателями

Несомненные преимущества в смысле надежности, компактности, экономичности и бесшумности имеют вентиляторы, колеса

которых насаживаются непосредственно на валы двигателей (см. рис. 7), но такое соединение рекомендуется при малых размерах вентиляторов. В больших вентиляторах колеса с валами двигателей можно соединять при помощи промежуточных муфт (рис. 8, позиция 4). Если наблюдать со стороны, противоположной всасыванию, то вентиляторы, в которых колеса правильно

вращаются по часовой стрелке, будут называться правыми, а против часовой стрелки – левыми.

Правильным будет вращение колес по ходу разворота спиральных кожухов. При обратном вращении колес производительность вентиляторов резко уменьшается, но реверсирования, т. е. изменения направления подачи, не происходит.

Положение кожуха принято обозначать литерами (рис. 9). Кожух с расположением выходного отверстия вверх обозначается литерой *В*, вниз – *Н*, вправо – *П*, влево – *Л*. Возможны промежуточные положения (под углом к горизонту в 45°): *ВЛ*, *ВП*, *НЛ* и *НП*. Кроме того, следует указать и направление вращения (правое и левое). Ранее применявшиеся обозначения порядковыми литерами (*А*, *Б*, *В*, *Г*, *Д*, *Е*, *Ж*, *З*, см. рис. 9) менее наглядны [1].

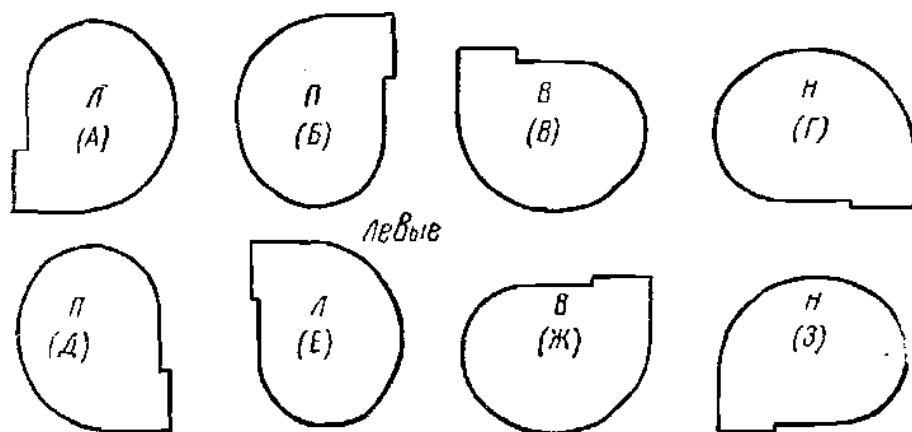


Рисунок 9 – Направление выходных отверстий

Центробежные вентиляторы принято разделять на вентиляторы низкого давления ($p < 100 \text{ кг/м}^2$), среднего давления ($p < 300 \text{ кг/м}^2$) и высокого давления ($p > 300 \text{ кг/м}^2$). Указанное разделение весьма условно, так как недостаточно определять тип вентилятора по одному давлению без указания производительности. Например, вентилятор высокого давления при уменьшении числа оборотов может создавать среднее и даже низкое давление. Поскольку наибольшее число оборотов и соответственно наибольшее давление

определяются прочностью колеса, это разделение, однако, имеет некоторое обоснование.

Значительно удобнее классифицировать вентиляторы по значению критерия быстроходности на оптимальном режиме работы.

Вентиляторы, приспособленные для перемещения дымовых газов, принято называть дымососами, а для перемещения воздуха, засоренного механическими примесями, пылевыми вентиляторами.

За последнее время за границей и у нас начинают получать применение вентиляторы, расположенные непосредственно на кровле, для свободного отсасывания или нагнетания воздуха – крышные вентиляторы.

Для обеспечения широких пределов производительности вентиляторы проектируют сериями, состоящими из нескольких разных по размерам, но обычно геометрически подобных номеров. Номер вентилятора чаще всего определяется наружным диаметром колеса, измеренным в сантиметрах.

1.3 Сравнение центробежных и осевых вентиляторов

Центробежные вентиляторы предпочтительно применять для подачи воздуха при значительных давлениях, а осевые – для подачи относительно больших объемов воздуха при небольших давлениях.

Ориентировочно границу между областью применения центробежных и осевых вентиляторов определяет величина критерия быстроходности. При $n_y < 100$ обычно выбирают центробежные, а при $n_y > 100$ – осевые вентиляторы.

Следует заметить, что работа всяких вентиляторов всегда сопровождается большим или меньшим шумом. По этим соображениям в жилых помещениях, школах, больницах, театрах и т. д. не рекомендуется применять вентиляторы при окружных скоростях более 25 м/сек. Тогда центробежные вентиляторы обычного типа должны развивать давление не более 30–100 кг/м², а осевые – не более 10–15 кг/м².

Уменьшить шум работающих вентиляторов можно путем тщательной балансировки колес, применением скользящих подшипников, тщательной затяжкой креплений, при устройстве упругих фундаментов и прокладок, установке звукопоглотителей и т.д.

Осевые вентиляторы по сравнению с центробежными обычно имеют больший к.п.д., они реверсивны и более компактны, их мощность, как правило, мало зависит от изменения производительности. Такие вентиляторы удобно регулировать поворотом лопаток. Их целесообразно применять для проветривания помещений, вентиляции шахт, туннелей, т. е. для подачи больших объемов воздуха при малых противодавлениях.

Центробежные вентиляторы могут развивать значительно большее давление и применяются они в сложных вентиляционных установках, в системах пневматического транспорта, котельных установках, в качестве тягодутьевых устройств и прочее.

4. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ВЕНТИЛЯТОРА

Для проведения исследований асинхронного электропривода вентилятора необходимо собрать имитационную модель в среде *Matlab/Simulink*.

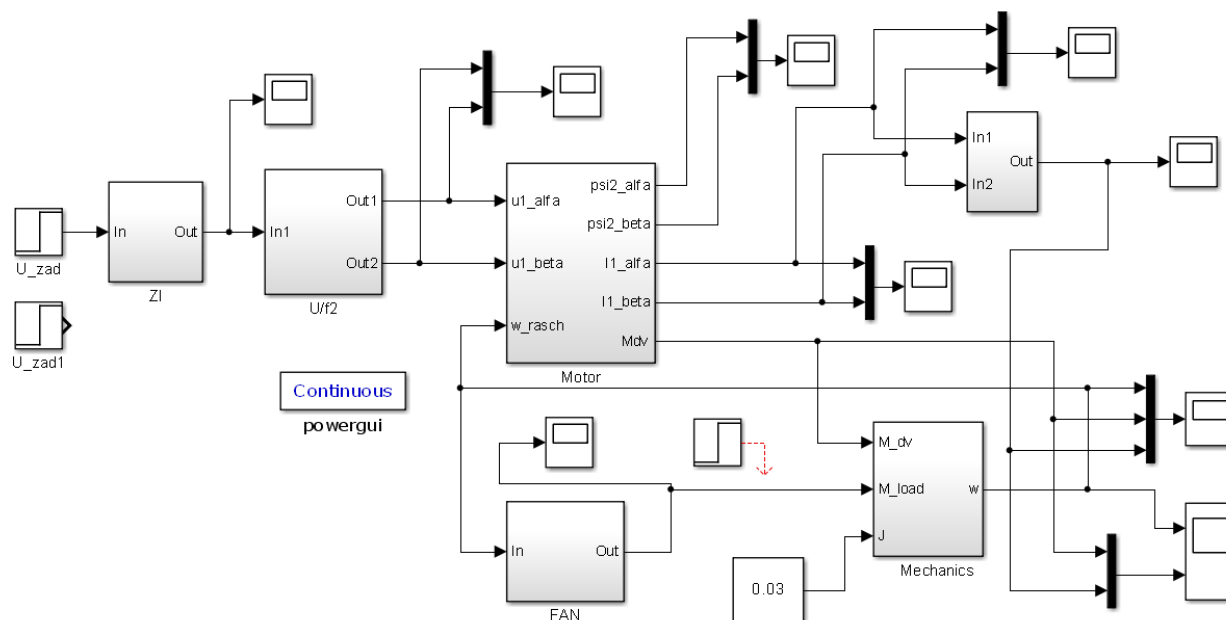


Рисунок 26 – Имитационная модель электропривода вентилятора

На рисунках 31-34 представлены переходные процессы скорости, момента и тока асинхронного двигателя при пуске и набросе нагрузки., с вентиляторной нагрузкой, с введенным задатчиком интенсивности.

