

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

Институт ИнЭО
 Специальность 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника
 Кафедра ЭКМ

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка частотно – регулируемого асинхронного двигателя <u>УДК 621.313.333.001.5</u>

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Г11	Азиматов А. А.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бейерлейн Е.В.	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мелик-Гайказян М.В	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романцов И.И.	кан.тех.наук		

По разделу «Технология производства»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Баранов П.Р.	к.т.н., доцент		

По разделу «Электромагнитный расчет, специальная часть»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бейерлейн Е.В.	к.т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭКМ	Гарганеев А.Г.	д.т.н., профессор		

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

Институт ИнЭО
Направление подготовки - 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника
Кафедра Электротехнических комплексов и материалов

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой
Гарганеев А.Г.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы
В форме:

--

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

Студенту: Группа	ФИО
3-5Г11	Азиматов Абдулла Абдурахманович

Тема работы:

Разработка частотно – регулируемого асинхронного двигателя	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	
<i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Номинальная мощность $P_{2н}=7.5кВт$; Число фаз статора $m=3$; Номинальное напряжение $U_n=220/380$; Число полюсов $2p=4$; Частота сети равна $= 50Гц$; Высота оси вращения $h=132мм$; Степень защиты IP44; Способ монтажа IP1001; Система охлаждения IC0141.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<p>Анализ особенностей работы асинхронного двигателя совместно с преобразователем частоты, проектирование асинхронного двигателя в соответствии с особенностями работы, расчет совместной работы двигателя и преобразователя частоты</p>
<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обмотка статора. 2. Рабочие и пусковые характеристики. 3. Сборочный чертеж. 4. Статор сборочный чертеж. 5. График безубыточности. 6. Специальная часть.
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)</p>	
<p style="text-align: center;">Раздел</p>	<p style="text-align: center;">Консультант</p>
<p>Электромагнитный расчет, тепловой и механический расчеты. Специальная часть.</p>	<p style="text-align: center;">Бейерлеин Е.В.</p>
<p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p>	<p style="text-align: center;">Мелик-Гайказян М.В</p>
<p>«Социальная ответственность»</p>	<p style="text-align: center;">Романцов И.И.</p>
<p>«Технологическая часть»</p>	<p style="text-align: center;">Баранов П.Р.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p style="text-align: center;">Доцент</p>	<p style="text-align: center;">Бейерлеин Евгений Викторович</p>	<p style="text-align: center;">кан.тех.наук</p>		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p style="text-align: center;">З-5Г11</p>	<p style="text-align: center;">Азиматов Абдулла Абдурахманович</p>		

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Г11	Азиматову Абдулле Абдурахмановичу

Институт	ИнЭО	Кафедра	ЭКМ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Электромеханика

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. <i>Стоимость ресурсов:</i>	<i>Стоимость материалов, технического оборудования, информационных и трудовых ресурсов</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность»</i>
3. <i>Используемая система налогообложения</i>	<i>Отчисления в бюджетно-страховые формы (30,7% от заработной платы)</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i>	<i>Определение конкурентоспособности проекта, анализ рынка продукта</i>
2. <i>Оценка целесообразности производства двигателя</i>	<i>Определение себестоимости, рентабельности и критического объема продукции</i>
3. <i>Оценка ресурсной эффективности продукции</i>	<i>Расчет экономии затрат на силовую электроэнергию при эксплуатации</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. *График безубыточности для данного вида продукции.*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	24.04.2016г
---	-------------

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Г11	Азиматов Абдулла Абдурахманович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Г11	Азиматову Абдулле Абдурахмановичу

Институт	ИнЭО	Кафедра	ЭКМ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Электромеханика

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p><i>Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – 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) 	<p><i>Рабочей зоной инженера является цех общей сборки. На рабочем месте происходят слесарно-сборочные, сварочные и газорезочные работы. Основной задачей инженера является технологический процесс общей сборки двигателя.</i></p> <p><i>На производительность труда инженера, находящегося на рабочем месте, могут влиять следующие вредные производственные факторы: отклонение показателей микроклимата от нормы, недостаточная освещенность рабочей зоны, повышенный уровень шумов. Работник может подвергаться действию опасных факторов: поражение электрическим током, возникновение пожаров, механические травмы. Негативное воздействие на окружающую среду в процессе работы практически отсутствует. Наиболее вероятно возникновение чрезвычайных ситуаций техногенного характера в результате производственных аварий и пожаров.</i></p>
<p><i>Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<p><i>ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ, СанПиН 2.2.4.548 – 96, ГОСТ 12.1.003-83, СНиП 23-03-2003, СП 52.13330.2011, ГОСТ 12.1.002-75, ГОСТ 12.1.009-76, ГОСТ 12.1.004-91, СНиП 21-01-97</i></p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p><i>Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – 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 – индивидуальные защитные средства) 	<p><i>Выявленные вредные факторы производственной среды:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – повышенный уровень вибрации на рабочем месте; – повышенный уровень шума на рабочем месте; – недостаточная освещенность рабочей зоны; – пыль и другие вредные вещества;
<p><i>Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); 	<p><i>Выявленные опасные факторы производственной среды:</i></p> <p><i>движущиеся механизмы для обработки детали;</i></p> <p><i>вращающиеся механизмы и оборудования для обработки детали;</i></p> <p><i>тепловое излучение при обработке детали;</i></p> <p><i>разработка и осуществление мер по пожарной безопасности;</i></p>

– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	
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.
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	Наиболее вероятным ЧС при сборки асинхронного двигателя является пожар на рабочем месте.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Рисунок 6.2 - План эвакуации

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	20.04.2016
---	------------

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Г11	Азиматов Абдулла Абдурахманович		

1 Специальная часть

1.1 Частотное регулирования асинхронного двигателя

Частотный преобразователь — электронное устройство для изменения частоты электрического тока (напряжения). Частотный асинхронный преобразователь частоты служит для преобразования сетевого трёхфазного или однофазного переменного тока частотой 50 (60) Гц в трёхфазный или однофазный ток, частотой от 1 Гц до 800 Гц. [19]

Для получения максимальных показателей работы электропривода, таких как: коэффициент мощности, коэффициент полезного действия, перегрузочная способность, плавность регулирования, долговечность, нужно правильно выбирать соотношение между изменением рабочей частоты и напряжения на выходе частотного преобразователя.

Функция изменения напряжения зависит от характера момента нагрузки. При постоянном моменте, напряжение на статоре электродвигателя должно регулироваться пропорционально частоте (скалярное регулирование $U/F = \text{const}$). Для вентилятора, например, другое соотношение – $U/F = \text{const}$. Если увеличиваем частоту в 2 раза, то напряжение нужно увеличить в 4 (векторное регулирование).

Кроме повышения КПД и энергосбережения такой электропривод позволяет получить новые качества управления. Это выражается в отказе от дополнительных механических устройств, создающих потери и снижающих надёжность систем: тормозов, заслонок, дросселей, задвижек, регулирующих клапанов и т.д. Торможение, например, может быть осуществлено за счёт обратного вращения электромагнитного поля в статоре электродвигателя. Меняя только функциональную зависимость между частотой и напряжением, мы получаем другой привод, не меняя ничего в механике.

Основные достоинства:

- плавный разгон и торможение электродвигателя;
- регулирование скорости от нуля до номинальной и выше номинальной;
- энергосберегающий режим:

- ограничение тока на уровне номинального в пусковых и рабочих режимах:
- полная защита электрооборудования с сообщением о причине аварийной остановки:
- увеличение срока службы механического и электрического оборудования.

Область применения:

- коммунальное хозяйство (водоснабжение, лифты и т.д.):
- автоматизированные системы, автоматические линии, конвейеры:
- технологические процессы:
- вентиляция:

грузоподъемные машины и механизмы: и т.д.

Принцип работы преобразователей частоты

Частотные преобразователи предназначены для плавного регулирования скорости асинхронного двигателя за счет создания на выходе преобразователя трехфазного напряжения переменной частоты. В простейших случаях регулирование частоты и напряжения происходит в соответствии с заданной характеристикой U/f , в наиболее совершенных преобразователях реализовано так называемое векторное управление. Принцип работы частотного преобразователя или как его часто называют - инвертора: переменное напряжение промышленной сети выпрямляется блоком выпрямительных диодов и фильтруется батареей конденсаторов большой емкости для минимизации пульсаций полученного напряжения. Это напряжение подается на мостовую схему, включающую шесть управляемых IGBT или MOSFET транзисторов с диодами, включенными антипараллельно для защиты транзисторов от пробоя напряжением обратной полярности, возникающем при работе с обмотками двигателя. Кроме того, в схему иногда включают цепь "слива" энергии - транзистор с резистором большой мощности рассеивания. Эту схему используют в режиме торможения, чтобы гасить генерируемое напряжение двигателем и обезопасить конденсаторы от перезарядки и выхода из строя.

Различают два основных принципа управления преобразователями частоты.

Основной принцип скалярного управления заключается в изменении частоты и амплитуды питающего напряжения по закону:

$$U/f^n = \text{const}, \text{ где } n \geq 1.$$

Данный принцип является наиболее простым способом реализации частотного управления. Благодаря относительно низкой стоимости преобразователей частоты со скалярным управлением, он широко используется для привода механизмов, с диапазоном регулирования частоты вращения двигателя 1:40. Важным достоинством скалярного метода является возможность одновременного управления группой электродвигателей.

Ко второму типу систем управления относится система векторного управления, обеспечивающая характеристики асинхронного электропривода, близкие к характеристикам привода постоянного тока. Векторное управление с применением датчиков обратной связи по скорости обеспечивает диапазон регулирования 1:1000. Важным достоинством векторное управление обеспечить высокую стабильность скорости при малых оборотах двигателя, точное поддержание момента нагрузки на валу двигателя даже при нулевой скорости и обеспечить высокие динамические характеристики в переходных режимах.

При условии: $U/f = \text{const}$, $M = \text{const}$, $M = P_{2H}/f_H \times 9.5$

Таблица 1.1 – Тепловые характеристики асинхронного двигателя

№	U/f	$*P_{\text{эл}}$	$*P_{\text{э2}}$	P_2	$P_{\text{см}}$	$(M)M_2$	$*(I_1)I_{1i}$	$*(Q)\Delta v.1$
1	220/50	665,292	225,588	7501	149,9	49,152	14,974	68,995
2	198/45	684,293	231,002	6714	129,128	49,08	15,187	69,751
3	176/40	711,888	239,145	5929	109,387	49,021	15,49	71,342
4	154/35	756,601	252,932	5149	90,722	49,037	15,969	74,565
5	132/30	832,667	276,992	4360	73,191	49,05	16,752	80,731
6	110/25	1004	333,268	3548	56,865	49,101	18,393	95,794
7	88/20	1568	523,648	2402	41,843	45,249	22,989	147,502

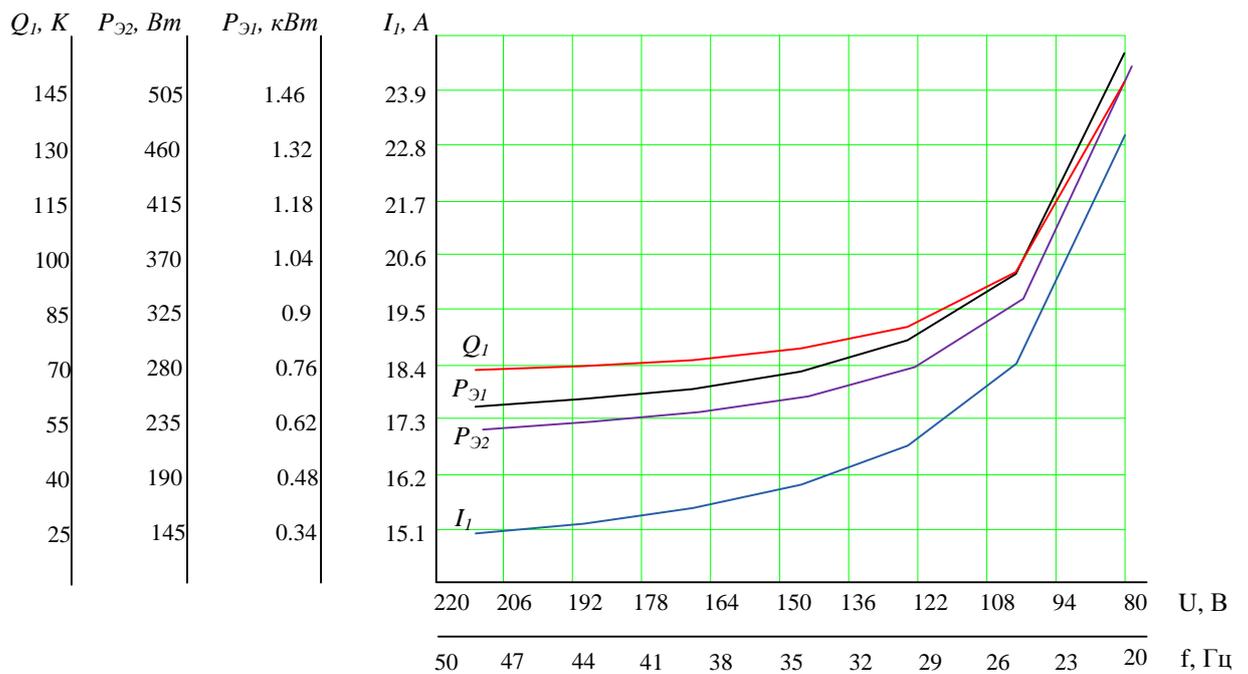


Рисунок 1.1 - График зависимости напряжение и частота от тока, температура и электрических потерях

Выводы:

По характеристикам видно что меньше частота 25 Гц не можем регулировать при постоянством номинального момента , не позволяет $Q_{доп} < Q_{кр}$ температура, возрастает от допустимого нагревостойкости изоляции ($100K < 147K$). Условию $M = const$ при последнем переходе не выполняется, уменьшается момент $M_2 > M$.