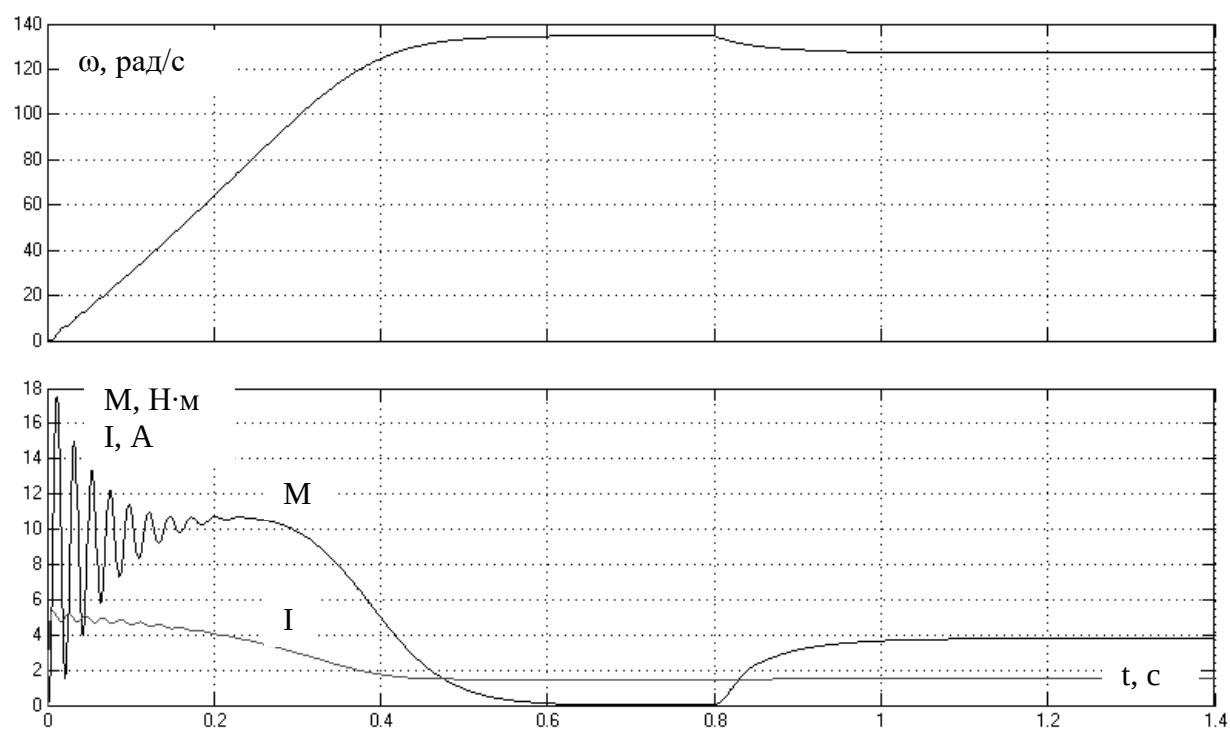


Рисунок 31 – Переходные процессы пуска и наброса нагрузки

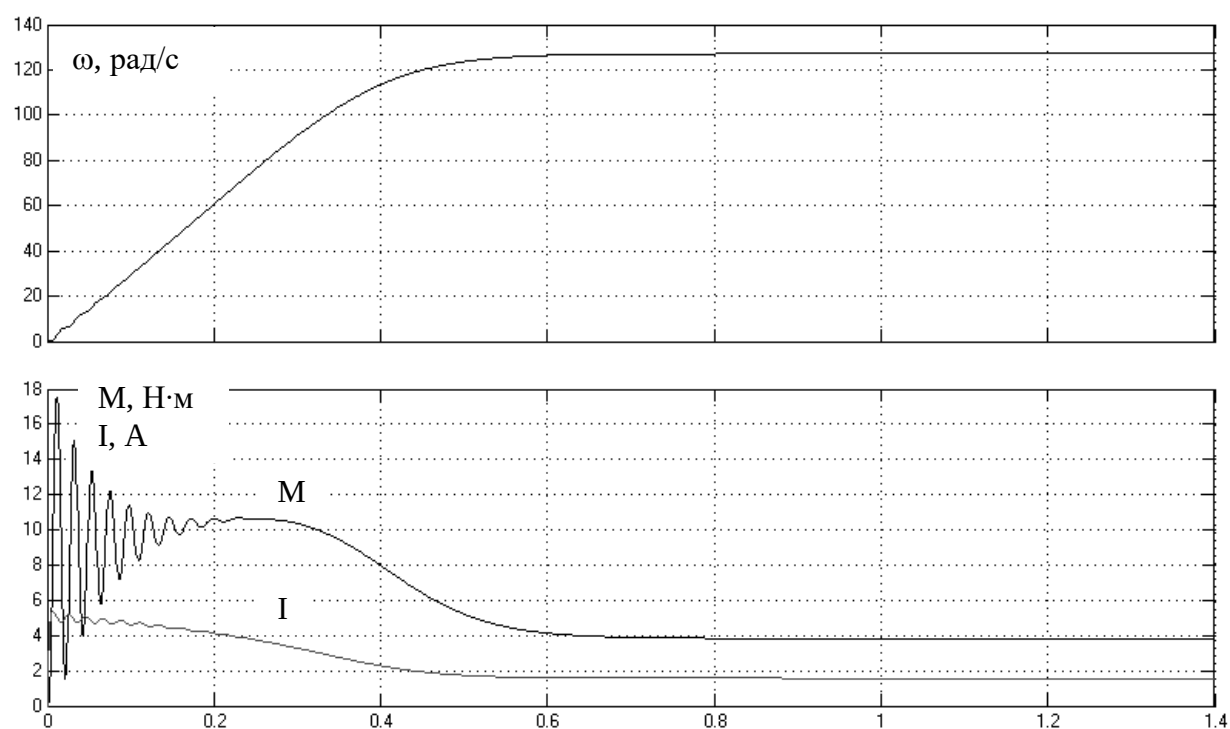


Рисунок 32 – Переходные процессы пуска электропривода с вентиляторной нагрузкой

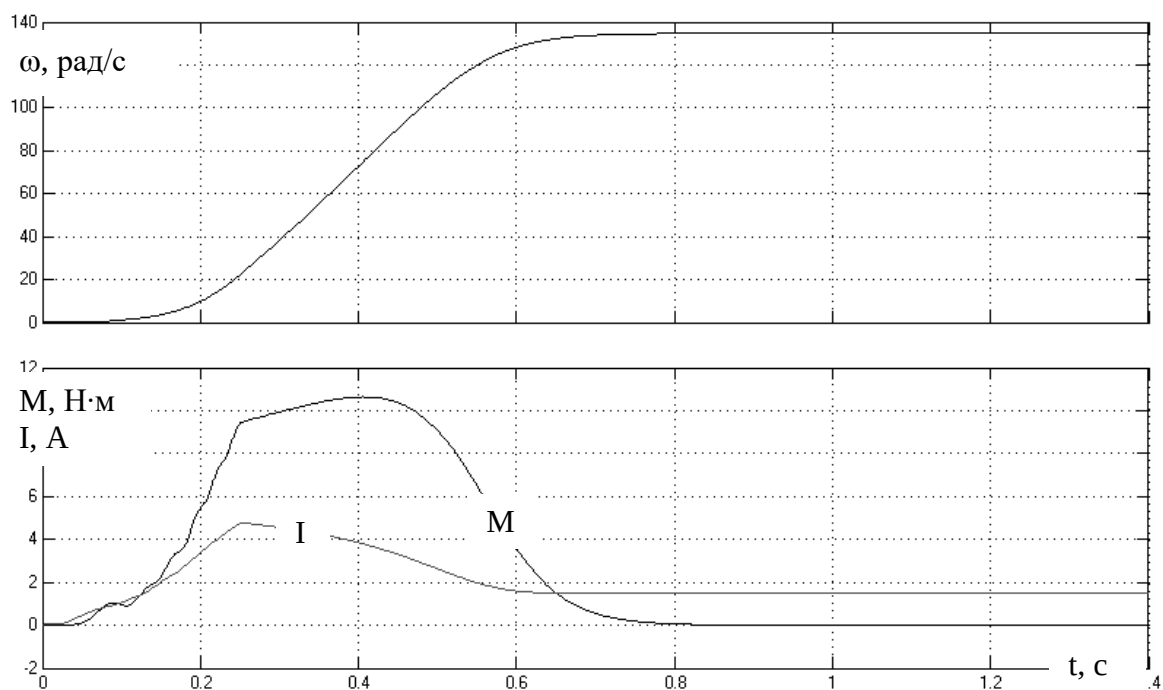


Рисунок 33 – Переходные процессы пуска электропривода на холостом ходу
с задатчиком интенсивности