Конечные выводы можно считать $M = const$, Q – возрастает при s – уменьшением.

2 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В экономической части выпускной квалификационной работы освещены вопросы технико-экономического обоснования производства асинхронного двигателя на основе ООО «Электромотор», Московской области, что позволит оценить целесообразность производства двигателя.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценка коммерческого потенциала инженерных решений;
- расчет себестоимости производства двигателя;
- оценки ресурсной эффективности продукции.

2.1 Анализ потенциальных рисков и разработка мер по управлению ими

На данный момент единой классификации проектных рисков предприятия не существует. Однако можно выделить следующие основные виды рисков, присущие практически всем проектам [6]:

- маркетинговый риск,
- риск ликвидности,
- рыночный риск,
- риск несоблюдения графика проекта,
- риск превышения бюджета проекта, а также
- общеэкономические риски.

Маркетинговый риск — это риск недополучения прибыли из-за снижения объема реализации или цены товара. Ошибки в планировании дохода происходят из-за недостаточного анализа рынка: неверной оценки конкурентоспособности или неправильного ценообразования. Также на маркетинговый риск влияют ошибки в стратегии продвижения: недостаточный бюджет на продвижение или неправильный способ продвижения.

Риск ликвидности - вероятность получения убытка из-за недостатка денежных средств и неспособности выполнить свои обязательства. Последствия риска ликвидности: штрафы, пени, ущерб деловой репутации, банкротство. Риск возникает по причине непрофессионального управления оборотным капиталом.

Рыночный риск – влияние внешних по отношению к предприятию факторов, возникающих в результате изменения конъюнктуры рынка: колебания цен, курсы валют, котировки ценных бумаг. Рыночным рискам в наибольшей степени подвержены самые ликвидные активы компании: денежные средства, ценные бумаги, товарные запасы.

Риски несоблюдения графика и превышения бюджета проекта. Причины возникновения таких рисков могут быть объективными (например, изменение таможенного законодательства в момент расторжания оборудования и, как следствие, задержка груза) и субъективными (например, недостаточная проработка и несогласованность работ по реализации проекта). Риск несоблюдения графика проекта приводит к увеличению срока его окупаемости как напрямую, так и за счет недополученной выручки. В нашем случае этот риск будет велик: если компания не успеет начать реализацию новой продукции до конца зимнего пика продаж, то понесет большие убытки.

К общеэкономическим относят риски, связанные с внешними по отношению к предприятию факторами, например, риски изменения курсов валют и процентных ставок, усиления или ослабления инфляции. К таким рискам можно также отнести риск увеличения конкуренции в отрасли из-за общего развития экономики в стране и риск выхода на рынок новых игроков. Оценка рисков производится в процессе планирования проекта и включает качественный и количественный анализ. Если по итогам оценки проект принимается к исполнению, то перед предприятием встает задача управления выявленными рисками. По результатам реализации проекта накапливается статистика, которая позволяет в дальнейшем более точно определять риски и

работать с ними. Если же неопределенность проекта чересчур высока, то он может быть отправлен на доработку, после чего снова производится оценка рисков.

Таблица 2.1 - Риски и меры по ограничению их последствий

Виды рисков	Меры по ограничению последствий рисков
<ul style="list-style-type: none"> • Неустойчивость спроса • Риск, обусловленный поведением конкурентов • Появление альтернативного продукта • Рост налогов • Снижение платежеспособности потребителей • Изменения законодательства • Непредвиденные обстоятельства (аварии) • Рост цен на ресурсы • Небрежность и недобросовестность работников • Нарушение технологии или освоение новой технологии 	<ul style="list-style-type: none"> • Изучение изменений в российском законодательстве • Расширение состава поставщиков • Создание резерва для покрытия непредвиденных расходов • Систематическое изучение конъюнктуры рынка • Обучение персонала работе на новом технологическом оборудовании • Определение мер воздействия к неисполнительным работникам • Активные маркетинговые действия

2.2 Оценка конкурентоспособности продукции

Основными конкурентами являются производители асинхронных двигателей такие как ООО «Мосэлектромаш», ПАО «ВЭМЗ», ПАО «Ярославский электромашиностроительный завод ЭЛДИН

ООО «Электромотор» после реализации продукции согласно договору о купле продаже продукции предоставляется сервисное обслуживание, консультации специалистов по возникающим вопросам при монтаже и эксплуатации двигателя.

Результаты оценки факторов конкурентоспособности продукции сведем в таблицу 5.2 [7].

Таблица 2.2 - Оценка факторов конкурентоспособности продукции

Факторы конкурентоспособности продукции	ООО «Электромотор», Московская обл.	ООО «Мосэлектромаш», г. Лобня	ПАО «ВЭМЗ», г. Владимир	ПАО «ЭЛДИН», г. Ярославль
1.Продукция				
- качество	5	5	5	4
- показатели	5	5	5	4
- престиж марки	5	5	5	4
- упаковка	4	4	5	4
- обслуживание	5	4	4	4
- гарантия	4	5	4	4
- надежность	5	5	5	4
- защищенность	5	5	4	5
2.Цена				
-продажа	4	5	5	5
-сроки платежа	4	4	4	5
3.Каналы сбыта				
-прямая	4	4	3	4
-через посредников	5	4	3	5
4.Транспортировка				
- транспорт	Авто, ж.д., авиа	Авто, ж.д,	Авто, ж.д, авиа	Авто, ж.д,
5. Реклама				
-для потребителей	4	5	4	4
-для посредников	5	4	4	4
- показ образцов	5	5	4	4
- маркетинг	4	3	4	4
<i>Примечание: оценка факторы конкурентоспособности продукции производится по пяти бальной шкале. 1 – не эффективный показатель. 5 – эффективный показатель.</i>				

Из таблицы 2.2 видно, что наиболее выигрышными факторами конкурентоспособности продукции ООО «Элетромотор» является: качество двигателя, послепродажное обслуживание двигателя, надежность двигателя, защищенность двигателя. ООО «Элетромотор» вполне конкурентоспособен, но проигрывает по таким показателям, как цена продажи, реклама для потребителей.

2.3 Расчет себестоимости производства двигателя

Себестоимость проектируемого электродвигателя складывается из следующих основных статей:

- материальные расходы;
- расход на электроэнергию;
- расходы на оплату труда;
- отчисления на социальные нужды;
- накладные расходы;
- расходы на продажу.

Установленные ставки и тарифы приняты в расчётах по состоянию на первый квартал 2016 года.

2.3.1 Материальные затраты

Материальные затраты показывают расход материалов, необходимых для изготовления единицы продукции, в данном случае производство одного двигателя. Они определяются по формуле:

$$M = Q \times C_m,$$

где Q - норма расхода материала;

C_m - цена материала.

Затраты на материалы для изготовления единицы продукции представлены в таблице 3.

По таблице 3 видно, что основную часть материальных затрат составляют черные металлы (28%) и цветные металлы (24%)

Полная стоимость сырья и материалов включает транспортные расходы на их заготовление и приобретение и рассчитывается по формуле:

$$C_m = M \times K_{т.зр},$$

Где $K_{т.зр}$ - коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы; по данным ООО «Электромотор», $K_{т.зр}=1,13\%$

$$C_m = 3868 \times 1,13 = 4,4 \text{ тыс.руб./шт.}$$

Таблица 2.3 - Затраты на материалы

Наименование материала	Цена, руб.	Норма расхода, кг/ шт	Сумма, руб.	Структура затрат, %
Черные металлы				28,3
Чугун	61,50	0,80	49	
Валовая сталь	58,21	3,25	189	
Сталь 2212	92,80	9,23	856	
Цветные металлы				23,6
Медь	298,00	1,90	566	
Латунь ЛС59-1	319,00	0,20	64	
Алюминий АК7	174,00	1,75	304	
Подшипник	400,00	2,00	800	21,2
Кабельные изделия				14,9
Обмоточный провод	650,00	0,75	487	
Провод установ ПугВ	250,00	0,35	88	
Изоляция				12,0
Ст.пласт ССПБИД	221,00	0,10	22	
Стеклолакоткань ЛСП	169,00	0,30	51	
Синтофлекс 51	240,00	0,70	168	
Пленка ПЭТ-Э	410,00	0,05	21	
Трубка ТКР	140,70	0,73	103	
Лакокраски	199,00	0,50	99	
Всего			3868	100,0

2.3.2 Расходы на силовую электроэнергию

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$\mathcal{E} = \frac{\sum N \times t_{шт} \times k_3 \times k_{эо} \times k_{nc} \times \Pi_3}{\eta}$$

где N - установленная мощность электродвигателей, кВт;

$t_{шт}$ – трудоемкость операции на станке;

k_3 – средний коэффициент загрузки электродвигателей по мощности;

$$k_3 = 0,6$$

$k_{з\partial}$ – средний коэффициент загрузки электродвигателей во времени;

$$k_{з\partial}=0,87$$

k_{nc} – коэффициент потери электроэнергии в сети; $k_{nc}=1,05$

$Цэ$ – цена 1кВт часа электроэнергии руб/шт; $k_э=5,6$ руб

η – средний коэффициент полезного действия двигателей. $\eta=0,87$

Результаты расчёта сводим в таблицу 5.4.

Рассчитаем силовую электроэнергию затрачиваемую на производство проектируемого двигателя и двигателя с аналогичными характеристиками, произведенного на заводе ООО «Электромотор».

Таблица 2.4 - Расчет расходов на силовую электроэнергию

Станок	Мощность, кВт	Трудоемкость, час/шт		Стоимость электроэнергии, руб. шт	
		Проектируемый АД	Базовый АД	Проектируемый АД	Базовый АД
Токарный	17,0	1,9	2,1	123	136
Фрезерный	11,0	1,1	1,5	46	63
Точильный	4,0	1,3	1,4	20	20
Сверлильный	3,0	1,0	1,2	11	11
Прессовочный	3,5	1,2	1,3	16	16
Штамповочный	10,0	0,4	0,4	15	15
Шлифовальный	5,5	0,8	0,8	17	17
Всего				249	279

Из таблицы 2.4 видно, что у проектируемого двигателя расход на силовую электроэнергию меньше на 30 руб./шт., чем у базового двигателя с аналогичными характеристиками, произведённого на заводе ООО «Электромотор».

2.3.3 Полная заработная плата технологических рабочих

Полная заработная плата включает в себя основную и дополнительную заработную плату. Основная заработная плата рабочих определяется на основании трудоёмкости изготовления электрической

машины по операциям. Она включает в себя тарифную заработную плату, премиальные, надбавки и выплаты по районному коэффициенту.

В таблице 2.5 рассчитана тарифная заработная плата основных рабочих.

Таблица 2.5 - Тарифная заработная плата

Виды работ	Трудоемкость, ч/шт	Тарифная ставка, руб./час	Заработная плата, руб./шт.
Заготовительные	0,40	108,80	44
Токарные	2,66	155,70	414
Фрезерные	1,54	163,80	252
Прессовочные	1,68	143,10	240
Штамповочные	0,52	143,10	74
Точильные	1,69	155,70	263
Сверлильные	1,40	122,40	171
Слесарные	1,30	138,40	180
Намоточно-обмоточные	1,50	127,20	191
Шлифовочные	1,04	122,40	127
Сборочные	0,70	138,40	97
Отделочные	0,80	127,20	102
Проверка (ОТК)	0,60	145,60	87
Итого по сдельным расценкам			2243

$$Z_{осн} = Z_T \times Pr \times Hd,$$

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

Z_T – тарифная заработная плата;

Pr – коэффициент, учитывающий премиальные выплаты; $Pr=1,3$

Hd – надбавки; средний процент надбавок составляет 20% от тарифной заработной платы;

Основная заработная плата рассчитывается на основании данных планово-экономического отдела ООО «Элетромотор»

$$C_{осн} = 2,2 \times 1,3 \times 1,2 = 3,5 \text{ тыс. руб./шт.}$$

Дополнительная заработная плата начисляется рабочим и служащим за непроработанное время, предусмотренное действующим законодательством.

Дополнительная заработная плата учитывается так же, как и основная, и включается в фонд заработной платы предприятия. Дополнительная заработная плата составляет 11% от основной заработной платы.

$$C_{\text{доп}} = 3,5 \times 0,11 = 0,4 \text{ тыс. руб./шт.}$$

2.3.4 Отчисление во внебюджетные фонды

Отчисления во внебюджетные фонды составляют 30% от суммы основной и дополнительной заработной платы

$$C_{\text{соц}} = (3,5 + 0,4) \times 0,30 = 1,2 \text{ тыс. руб./шт.}$$

2.3.5 Накладные расходы

В расчёте используются данные «Электромотор», в которых накладные расходы составляют фиксированный процент (350%) от суммы основной заработной платы.