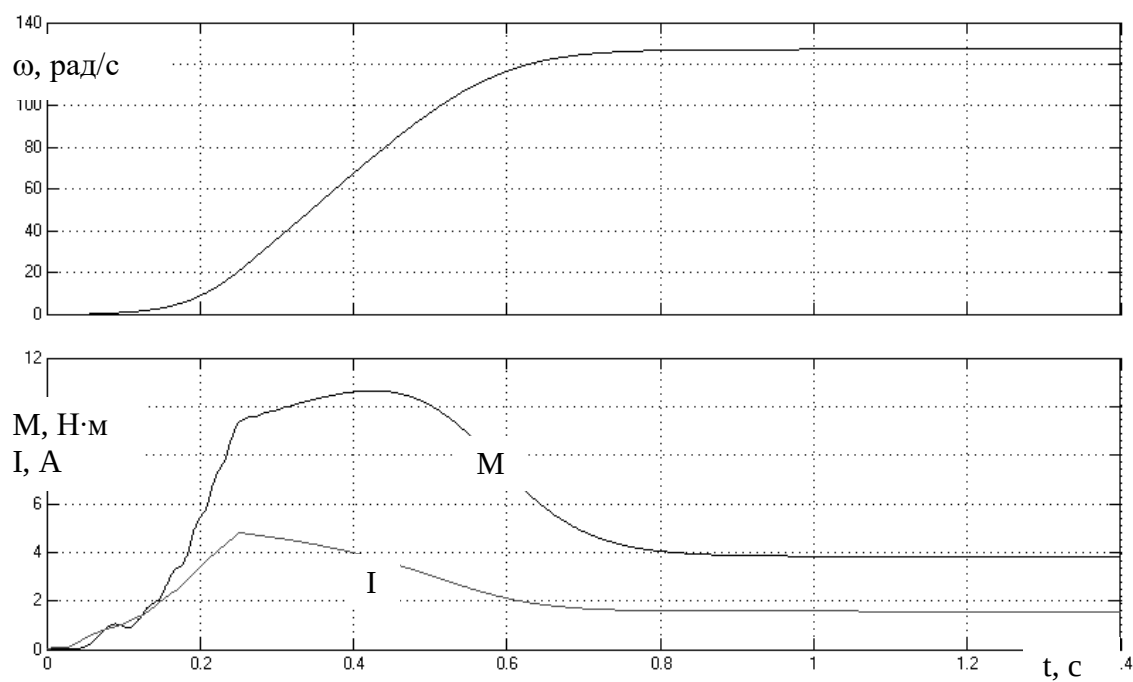


Рисунок 34 – Переходные процессы пуска электропривода с вентиляторной
нагрузкой и с задатчиком интенсивности

5.5 Экспериментальные исследования

Исследования проводились на стенде с двумя асинхронными двигателями типа АИМ71А4 и АИМ6А4У2.5, двумя центробежными вентиляторами типа В-Ц14-46-2,5, датчик расхода газа ДРГ.М.

Показания снимались с помощью блока контроля теплоты микропроцессорный БКТ.М. Изображение стенда представлено на рисунке 45.

На рисунке 46 представлены осциллограммы выхода датчика расхода. Частота импульсов будет зависеть от объема воздуха прошедшего через датчик.



Рисунок 45 – Стенд экспериментальных исследований



20 Гц



50 Гц

Рисунок 46 – Осциллограммы датчика ДРГ.М.

Далее при изменении частоты тока статора снимались данные о расходе. Изменение частоты производилось с помощью частотного преобразователя, который был подключен сначала к одному двигателю, а затем к двум одновременно. Зависимость расхода от частоты тока статора приведены на рисунке 47.

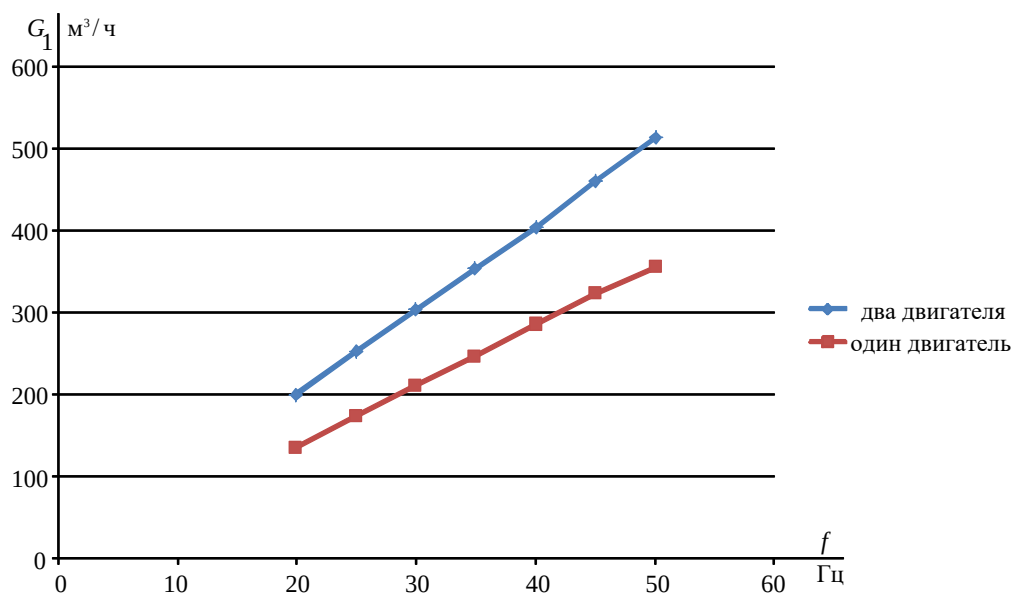


Рисунок 47 - Зависимость расхода от частоты тока статора АД

При использовании двух двигателей расход вентилятора значительно выше, чем при одном двигателе, примерно в 1,5 раза. Данный способ

регулирования можно отнести качественному методу регулирования вентилятора. Качественное регулирование осуществляется за счет увеличения числа оборотов нагнетателя. Производительность возрастет пропорционально первой степени увеличения числа оборотов. Производительность вентилятора определяют исходя из необходимого расхода воздуха. Из графиков видно, что при увеличении числа оборотов нагнетателя (двигателя) расход увеличивается пропорционально.

Проведенные исследования показали, что использовать два вентилятора совместно лучше соединив их последовательно, как показано на фотографии стенда – рисунок 45.



Рисунок 48 - Показания расхода с датчика БКТ.М

Снятие характеристики расхода вентилятора от затвора (дросселирование). Дроссельное регулирование производится при постоянстве частоты вращения вала двигателя[32].

Регулирование заключается в искусственном введении в сеть дополнительного гидравлического сопротивления. При этом изменяется характеристика сети, но не изменяется характеристика нагнетателя. Регулирующими устройствами, дросселирующими сеть, могут быть клапаны, задвижки, диафрагмы и т.п. устройства.

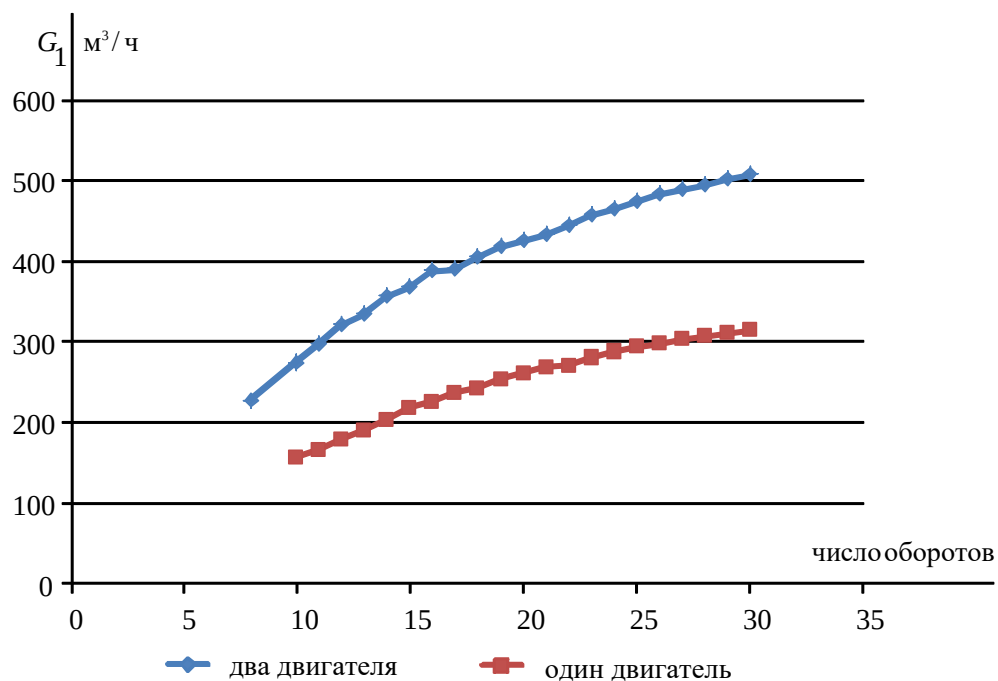


Рисунок 49 – Зависимость расхода вентилятора от затвора (дресселирование)

При полностью открытом вентиле характеристика сети является самой пологой. При постепенном перекрытии вентиля сопротивление сети увеличивается, и характеристика сети становится более крутой.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Г12	Шпаченко Ольге Игоревне

Институт	ИнЭО	Кафедра	ЭПЭО
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника / Электропривод и автоматика

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость затрат технического проекта (ТП)</i>	Затраты на специальное оборудование определяются согласно прейскурантам. Заработная плата определяется исходя из тарифной ставки и коэффициентов, зависящих от различных условий: организация, регион. Страховые отчисления определяются согласно Федеральному закону от 24.07.2009 №212-ФЗ.
2. <i>Продолжительность выполнения ТП</i>	Приблизительная оценка продолжительности выполнения ТП, составляет 103 календарных дня.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка потенциала и перспективности реализации технического проекта (ТП) с позиции ресурсоэффективности</i>	Потенциал и перспективность реализации ТП оценивается проведением SWOT-анализа, ресурсоэффективность ТП – интегральной оценкой ресурсоэффективности.
2. <i>Планирование графика работ по реализации ТП</i>	При составлении графика работ по реализации ТП, используется оценка трудоемкости работ для каждого исполнителя. По полученным данным составляется ленточная диаграмма Ганта.
3. <i>Составление сметы ТП</i>	При составлении сметы ТП используется следующая группировка затрат по статьям: – затраты на оборудование; – полная заработная плата исполнителей; – отчисления во внебюджетные страховые фонды; – накладные расходы.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<i>Диаграмма Ганта</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	18.04.2016 г.
---	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень звание	Подпись	Дата
Доцент	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна	к.э.н., доцент		18.04.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Г12	Шпаченко Ольга Игоревна		18.04.2016

6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В настоящее время перспективность любой технической разработки в основном определяется ее коммерческой ценностью. Оценка коммерческого потенциала разработки необходима при поиске источников финансирования для проведения технического исследования и коммерциализации его результатов.

Целью данного раздела является обоснование целесообразного использования технического проекта, выполняемого в рамках выпускной квалификационной работы.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- составление SWOT-анализа частотно-регулируемого электропривода вентиляторной установки;
- планирование проектных работ;
- определение ресурсосберегающей эффективности проекта.

6.1 SWOT-анализ работы частотно-регулируемого электропривода вентиляторной установки

SWOT-анализ является инструментом стратегического менеджмента. Он представляет собой комплексное исследование технического проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта [23].

Применительно к проектируемому частотно-регулируемому электроприводу вентиляторной установки, SWOT-анализ позволит оценить сильные и слабые стороны проекта, а также его возможности и угрозы.

Для проведения SWOT-анализа составляется матрица SWOT, в которую записываются слабые и сильные стороны проекта, а также возможности и угрозы.

При составлении матрицы SWOT удобно использовать следующие обозначения: С – сильные стороны проекта; Сл – слабые стороны проекта; В – возможности; У – угрозы.

Матрица SWOT приведена в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Матрица SWOT

	Сильные стороны проекта: С1. Высокая энергоэффективность и энергосбережение технологии С2. Экологичность технологии С3. Повышение безопасности производства С4. Уменьшение затрат на ремонт оборудования С5. Снижение затрат на содержание и обслуживание	Слабые стороны проекта: Сл1. Отсутствие квалифицированного персонала Сл2. Высокая цена на оборудование и комплектующие Сл3. Большой срок поставки оборудования и комплектующих Сл4. Отсутствие прототипа технической разработки
Возможности: В1. Автоматизация технологического процесса В2. Энерго и ресурсосбережение В3. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемых в вентиляторной установке В4. Сокращение рабочих площадей	В1С1С2С3С4С5; В2С1С2С3С4С5; В3С4; В4С5	В1Сл1Сл2Сл3Сл4; В3Сл2
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на технологии производства У2. Ограничения на экспорт технологии У3. Введения дополнительных государственных требований к стандартизации и сертификации продукции У4. Угрозы выхода из строя сложного энергоемкого оборудования	У1С4С5; У3С5;	У1Сл1Сл2Сл4; У2Сл4 У3Сл2; У4Сл2Сл3;

На основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации.

При построении интерактивных матриц используются следующие обозначения:

«+» – сильное соответствие;

«-» – слабое соответствие;

Таблица 6.2 – Интерактивная матрица возможностей

Возможности	Сильные стороны проекта					
		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	+	+	+
	B2	+	+	+	+	+
	B3	-	-	-	+	-
	B4	-	-	-	-	+
	Слабые стороны проекта					
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	-
	B1	+	+	+	-	
	B2	-	-	-	-	
	B3	-	+	-	-	
	B4	-	-	-	-	

Таблица 6.3 – Интерактивная матрица угроз

Угрозы	Сильные стороны проекта					
		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	-	-	+	+
	У2	-	-	-	-	-
	У3	-	-	-	-	+
	У4	-	-	-	-	-
	Слабые стороны проекта					
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	-
	У1	+	+	-	+	
	У2	-	-	-	+	
	У3	-	+	-	-	
	У4	-	+	+	-	

В результате проведения SWOT-анализа были выявлены сильные и слабые стороны выбора технического проекта, проведена оценка надежности и возможностей данного проекта. Было установлено, что технический проект имеет несколько важных преимуществ (высокая энергоэффективность, повышенная безопасность производства), обеспечивающих повышение

производительности, безопасности, экологичности и экономичности технологического производства, но, несмотря на все перечисленное, в данном проекте есть и слабые стороны. Одной из таких является отсутствие прототипа технической разработки, что вызывает трудности продвижения продукта от производителя до потребителя.

Анализ интерактивных матриц, приведенных в таблицах 6.2 и 6.3, показывает соответствие сильных сторон с возможностями, нежели с угрозами. Кроме того, угрозы имеют низкие вероятности, что говорит о высокой надежности проекта.

6.2 Организация работ технического проекта

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках технического проектирования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения проектирования частотно-регулируемого электропривода вентиляторной установки.

6.2.1 Структура работ в рамках технического проектирования

Для выполнения проектирования формируется рабочая группа, в состав которой входят научный руководитель и дипломник. Каждый вид запланированных работ закреплен за соответствующим исполнителем.