Накладные расходы включают расходы по содержанию и эксплуатации оборудования, управлению предприятием, по реализации продукции и прочие, которые не могут быть непосредственно отнесены на ту или на иную продукцию, изготавливаемую на предприятии.

Накладные расходы рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{накл}} = C_{\text{осн}} \times k_{\text{накл}}$$

где $k_{\text{накл}}$ – процент накладных расходов

Рассчитаем накладные расходы:

$$C_{\text{накл}} = 3,5 \times 3,5 = 12,3 \text{ тыс. руб./шт}$$

Расчёт себестоимости электродвигателя приведён в таблице 5.6.

Таблица 2.6 - Расчёт себестоимости асинхронного двигателя

Наименование	Сумма тыс. руб.	Удельный вес, %
Расходы на основные материалы	4,4	17
Расход на сил.электроэнергию	2,5	10
Полная заработная плата	3,9	15
Отчисления на социальные нужды	1,2	4
Накладные расходы	12,3	47
Итого производственная себестоимость	24,3	93
Расходы на продажу (7%)	1,7	7
Итого полная себестоимость	26,0	100

Себестоимость проектируемого двигателя составляет 26 тыс. руб. Заметим, что 47% составляют накладные расходы.

2.4 Определение рентабельности продукции

Анализа цен продукции основных производителей и поставщиков двигателей этого типа на российском рынке, позволил сделать вывод, что средняя цена в начале 2016 года на подобные двигатели не превышает 30 тыс. руб. Что бы обеспечить стабильность спроса и успешность конкуренции, на проектируемый двигатель с улучшенными техническими характеристиками (а именно КПД) установили 30 тыс. руб. (без учета НДС).

Рентабельность продукции показывает отношение прибыли от реализации этой продукции (*Приб*) к ее себестоимости ($C_{полн}$).

Рентабельность выпускаемого двигателя составит:

$$Рент = \frac{Приб}{C_{полн}} \times 100\% = \frac{30 - 26}{26} \times 100 = 16\%$$

2.5 Расчет прибыли, определение критического объема производства

Одним из основных финансовых показателей плана и оценки производственной деятельности организации является прибыль. За счёт прибыли осуществляется финансирование мероприятий по научно-техническому и социально-экономическому развитию.

Прибыль от реализации продукции представляет собой разницу между общей суммой выручки и затратами на производство и реализацию продукции.

Прибыль от реализации составит:

$$\text{Приб} = \text{Ц}_{\text{рын}} - \text{C}_{\text{полн}} = 30 - 26 = 4 \text{ тыс.руб /шт}$$

Критическая программа - это объем производства, при котором выручка от реализации продукции равна ее полной себестоимости. Критический объем производства определяется по формуле:

$$Q_{\text{кр}} = \frac{C_{\text{пост}}}{\text{Ц} - C_{\text{пер}}} \text{ шт / год},$$

где Ц – цена единицы продукции;

$C_{\text{пост}}$ – постоянные издержки, т.е. расходы, которые не зависят от объема от производства (в нашем случае принимаются в виде суммы накладных расходов и расходов на продажу).

$C_{\text{пер}}$ – переменные издержки, т.е. расходы, которые изменяются пропорционально объему производства (в нашем случае принимаются в виде суммы расходов на основные материалы, силовую электроэнергию, полную заработную плату, отчисления на социальные нужды).

$$Q_{\text{кр}} = \frac{140000}{30 - 12} = 7778 \text{ шт / год}$$

Диапазон безопасности - это важнейшая характеристика успешной работы предприятия, она определяется :

$$J_{\text{без}} = \frac{Q_t - Q_{\text{кр}}}{Q_t} \times 100\%$$

где Q_t - планируемый объем производства;

$Q_{\text{кр}}$ - критический объем производства.

$$J_{\text{без}} = \frac{10000 - 7778}{10000} \times 100\% = 22\% .$$

По данным расчетов построим графики безубыточности (рисунок 2.1).

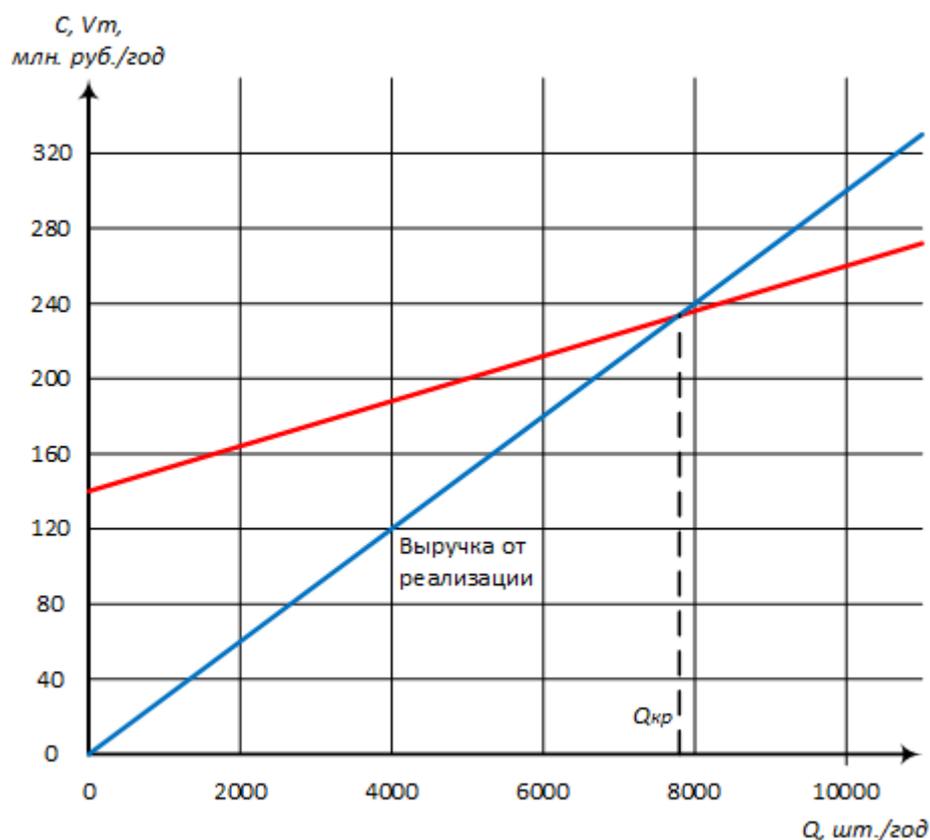


Рисунок 2.1 – График безубыточности проектируемого двигателя.

где C – полная себестоимость, млн.руб./год;

V_m – выручка от реализации, млн.руб./год;

Q – Объем производства, шт./год ;

Экономическая часть выпускной квалификационной работы была представлена с целью оценки коммерческого потенциала и перспективности проведения инженерных решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Рассматривался технологический процесс разработки асинхронного двигателя.

Производство данного типа двигателя при поддержании уровня продаж на уровне производства в 10000 шт./год можно считать прибыльным. Рентабельность данной продукции составляет 16%

Анализ позволил сделать вывод, что при проектировании данной продукции серьезных проблем не возникает.

2.6 Расчет экономии электроэнергии при эксплуатации двигателя

Приведем сравнение характеристик проектируемого асинхронного двигателя и базового варианта асинхронного двигателя, произведенного на ООО «Электромотор». Характеристики двигателей представлены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Характеристики электродвигателей.

Характеристики	Проектируемый двигатель	Базовый двигатель
Мощность, кВт	7,5	7,5
Об/мин	1500	1500
КПД, %	87,5	83,0
Масса, кг	9300	9500

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$\mathcal{E} = \frac{N \times F_{\partial} \times k_{nc}}{\eta}$$

где N - установленная мощность электродвигателей, кВт;

F_{∂} – фонд времени работы двигателя на 1 сменную работу за год, час.;

$F_{\partial}=2000$ ч/год.

K_{nc} – коэффициент потери электроэнергии в сети; $K_{nc}=1,05$.

η – средний коэффициент полезного действия двигателей.

Рассчитаем затраты на силовую электроэнергию.

Проектируемый двигатель:

$$\mathcal{E} = \frac{7,5 \times 2000 \times 1,05}{0,875} = 18 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{час}$$

Базовый двигатель:

$$\mathcal{E} = \frac{7,5 \times 2000 \times 1,05}{0,83} = 19 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{час}$$

Из расчета видно, что при использовании проектируемого электродвигателя на силовую электроэнергию расходуется на одну сменную работу 1 тыс. кВт·час меньше, чем у базового варианта асинхронного

электродвигателя, произведенного ООО «Электромотор». Тем самым проектируемый асинхронный двигатель ресурсоэффективнее, чем электродвигатель, произведенный ООО «Электромотор».

3 Социальная ответственность

Введение

Организация и улучшение условий труда на рабочем месте является одним из важнейших резервов производительности труда и экономической эффективности производства. Безопасность жизнедеятельности представляет собой систему законодательных актов и соответствующих им социально-экономических, технических, гигиенических, организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Целью данного раздела является оценка условий труда, анализ вредных и опасных факторов, воздействующих на работника, разработка мер защиты от них, также рассмотрение вопросов техники безопасности, пожарной профилактики и охраны окружающей среды во время технологического процесса общей сборки двигателя. Для осуществления этого технологического процесса применяется следующее оборудование: транспортная система, ручные инструменты. Технологический процесс сборки включает в себя следующие виды работ: продувку деталей, работу с транспортными приспособлениями.

3.1 Анализ опасных и вредных факторов

Вопросы безопасности труда имеют особое значение. Обеспечению безопасных, здоровых и высокопроизводительных условий труда на производстве уделяется большое внимание.

При сборке электрических двигателей возникает ряд вредных и опасных производственных факторов.

Вредными факторами принято называть такие факторы жизненной среды, которые приводят к ухудшению самочувствия, снижения работоспособности, заболевания и даже смерти как следствие заболевания. К вредным факторам относятся [10]:

- Отклонение параметров микроклимата.

- Шум и вибрация, при работе с ручным механизированным инструментом.

- Недостаточная освещенность рабочей зоны.

- Пыль и другие вредные вещества.

Контролем содержания вредных примесей в воздухе и на рабочих местах занимается санитарная лаборатория.

Опасными факторами называют такие факторы жизненной среды, которые приводят к травмам, ожогам, обморожениям, другим повреждениям организма или отдельных его органов и даже внезапной смерти. К ним относятся:

- Поражение электрическим током, при работе испытательной станции.

- Получение механических травм, при слесарно-сборочных работах.

- Пожар

3.2 Производственная санитария

Производственная санитария представляет собой систему организационных, гигиенических и санитарно-технических мероприятий и средств, предотвращающих воздействие вредных производственных факторов, которые приводят к профессиональному заболеванию.

Производственная санитария включает оздоровление воздушной среды и нормализация параметров микроклимата в рабочей зоне, защиту рабочих от шума, вибрации, и обеспечение нормативов освещения, а также поддержание в соответствии с санитарными требованиями территории предприятия, основных и вспомогательных помещений.

Большое значение для охраны здоровья и труда человека имеет качество воздуха в производственных помещениях.

Микроклимат производственных помещений – метеорологические условия внутренней среды этих помещений, которые определяются

действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплового излучения [11].

Таким образом, определяющими факторами при определении микроклимата производственного помещения являются:

- температура;
- влажность воздуха;
- скорость движения воздуха.

Выделяются допустимые значения показателей микроклимата и оптимальные показатели микроклимата. При оптимальных микроклиматических условиях обеспечивается сохранение нормального функционального и теплового состояния организма, создаются предпосылки для высокого уровня трудоспособности. При допустимых микроклиматических условиях не возникают повреждения или нарушения состояния здоровья, но могут наблюдаться дискомфортные теплоощущения, ухудшение самочувствия и понижение работоспособности.

По степени физической тяжести работа относится к категории средней тяжести Пб (СанПиН 2.2.4.548-96) [11]. В таблице 3.1 представлены оптимальные и допустимые нормы микроклимата.

Таблица 3.1 – Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

Сезон года	Категория работ	Температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		Оптимальное	Допустимое	Оптимальное	Допустимое	Оптимальное	Допустимое
Холодный	Средней тяжести, Пб	17 – 19	15 – 22	40 – 60	15 – 75	0,2	0,2 – 0,5
Тёплый	Средней тяжести, Пб	19 – 21	16 – 27	40 – 60	15 – 75	0,3	0,2 – 0,5

Параметры микроклимата в зимнее время поддерживаются системой отопления, летом – общеобменной вентиляцией.

Пыль – мельчайшие твердые частицы, способные некоторое время находиться в воздухе во взвешенном состоянии. Выявим способы защиты от пыли на производстве. Это максимальная механизация, модернизация и автоматизация производственных процессов; применение герметического оборудования для транспортировки пылящих материалов; использование увлажненных сыпучих материалов; применение эффективных аспирационных установок, что позволит удалять отходы и пыль; тщательная и систематическая пылеуборка помещений с помощью современных средств; применение в качестве средств индивидуальной защиты респираторов, очков, противопыльной спецодежды.

Очищение воздуха предлагается осуществлять при помощи всевозможных пылеуловителей, воздухоочистителей, фильтров, пылесосадыльных камер, центробежных пылеотделителей - циклонов.