Номерам этапов соответствуют следующие виды выполняемых работ, представленные в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Перечень этапов работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления технического проектирования завода	2	Подбор и изучение материалов по теме	Дипломник
Теоретические и экспериментальные исследования	3	Выбор оборудования	Дипломник
	4	Расчет элементов электропривода, построение характеристик	Дипломник
	5	Проверка правильности выбора оборудования	Дипломник, руководитель
	6	Создание имитационной модели электропривода вентиляторной установки	Дипломник, руководитель
	7	Разработка учебного стенда, проведение экспериментальной части выпускной квалификационной работы	Дипломник, руководитель
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Дипломник, руководитель
Оформление отчета по техническому проектированию и защита ВКР	9	Составление пояснительной записки	Дипломник
	10	Проверка выпускной квалификационной работы и защита ВКР	Руководитель, дипломник

№ 1 – составление и утверждение технического задания – выбор направления исследований научным руководителем и составление плана работ;

№ 2 – Подбор и изучение материалов по теме – ознакомление с предметом работы, изучение первичных источников информации об объекте исследования;

№ 3 – Выбор оборудования – расчет мощности электропривода и его выбор по номенклатуре, также выбор преобразователя частоты, датчиков давления и расхода газа;

№ 4 – Расчет элементов электропривода, построение характеристик – определение параметров схемы замещения; расчет и построение механических

и электромеханических характеристик электродвигателя; разработка электрической схемы электропривода;

№ 5 – Проверка правильности выбора оборудования – проверка руководителем правильности выбора оборудования, оценка результатов, устранение недочетов;

№ 6 – Создание имитационной модели электропривода вентиляторной установки – создание модели в специальной программе и исследование характеристик в заданных режимах работы;

№ 7 – Разработка учебного стенда, проведение экспериментальной части выпускной квалификационной работы – монтаж учебного стенда и снятие характеристик расхода газа вентилятора в зависимости от частоты;

№ 8 – Оценка эффективности полученных результатов – проверка руководителем соответствия выполненного экспериментального задания исходным требованиям, оценка результатов, устранение недочетов;

№ 9 – Составление пояснительной записки – оформление результатов проектной деятельности;

№ 10 – Проверка выпускной квалификационной работы и защита ВКР – окончательная проверка руководителем, устранение недочетов дипломником, подготовка презентации, размещение пояснительной записки в электронно-библиотечной системе ТПУ, защита выпускной квалификационной работы.

6.2.2 Определение трудоемкости выполнения технического проекта

Трудоемкость выполнения технического проектирования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула [24]:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5}, \quad (6.1)$$

где $t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min\ i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max\ i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

В таблице 6.5 приведена ожидаемая трудоемкость работ.

Таблица 6.5 – Временные показатели технического проектирования

Название работы	Трудоёмкость работ					
	$t_{\min}$, чел-дни		$t_{\max}$, чел-дни		$t_{ож\ i}$, чел-дни	
	Руководитель	Дипломник	Руководитель	Дипломник	Руководитель	Дипломник
Составление и утверждение технического задания	1	-	1	-	1	-
Подбор и изучение материалов по теме	-	15	-	20	-	17
Выбор оборудования	-	9	-	14	-	11
Расчет элементов электропривода, построение характеристик	-	10	-	18	-	13
Проверка правильности выбора оборудования	1	2	1	5	1	3
Создание имитационной модели электропривода вентиляторной установки	1	10	1	18	1	13
Разработка учебного стенда, проведение экспериментальной части выпускной квалификационной работы	1	17	3	22	2	19
Оценка эффективности полученных результатов	1	3	1	5	1	4
Составление пояснительной записки	-	10	-	15	-	12
Проверка выпускной квалификационной работы и защита ВКР	1	9	1	12	1	10
Итого, дней					7	102

6.2.3 Разработка графика проведения технического проектирования

Наиболее удобным и наглядным в данном случае является построение ленточного графика проведения технических работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ [24].

График строится для ожидаемого по длительности исполнения работ в рамках технического проекта, с разбивкой по месяцам и декадам за период времени подготовки ВКР. На основе таблицы 6.5 строим план-график проведения работ (таблица 6.6).

Исходя из составленной диаграммы, можно сделать вывод, что продолжительность работ занимает 11 декад, начиная с первой декады февраля, заканчивая второй декадой июня. Учитывая вероятностный характер оценки трудоемкости, реальная продолжительность работ может быть как меньше (при благоприятном стечении обстоятельств), так и несколько превысить указанную продолжительность (при неблагоприятном стечении обстоятельств).

Далее, по диаграмме Ганта можно предварительно оценить показатели рабочего времени для каждого исполнителя.

Продолжительность выполнения проекта в рабочих днях составит 103 рабочих дня. Из них:

102 дня – продолжительность выполнения работ дипломником;

7 дней – продолжительность выполнения работ руководителем.

Таблица 6.6 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исполнитель работ	Продолжительность работ, дн.	Продолжительность выполнения работ													
				Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь	
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	1														
2	Подбор и изучение материалов по теме	Дипломник	22														
3	Выбор оборудования	Дипломник	11														
4	Расчет элементов электропривода, построение характеристик	Дипломник	13														
5	Проверка правильности выбора оборудования	Дипломник	3														
		Руководитель	1														
6	Создание имитационной модели электропривода вентиляторной установки	Дипломник	13														
		Руководитель	1														
7	Разработка учебного стенда, проведение экспериментальной части выпускной квалификационной работы	Дипломник	21														
		Руководитель	2														
8	Оценка эффективности полученных результатов	Дипломник	4														
		Руководитель	1														
9	Составление пояснительной записки	Дипломник	12														
10	Проверка и защита ВКР	Дипломник	10														
		Руководитель	1														

6.3 Определение сметы затрат на технический проект

Смета затрат представляет собой полный расчет затрат на создание технического проекта.

Смета затрат включает в себя следующие статьи:

- затраты на специальное оборудование;
- полную заработную плату исполнителей технического проекта;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

6.3.1 Расчет затрат на специальное оборудование

Данный раздел включает расчет стоимости всего специального оборудования, которое необходимо при разработке учебного стенда, рассматриваемого в разделе 5 выпускной квалификационной работы.

Стоимость необходимого оборудования приведена в таблице 6.7.

Таблица 6.7 – Стоимость специального оборудования

Наименование оборудование	Кол-во, шт.	Цена, тыс.руб.
Вентилятор В-Ц14-46-2,5	1	20
Асинхронный двигатель АИМ 71 А4	1	50
Преобразователь частоты Micromaster 440	1	80
Датчик расхода газа ДРГ.М	1	68
Комплектующие		25
Итого, тыс.руб.:		243

Первоначальная стоимость оборудования рассчитывается по формуле:

$$Z_{об} = Ц \cdot k_T, \quad (6.2)$$

где $Ц$ – цена приобретения всего специального оборудования (руб.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы,
 $k_T=1,2$.

$$З_{об} = 243\,000 \cdot 1,2 = 290 \text{ тыс.руб.}$$

6.3.2 Полная заработная плата исполнителей темы

Полная заработная плата включает основную и дополнительную заработную плату и определяется как:

$$З_{полн} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (6.3)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Основная заработная плата $З_{осн}$ рассчитывается по формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p, \quad (6.4)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата работника, руб.;

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.;

T_p – продолжительность работ, выполняемых техническим работником, раб.дн.;

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_{тс} + З_{допл} + З_{р.к.}}{F_d}, \quad (6.5)$$

где $З_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$З_{допл}$ – доплаты и надбавки, руб.;

$З_{р.к.}$ – доплата с учетом районного коэффициента (30 %).;

F_d – количество рабочих дней в месяце, раб.дн.

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 6.8.

Таблица 6.8 – Расчёт основной заработной платы

Исполнитель	Оклад, руб.	Доплаты, руб.	Районная доплата, руб.	Зарплата месячная, руб.	Среднедневная заработная плата, руб.	Продолжительность работ, дн.	Основная заработная плата, руб.
Руководитель	23 264	2 200	7 639	33 103	1 273	7	8 911
Дипломник	7 864	–	2 359	10 223	393	102	40 086
Итого, руб.							48 997

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей проекта учитывают выплаты связанные с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}, \quad (6.6)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Расчет дополнительной и полной заработной платы приведен в таблице 6.9.

Таблица 6.9 – Расчет дополнительной и полной заработной платы

Исполнитель	Коэффициент дополнительной заработной платы	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Полная заработная плата, руб.
Руководитель	0,15	8 911	1 337	10 200
Дипломник	0,12	40 086	4 810	44 800
Итого, руб.		48 997	6 147	55 000

6.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}), \quad (6.7)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2015 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2 %.

Отчисления во внебюджетные страховые фонды составят:

$$З_{внеб} = 0,302 \cdot (48\,997 + 6\,147) = 16\,600 \text{ руб.}$$

6.3.4 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не включенные в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы и т.д.

Величина коэффициента накладных расходов принимается в размере 16% от общей суммы затрат.

6.4 Формирование сметы технического проекта

Рассчитанная величина затрат технического проекта является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку технической продукции.

Определение суммы затрат на технический проект приведено в таблице 6.10.