Шум относится к вредным факторам производства, как и звук, возникает при механических колебаниях в твердых, жидких и газообразных средах.

Повышенный уровень шума на рабочих местах отнесен к группе физических опасных и вредных производственных факторов. Шум неблагоприятно действуют на организм человека, вызывают головную боль, под его влиянием развивается раздражительность, снижается внимание, замедляются сенсомоторные реакции, повышаются, а при чрезвычайно интенсивном действии понижаются возбуждательные процессы в коре головного мозга. Воздействие шума повышает пороги слышимости звуковых сигналов, снижает остроту зрения и нарушает нормальное цветоощущение. Работа в условиях шума может привести к появлению гипертонической или гипотонической болезни, развитию профессиональных заболеваний – тугоухости и глухоте. Для измерения громкости (в децибелах Дб) используется двушкальный шумомер [12].

В качестве защиты от шума и звука следует применять нормирование; некоторые технические тонкости, звукоизоляцию, звукопоглощение,

специальные глушители аэродинамического шума, средства индивидуальной защиты (наушники, беруши, противошумные каски, специальная противошумная одежда) [13].

Производственное освещение тоже является производственным фактором, характеризуется такими показателями, как световой поток (определяется мощностью лучистой энергии), освещенность, яркость, сила света. Опасно тем, что при пере- или недозировке определенного количества люкс, ватт, кандел возможно испортить, а то и потерять зрение.

Оценка освещенности рабочей зоны необходима для обеспечения нормированных условий работы в помещениях и проводится в соответствии с СП 52.13330.2011 [14].

Создание правильного освещения является важной задачей при организации рабочего места. Освещение влияет на здоровье и работоспособность работника. Правильно спроектированное и выполненное освещение на предприятии, обеспечивает возможность нормальной производственной деятельности.

Наилучшим видом освещения является дневное, солнечное. Все цеха имеют естественное освещение. Но дневной свет не может обеспечить нужное освещение в течении всего рабочего дня, а также зависит от погодных условий.

Выбор источника света зависит от освещаемого предмета или территории. Различают два вида источников света: тепловое (лампы накаливания и галогенные лампы накаливания) и люминесцентное (длинные трубчатые газоразрядные лампы).

3.3 Расчет искусственного освещения

Правильно спроектированное и выполненное освещение на предприятиях машиностроительной промышленности, обеспечивает возможность нормальной производственной деятельности.

Задачей расчета искусственного освещения является определение числа светильников, их типа, мощности источников света.

К числу источников света массового применения относятся лампы накаливания, лампы ДРЛ, люминесцентные лампы.

Основным источником света, как для общего, так и для комбинированного освещения, являются люминесцентные лампы: ЛДЦ ЛД, ЛХБ, ЛБ, ЛТБ. Из них наиболее экономичными являются лампы типа ЛБ.

Применение на рабочих местах одного местного освещения не допускается. Общее равномерное освещение применяется для тех помещений, где работа производится по всей площади, и нет необходимости в лучшем освещении отдельных участков.

Система общего локализованного освещения применяется тогда, когда в производственном помещении есть участки, на которых проводятся работы с высоким зрительным напряжением.

Полученная из СНиП 23-05-95 величина освещенности корректируется с учетом коэффициента запаса, так как со временем за счет загрязнения светильников и уменьшения светового потока ламп освещённость снижается. Значения коэффициента запаса указаны в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Значение коэффициента запаса

Характеристика объекта	Люминесцентные лампы	Лампы накаливания
Помещения с большим выделением пыли	2,0	1,7
Помещения со средним выделением пыли	1,8	1,5
Помещения с малым выделением пыли	1,5	1,3

При выборе расположения светильников необходимо руководствоваться двумя критериями:

- обеспечение высокого качества освещения, ограничение ослеплённости и необходимой направленности света на рабочие места;
- наиболее экономичное создание нормированной освещенности.

Система освещения производственных помещений:

– Общее равномерное освещение лампами накаливания;

Тип светильника:

– Универсальный без затемнителя;

Выполняемые работы имеют высокую точность и относятся к 1 категории.

Размеры производственного помещения:

– Высота 5 м;

– Длина 48 м;

– Ширина 9 м;

Потолок и стены светлые, пол темный.

Площадь помещения:

$$S = AB = 9 \cdot 48 = 432 \text{ м}^2.$$

Находим величину минимально допустимой табличной освещенности:

$$E_n = 100 \text{ лк}$$

По условию слепящего действия высота подвеса светильника над полом:

$$4 \text{ м.}$$

Свес светильника:

$$h_e = 1 \text{ м.}$$

Тогда высота подвеса светильника над рабочей поверхностью:

$$h = 6 - 1 - 0.8 = 4.2 \text{ м,}$$

где 0.8 - высота рабочей поверхности.

Произведем предварительную разметку светильников. Расстояние между светильниками L определяется, как выгоднейшее:

$$\frac{L}{h} = 1.1 \quad L = 1.1 \cdot 4.2 = 4.64 \text{ м.}$$

Устанавливаем светильники по длине (отступив от стен 2 м) на расстоянии

$$4.4 \text{ м.}$$

Устанавливаем светильники по ширине (отступив от стен 2м) на расстоянии:

5м.

В результате разметки принимаем 20 светильников.

Для определения коэффициента использования находим индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)} = \frac{432}{4.2 \cdot (48 + 9)} = 1.8.$$

Коэффициент использования:

$$\eta = 0.43.$$

Расчетный световой поток:

$$F = \frac{E_n kSZ}{n\eta} = \frac{100 \cdot 1.3 \cdot 432 \cdot 1.1}{20 \cdot 0.43} = 7183.3 \text{ лм},$$

где k - коэффициент запаса;

Z - коэффициент, учитывающий отклонение от средней величины.

По полученному потоку подбираем мощность лампы для работы на напряжение 220 В. Наиболее подходящей лампой является лампа мощностью 500 Вт со световым потоком 8100 лм.

Принимаем 18 светильников. В связи с этим проведем окончательную разметку светильников.

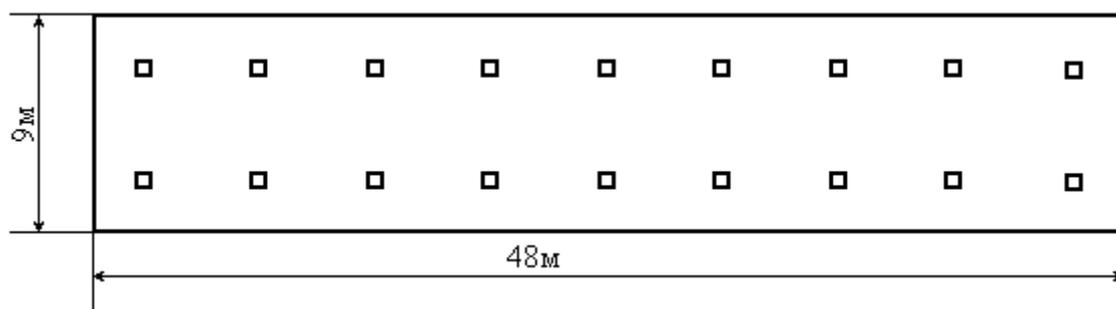


Рисунок 3.1 – План помещения в масштабе.