Таблица 6.10 – Смета затрат технического проекта

Наименование статьи	Сумма, тыс. руб.	Структура затрат, %
1. Затраты на специальное оборудование	290,0	67,4
2. Затраты по полной заработной плате исполнителей темы	55,0	12,8
3. Отчисления во внебюджетные фонды	16,6	3,8
4. Накладные расходы	68,4	16,0
Итого	430,0	100,0

Исходя из представленной выше сметы, видно что сумма затрат на выполнение технического проекта составляет 430 тыс.руб. Заметим, что более половины (67,4 %) всех затрат составляет стоимость затрат на специальное оборудование.

6.5 Определение ресурсоэффективности проекта

Определение ресурсоэффективности проекта можно оценить с помощью интегрального критерия ресурсоэффективности:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (6.8)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент разработки;

b_i – балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

Для оценки ресурсоэффективности проекта были подобраны критерии эффективности такие как:

- повышение производительности труда пользователя осуществляется путем автоматизации технологического процесса;

- удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей) – возможность диспетчеризации позволяет сократить количество осмотров системы за период эксплуатации;

- энергоэкономичность – применение в вентиляторных установках частотно-регулируемого электропривода дает возможность использовать мощные вентиляторы в режиме малых подач и уменьшить их количество;

- надежность – отсутствие избыточного напора воздуха: плавное изменение технологических параметров вентилятора (подачи и давления), позволяет повысить надежность гидравлической системы;

- уровень шума – применение частотно-регулируемого электропривода значительно снижает уровень шума вентиляторной установки в режиме малых подач воздуха;

- безопасность – нет необходимости постоянного присутствия обслуживающего персонала, так как управление и мониторинг за работой насосного агрегата осуществляется дистанционно.

Критерии ресурсоэффективности и их количественные характеристики приведены в таблице 6.11.

Таблица 6.11 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Балльная оценка разработки
1. Повышение производительности труда пользователя	0,20	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5
3. Энергоэкономичность	0,20	5
4. Надежность	0,20	5
5. Уровень шума	0,10	4
6. Безопасность	0,15	5
Итого:	1,00	

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности технического проекта составит:

$$I_{pi} = 0,2 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,1 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 = 4,7$$

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет достаточно высокое значение (по 5-балльной шкале), что говорит об эффективности использования технического проекта. Высокие баллы надежности, гибкости и безопасности позволяют судить о надежности системы.

В результате выполнения данного раздела выпускной квалификационной работы, можно сделать следующие выводы:

- в результате проведения SWOT-анализа были выявлены как сильные, так и слабые стороны технического проекта. В таких случаях используют интерактивные матрицы возможностей и угроз. Анализ данных матрицы, установил, что соответствия угроз с сильными и слабыми сторонами имеют низкую вероятность, что нельзя сказать о возможностях. В итоге следует, что данный технический проект имеет несколько важных преимуществ, таких как высокая безопасность производства и энергоэффективность, которые обеспечат повышение производительности, безопасности и экономичности технического производства;
- при планировании технических работ была составлена ленточная диаграмма Ганта. Данная диаграмма позволяет оптимально спланировать время работы исполнителей проекта (руководителя и дипломника);
- составление сметы технического проекта позволило оценить первоначальную сумму затрат на реализацию технического проекта. По этим данным можно определить, стоит ли проводить дополнительные мероприятия по оптимизации затрат на проект или нет;
- оценка ресурсоэффективности проекта, проведенная по интегральному показателю, дала довольно высокий результат (4,7 по 5-балльной шкале), что говорит об эффективности реализации технического проекта.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Г12	Шпаченко Ольге Игоревне

Институт	ИнЭО	Кафедра	ЭПЭО
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника/ Электропривод и автоматика

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание лабораторного помещения на предмет возникновения: – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения); – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы); – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу); – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)	Описание лабораторного помещения на предмет возникновения: - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения); - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, электрической природы)
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	ПУЭ, СН-245, ГОСТ 12.1.012-90, ГОСТ 12.0.002-97, ГОСТ 12.1.005-97 ССБТ, СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03; СанПиН 2.2.4.548-96; Федеральный закон РФ от 22.07.2008г. №123 ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»; СП 2.2.1.1312-03 «Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий»; СП 52.13330.2011 «Актуализированный СНиП» 23-05-95

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала	- физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); - предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем –
---	--

коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)	индивидуальные защитные средства)
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, средства пожаротушения)	- механические опасности (источники, средства защиты); - электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, средства защиты); - пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).
3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	- анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - разработка и принятие решений по обеспечению экологической безопасности предприятия.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	- перечень возможных ЧС на объекте.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	18.04.2016
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Подпись	Дата
ст.преподаватель кафедры ЭБЖ	Романцов И.И.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Г12	Шпаченко Ольга Игоревна		

Введение

В данном разделе выпускной квалификационной работы будет рассматриваться безопасность и экологичность помещения, в котором будут находиться сотрудники лаборатории электроники и микропроцессорной техники Энергетического института ТПУ, где также располагается частотно-регулируемый электропривод вентиляторной установки, который я исследую в своей работе.

В настоящем разделе рассматриваются вопросы охраны труда и техники безопасности, связанные с работой в лаборатории. Такое помещение должно отвечать ряду требований, изложенных в следующей нормативной литературе: Р 2.2.2006-05 [25], СанПиН 2.2.4.548-96 [26], СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [27], СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [28], и др. А также разрабатываются мероприятия по предотвращению воздействия на здоровье работников опасных и вредных факторов, создание безопасных условий труда для персонала.

7.1 Производственная безопасность

Анализ опасных и вредных производственных факторов (производственная санитария)

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» (переиздание 1999г.)[29] в лаборатории действуют следующие потенциально опасные и вредные производственные факторы ОВПФ:

а) физические опасные и вредные производственные факторы:

- повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов;
- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне;
- повышенная или пониженная влажность воздуха;

- повышенная или пониженная подвижность воздуха;
- отсутствие или недостаток естественного света;
- недостаточная освещенность рабочей зоны
- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях

заготовок, инструментов и оборудования;

- поражение электрическим током;
- повышенный уровень шума на рабочем месте.

б) психофизиологические опасные и вредные производственные факторы:

- нервно-психические перегрузки.

7.1.1 Психофизиологические факторы

Утомление - это процесс понижения работоспособности, временный упадок сил. Существуют признаки хронического утомления: ощущение утомления до начала работы, повышенная раздражительность, снижение интереса к работе и окружающим, снижение аппетита, потеря веса, нарушение сна, бессонница, предрасположенность к простудным заболеваниям. В целях борьбы с переутомлением необходима нормализация режима труда и отдыха желательно увеличение свободного времени за счет увеличения разнообразия работы за рабочий день.

7.1.2 Микроклимат

Под микроклиматом понимают качество воздушной среды в рабочей зоне. Большое значение для охраны здоровья и труда человека имеет качество воздуха в производственных помещениях, в частности в рабочих зонах. Рабочей зоной называется пространство, высотой до 2-х метров над уровнем пола или площадки на которых находятся места постоянного или временного пребывания работающих (более 2-х часов непрерывно).

Эти требования устанавливают оптимальные и допустимые метеорологические условия для рабочей зоны помещения, нормируемые следующими параметрами: температура, оптимальная влажность, скорость движения воздушного потока.

Оптимальные и допустимые метеорологические условия для рабочей зоны регламентированы ГОСТ 12.1.005 [34].

Значения перечисленных параметров непосредственно к проектируемому участку с категорией по тяжести Ia приведены в таблице 7.1. Таблица 7.1 – Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

Сезон года	Категория тяжести выполняемых работ	Температура, С°		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/сек	
		Фактич. значение	Допустим. значение	Фактич. значение	Допустим. значение	Фактич. значение	Допустим. значение
холодный	Ia	22 – 24	20 – 25	ок. 45	15 – 75	0,1	до 0,1
теплый	Ia	23 – 25	21 – 28	40 – 55	15 – 75	0,1	0,1 – 0,2

Помещение, его размеры (площадь, объем) должны в первую очередь соответствовать количеству рабочих и размещенному в нем оборудованию. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [28] площадь на одно рабочее место должна составлять не менее 6 м². Также для обеспечения нормальных условий труда санитарные нормы СН 245 – 71 устанавливают, что на одного рабочего должно приходиться не менее 20 м³ объема воздуха.

Помещение имеет следующие параметры:

- длина помещения (A) – 10 м;
- ширина (B) – 6 м;
- высота (H) – 2,5 м.

Исходя из этих параметров, площадь данного помещения составляет:

$$S = A \cdot B = 10 \cdot 6 = 60 \text{ м}^2 \quad (7.1)$$

объем:

$$V = A \cdot B \cdot H = 10 \cdot 6 \cdot 2,5 = 150 \text{ м}^3 \quad (7.2)$$

Учитывая, что в лаборатории работает 5 человек, то на каждого из них приходится по 12 м² площади помещения и по 30 м³ объема воздуха, что вполне соответствует нормам.

В соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [28] в лаборатории должна проводиться ежедневная влажная уборка.

7.1.3 Организация и оборудование рабочих мест в лаборатории для различных категорий пользователей:

- рабочее место должно располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку, преимущественно справа;
- окна в лаборатории должны быть оборудованы регулируемыми устройствами (жалюзи, занавески, внешние козырьки и т.д.);
- расстояние между измерительными приборами и печами должны быть не менее 1,0 м;
- лаборатория должна оборудоваться приточно-вытяжной вентиляцией с механическим побуждением и отдельными (автономными) вентиляционными устройствами для отсоса воздуха из вытяжных шкафов в соответствии с требованиями действующих СНиП.;
- лаборатория должна иметь водопровод, канализацию, электроснабжение, центральное отопление и горячее водоснабжение в соответствии с требованиями действующих СНиП;
- температура воздуха должна быть в пределах от +18 до +21°C;
- воздухообмен в лабораторном помещении должен рассчитываться так, чтобы фактические концентрации взрывоопасных и ядовитых газов, паров и пыли в воздухе рабочих помещений не превышали предельно допустимых концентраций;

- помещение лаборатории должно иметь естественное и искусственное освещение. Оконные переплеты боксов должны выполняться с применением уплотняющих прокладок;

- стены, потолки помещений должны быть гладкими, легко моющимися, устойчивыми к действию дезинфицирующих средств. Полы не должны быть скользкими и должны быть покрыты плиткой или другим водонепроницаемыми кислотоупорными материалами;

- лабораторная мебель должна быть устойчивой к действию влаги и дезинфицирующих средств.

7.1.4 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий

В данном помещении используют искусственное и естественное освещение, поскольку работа в основном зрительная, то естественного освещения не достаточно, особенно в темное время суток.

1. Исследование освещенности рабочей зоны необходимо для обеспечения нормативных условий в помещениях и на открытых площадках в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [27]. Реальная освещенность на рабочем месте может быть взята из паспорта производственного помещения, материалов аттестации рабочих мест по условиям труда, измерена при помощи люксметра, или определена путем расчета, изложенного в [30] .

Требования к освещению ряда производственных помещений представлены в таблице 7.2 в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [27].

По результатам анализа табличных данных делается вывод о соответствии освещенности рабочей зоны нормативным значениям. При необходимости разрабатываются мероприятия по реконструкции системы освещения.

Таблица 7.2 – Нормируемые параметры естественного и искусственного освещения

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г – горизонтальная, В – вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение		
		КЕО e_n , %		КЕО e_n , %		Освещенность, Лк		
		при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при комбинированном освещении		при общем освещении
						всего	от общего	
1. Кабинеты, рабочие комнаты, офисы, представительства	Г-0,8	3,0	1,0	1,8	0,6	400	200	300

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

Помещение имеет размеры: длина $A = 10$ м, ширина $B = 6$ м, высота $H = 2,5$ м. Площадь помещения по формуле (7.1) составляет 60 м.

Рекомендуемая освещенность помещения, при работе в лаборатории, составляет $E_0 = 300$ Лк (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03) [27], учитывая коэффициент запаса (загрязнение светильника) $K = 1,2$, получаем освещенность в помещении:

$$E = E_0 \cdot K = 300 \cdot 1,2 = 360 \text{ Лк} \quad (7.3)$$

Коэффициент отражения светового потока от потолка, стен и пола соответственно равны: $q_{\text{п}} = 70\%$, $q_{\text{с}} = 50\%$, $q_{\text{з}} = 30\%$. Уровень от рабочей поверхности до потолка составляет:

$$h = H - h_p = 2,5 - 0,8 = 1,7 \text{ м}, \quad (7.4)$$

где h_p – высота рабочей поверхности.

Для освещения используются светильники типа ЛБ-40, для которых оптимальное отношение световых потоков составляет $g = 1,3$. Расчетная длина между двумя рядами светильников:

$$L = g \cdot h = 1,3 \cdot 1,7 = 2,21 \text{ м} \quad (7.5)$$

Число рядов светильников:

$$n = \frac{B}{L} = \frac{6}{2,21} = 2,3, \quad (7.6)$$

где B – ширина помещения.

Выбираем $n = 2$ рядом светильников. Тогда индекс освещения:

$$i = \frac{S}{(A+B) \cdot n} = \frac{60}{(10+6) \cdot 2} = 1,8 \quad (7.7)$$

Зная коэффициенты отражения световых потоков от потолка, стен, пола в лаборатории, можно определить коэффициент использования светового потока:

$$\eta = \frac{q_i + q_c + q_3}{3} = \frac{70+50+30}{3} = 50\% \quad (7.8)$$

Световой поток лампы ЛБ-40 составляет $F_0 = 2480$ Лм. Тогда световой поток светильника, состоящего из двух ламп: $F = 2 \cdot F_0 = 2 \cdot 2480 = 4960$ Лм.

Определим необходимое число светильников в ряду:

$$N = \frac{E \cdot S \cdot Z}{n \cdot F \cdot \eta \cdot \gamma} = \frac{360 \cdot 60 \cdot 1,15}{2 \cdot 4960 \cdot 0,5 \cdot 1} = 4,1, \quad (7.9)$$

где $Z = 1,15$ – коэффициент непрерывности,

$\gamma = 1$ – коэффициент затемнения.

Таким образом, примем, что необходимо всего 8 светильников. При длине светильника $l_{св} = 1,27$ м [30], их общая длина составляет:

$$l_{общ} = N \cdot l_{св} = 4 \cdot 1,27 = 5 \text{ м} \quad (7.10)$$

Расстояние между светильниками:

$$l = \frac{A - l_{\text{общ}}}{N + 1} = \frac{10 - 5}{5 + 1} = 0,8 \text{ м} \quad (7.11)$$

7.1.5 Шум и вибрация

Шум – один из наиболее распространенных неблагоприятных факторов производственной среды. Источниками звуков и шумов являются вибрирующие тела. Основные производственные процессы, сопровождающиеся шумом, – это клепка, штамповка, испытание авиамоторов, работа на ткацких станках и др. Говоря о действии шума на организм, следует иметь в виду, что он оказывает как местное, так и общее воздействие. При этом учащается пульс, дыхание, повышается артериальное давление, изменяются двигательная и секреторная функции желудка и других органов. Неблагоприятно отражается шум на нервной системе, вызывая головные боли, бессонницу, ослабление внимания, замедление психических реакций, что, в конечном счете, приводит к понижению работоспособности.

В моей выпускной квалификационной работе источниками производственного шума и вибрации являются двигатель и вентилятор.

Для защиты от шума по СанПиН 2.2.4/2.1.8.562 – 96[31] и вибрации по СанПиН 2.2.4/2.1.8.566 – 96[32] предусматривается при проектировании вентиляционной системы следует учитывать параметры вибрации и шума, создаваемые вентиляторами. В случае, когда величина вибрации и шума на рабочих местах превышает нормативные, следует применять глушители, гибкие вставки, амортизаторы и т.д. Уровень шума, создаваемый вентиляционной системой на рабочих местах, должен соответствовать ГОСТ 12.1.003-83[20].

Предельно допустимые уровни шума (ГОСТ 12.1.003-83 (1999) ССБТ. Шум. Общие требования безопасности) [31] для некоторых рабочих мест приведены в таблице 7.3, а допустимые уровни виброскорости [32] (ГОСТ

12.1.012-90 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования) – в таблице 7.4.

Таблица 7.3 – Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука

Рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Конструкторские бюро, программисты, лаборатории	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Таблица 7.4 – Гигиенические нормы уровней виброскорости

Вид вибрации	Допустимый уровень виброскорости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										
	1	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
В служебных помещениях, конструкторских бюро, лабораториях	–	91	82	76	75	75	75	–	–	–	–

7.1.6 Статическое электричество

Суть электризации заключается в том, что нейтральные тела, не проявляющие в нормальном состоянии электрических свойств, в условиях отрицательного контакта или взаимодействия становятся электрозаряженными. Опасность возникновения статического электричества проявляется в возможности образования электрической искры и вредном воздействии его на организм человека, причем не только при непосредственном контакте с зарядом, но и за счет действия электрического поля, возникающем при заряженном поле [21].

Для защиты от статического электричества компьютерная и орг. техника в помещении заземлена, а также ежедневно в помещении проводится влажная уборка.

7.1.7 Электробезопасность

Современная система электробезопасности обеспечивает защиту от поражения в двух наиболее вероятных и опасных случаях:

- при прямом прикосновении к токоведущим частям электрооборудования;
- при косвенном прикосновении.

Под косвенным прикосновением понимается прикосновение человека к открытым проводящим частям оборудования, на которых в нормальном режиме (исправном состоянии) электроустановки отсутствует электрический потенциал, но при каких-либо неисправностях, вызвавших нарушение изоляции или ее пробой на корпус, на этих частях возможно появление опасного для жизни человека потенциала.

Для защиты от прямого прикосновения к токоведущим частям, согласно [21] п.412. служат изоляция токоведущих частей, применение ограждений и оболочек, установка барьеров, размещение вне зоны досягаемости, устройства защитного отключения (УЗО).

Для защиты от косвенного прикосновения применяются: УЗО и защитное зануление [21] п.413.

Даже если при поражении электрическим током работающий внешне сохранил формат нормального самочувствия, он должен быть осмотрен врачом с заключением о состоянии здоровья, т.е. пострадавшему должна быть обеспечена скорая медицинская помощь. Предварительно пострадавший должен быть освобожден от действия электрического тока. Если при этом отключить напряжение быстро невозможно, освобождение от электричества

пострадавшего необходимо производить, изолировав себя диэлектрическими перчатками или галошами. При необходимости перерезать провода (каждый в отдельности) инструментом с изолированными ручками. Если есть необходимость (при потере сознания, остановке сердца и т.п.) оказания первой помощи, то до прибытия медработника необходимо начать делать: наружный массаж сердца, искусственное дыхание.

7.1.8 Пожарная и взрывная безопасность

Пожаром называется неконтролируемое горение вне специального очага, наносящего материальный ущерб. Согласно ГОСТ 12.1.033-81 [20] понятие пожарная безопасность означает состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

Офисное помещение по степени пожароопасности относится к классу П-2а, так как в нем отсутствует выделение пыли и волокон во взвешенном состоянии.

Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

- а) халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);
- б) самовоспламенение и самовозгорание веществ.

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения пожаров в офисном помещении проводятся следующие мероприятия:

- а) сотрудники проходят противопожарный инструктаж;
- б) сотрудники знают расположение средств пожаротушения и умеют ими пользоваться;
- в) обеспечивается правильный тепловой и электрический режим работы компьютерной и орг. техники;
- г) пожарный инвентарь и первичные средства пожаротушения содержатся в исправном состоянии и находятся на видном и легко доступном месте.

7.1.9 Экологическая безопасность (охрана окружающей среды)

В последние годы во всем мире все с большей силой поднимается вопрос об охране окружающей среды. Увеличение содержания углекислого газа в атмосфере, истощение озонового слоя и прочие загрязнения природы приводят к тому, что в природе изменяется привычный для данного периода ход вещей. Для примера – увеличивается средняя годовая температура окружающей среды, что приводит к глобальным изменениям климата, а в последствии и ландшафта поверхности Земли.

При выполнении ВКР никакого ущерба окружающей среде не было нанесено.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью данной выпускной квалификационной работы является исследование электропривода вентиляторной установки.

В данной работе были рассчитаны параметры АД, рассчитаны и построены естественный и искусственные характеристики для заданного закона регулирования. Разработана имитационная модель электропривода вентилятора в среде MATLAB Simulink, включающая систему ПЧ-АД, получены переходные процессы, удовлетворяющие технологическому процессу.

Далее были проведены эксперименты на стенде, состоящем из двух двигателей и двух вентиляторов. Результатами экспериментов являются характеристики расхода от частоты питающей сети.

Результаты аналитических расчетов и имитационного моделирования подтверждают правильность выбора силовых элементов – электродвигателя и преобразователя.

Система преобразователь частоты – асинхронный электродвигатель обеспечивает требуемые статические и динамические нагрузки привода вентилятора.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» ВКР были рассмотрены вопросы по организации работ технического проекта, разработан график проведения проектирования для каждого из участников проекта. На его основе планировалась ожидаемая длительность работ. Также в данном разделе составили смету затрат на техническое проектирование.

В разделе «Социальной ответственности» были рассмотрены такие вопросы, как анализ опасных и вредных производственных факторов (производственная санитария), гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий,

шум и вибрация, поражение электрическим током, статическое электричество и пожарная безопасность.

Список используемой литературы:

- 1) Калинушкин М. П. Вентиляторные установки, М.: «Высшая школа», 1962, 294 с.
- 2) <http://poldnic.ru/interesnoe/2249-istoriya-sozdaniya-ventilyatora.html>
- 3) Вахвахов Г. Г. Работа вентиляторов в сети. М., Стройиздат, 1975. 101 с.
- 4) Черкасский В. М. 4-48 Насосы, вентиляторы, компрессоры: Учебник для теплоэнергетических специальностей вузов. — 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Энергоатомиздат, 1984. — 416 с, ил
- 5) http://ventilator.od.ua/promislenni_ukraina_zarubezh/vent_teor.html
- 6) <http://www.ufk-techno.ru/1305.htm>
- 7) Каталог DA 51.2 • 2003/2004
- 8) Электротехнический справочник: Использование электрической энергии / Под общ.ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. (гл. ред. А.И. Попов). — 8-е изд., — М.: Издательство МЭИ, 2002. — 696 с.
- 9) <https://keaz.ru/f/184/catalogue-ap50b-1.pdf>
- 10) Чернышев А. Ю., Чернышев И. А. Расчет характеристики электроприводов переменного тока. Часть 1. Асинхронный двигатель. Учебное пособие./Томский политехнический университет. — Томск: Издательство ТПУ, 2005.—136 с.
- 11) Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов. Ч.8. Асинхронный частотно – регулируемый электропривод: учебное пособие / Л.С. Удуд, О.П. Мальцева, Н.В. Кояин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. — 488 с.
- 12) Датчик расхода газа ДРГ.М руководство по эксплуатации 311.01.00.000.-01
- 13) sibnefteavtomatika.nt-rt.ru

- 14) Блок контроля теплоты микропроцессорный руководство по эксплуатации 324.02.00.000-02 РЭ
- 15) Каталог DA 51.2 • 2003/2004
- 16) Паспорт вентиляторы центробежные ВЦ 14-46
- 17) <http://docs.cntd.ru/document/5200291>
- 18) Постановление Администрации г. Томска от 11.11.2009, №1116 (с изменениями от 24.12.2014) “Об организации сбора, вывоза, утилизации и переработки бытовых и промышленных отходов на территории муниципального образования "Город Томск"
- 19) Постановление Правительства РФ от 03.09.2010 №681 “Об утверждении Правил обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств”
- 20) ГОСТ 12.1.004-91, СС5Т “Пожарная безопасность. Общие требования”
- 21) ГОСТ Р 50571.3-94 “Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Защиты от поражения электрическим током”
- 22) Майсак О. С. SWOT-анализ: объект, факторы, стратегии. Проблема поиска связей между факторами // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. — 2013. — № 1 (21). — С. 151—157
- 23) Адамчук, В.В. Экономика и социология труда: учебник / В.В. Адамчук. – М.: «Дашков и К», 2002. -324 с.
- 24) Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Криницына;Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.

- 25) ГОСТ Р 2.2.2006-05 - Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда
- 26) СанПиН 2.2.4.548-96 – Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
- 27) СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 – Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий
- 28) СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 – Гигиенические требования работы в лабораториях
- 29) ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ – Опасные и вредные производственные факторы
- 30) Федосова В. Д. Расчет искусственного освещения. Метод. указания. – Томск: Изд-во ТПУ, 1991.– 23 с.
- 31) ГОСТ 12.1.003-83 (1999) ССБТ – Шум. Общие требования безопасности труда
- 32) ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ – Вибрационная безопасность
- 33) ГОСТ 12.1.033-81 - Система стандартов безопасности труда
- 34) ГОСТ 12.1.005-88 – Санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
- 35) <http://oventilyatsii.ru/osevye-ventilyatory-i-ix-primenenie.html>