Рассчитав искусственное освещение можно с уверенностью сказать, что оно обеспечивает возможность нормальной производственной деятельности и высокого качества освещения, ограничивает ослеплённость и необходимую направленность света на рабочие места.

3.4 Техника безопасности

Наибольшую опасность представляет поражение электрическим током, которое может возникнуть в результате замыкания электрической цепи через тело человека, т. е. при прикосновении человека к сети не менее чем в двух точках.

Опасность поражения электрическим током зависит от условий в помещении. «Правила устройства электроустановок» делят все помещения на помещения с повышенной опасностью, особо опасные помещения, помещения без повышенной опасности.

Признаки, которые влияют на вероятность поражения током человека:

- относительная влажность воздуха не превышает 75 %;
- температура воздуха не превышает плюс 35 °С, следовательно, повышенной не является;
- отсутствуют частицы токопроводящей пыли;
- химически активные вещества отсутствуют;
- имеется возможность одновременного касания оператора к металлоконструкциям, соединённым с землёй, с одной стороны, и с другой стороны корпусам электрооборудования из металла.

1. К самостоятельной работе допускаются лица прошедшие медицинское освидетельствование, курсовое обучение по теоретическим знаниям и практическим навыкам в работе в объёме программы, аттестацию квалификационной комиссии и инструктаж по охране труда на рабочем месте [15].

2. Первичный инструктаж рабочий получает на рабочем месте до начала производственной деятельности. Первичный инструктаж производит мастер цеха. Повторный инструктаж рабочий получает - ежеквартально.

3. После первичного инструктажа в течение первых двух – пяти смен должен выполнять работу под наблюдением мастера, либо наставника, после чего оформляется допуск к самостоятельной работе, который

фиксируется датой и подписью инструктирующего и инструктируемого в журнале инструктажа.

4. Рабочий должен работать в спецодежде:

- Костюм ХБ ГОСТ 27575-87;
- Перчатки ХБ вязанные ГОСТ 5007-87;
- Ботинки кожаные с металлическим носком ГОСТ 28807-90;
- Рукавицы комбинированные ГОСТ 124010-77[13].

При окончании работы необходимо произвести уборку рабочего места, сдать смену – сообщить сменному мастеру или сменщику обо всех недостатках, обнаруженных в оборудовании и инструментах.

При получении травмы или недомогания нужно немедленно обратиться в медпункт и по возможности в течение суток сообщить мастеру или начальнику цеха.

В последние годы существенно возросла актуальность проблемы электробезопасности. По статистике 3 % от общего числа травм приходится на электротравмы, в среднем по всем отраслям промышленности и хозяйства - 12% смертельных электротравм от числа смертельных случаев.

Проходя через организм, электрический ток оказывает следующие воздействия: термическое (нагревает ткани, кровеносные сосуды, нервные волокна и внутренние органы вплоть до ожогов отдельных участков тела); электролитическое (разлагает кровь, плазму); биологическое (раздражает и возбуждает живые ткани организма, нарушает внутренние биологические процессы).

В соответствии с ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ «Электробезопасность. Термины и определения» [16] в качестве средств и методов защиты от поражения электрическим током применяют:

- изоляцию токоведущих частей (нанесение на них диэлектрического материала — пластмасс, резины, лаков, красок, эмалей и т.п.);
- двойную изоляцию — на случай повреждения рабочей;

- воздушные линии, кабели в земле и т.п.;
- ограждение электроустановок;
- блокировочные устройства, автоматически отключающие напряжение электроустановок, при снятии с них защитных кожухов и ограждений;
- малое напряжение (не более 42 В) для освещения в условиях повышенной опасности;
- изоляцию рабочего места (пола, настила);
- заземление или зануление корпусов электроустановок, которые могут оказаться под напряжением при повреждении изоляций;
- выравнивание электрических потенциалов;
- автоматическое отключение электроустановок;
- предупреждающую сигнализацию (звуковую, световую) при появлении напряжения на корпусе установки, надписи, плакаты, знаки;
- средства индивидуальной защиты и другие.

К работе с электрооборудованием допускаются люди прошедшие теоретический курс. Осуществлять работу необходимо в спецодежде. Токоведущие части оборудования должны быть закрыты от общего доступа защитными кожухами, независимыми корпусами от токоведущей части. При ремонтных и монтажных работах устанавливаются защитные ограждения и вывешиваются предупреждающие плакаты. Все электроустановки должны быть заземлены.

3.5 Пожарная безопасность

Пожаром называется неконтролируемое горение вне специального очага, наносящего материальный ущерб. Согласно [17] 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.

Пожары на промышленных предприятиях представляют большую опасность для работающих и могут причинить огромный материальный ущерб.

Причинами пожаров на общественных предприятиях чаще всего бывают:

- Нарушение технологического режима;
- Неисправность электрооборудования;
- Плохая подготовка к ремонту оборудования;
- Самовозгорание промасленной ветоши и других материалов.

Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами пожарной профилактики. Пожарная профилактика включает в себя комплекс мероприятий необходимых для предупреждения возникновения пожара или уменьшения его последствий.

Лица, не прошедшие противопожарный инструктаж к работе не допускаются. Каждый работающий на предприятии независимо, от занимаемой должности должен знать и строго соблюдать установленные правила пожарной безопасности, не допускать действий, которые могут привести к возникновению пожара или возгоранию.

На территории участка сборки электродвигателей запрещается:

- загромождать различными предметами и оборудованием, готовой продукцией и заготовками проходы, выхода, коридоры, лестничные проемы и подходы;
- хранить специальную одежду и другие сгораемые материалы на радиаторах, вешать на производственное оборудование, электроприборы;
- курить, пользоваться открытым огнем, не предусмотренным спец. технологией, разводить костры;
- скапливать на рабочем месте мусор, промасленную ветошь;
- использовать не по назначению противопожарный инвентарь;
- загромождать различными предметами проходы, выходы;

- самовольно подключать в электросеть электронагревательные приборы,
- оставлять включенными станки, электроприборы без просмотра;
- при работе с огнеопасными жидкостями использовать инструмент, который может вызвать искрообразование;
- соприкосновение промасленной одежды, масел и др. жиров с арматурой кислородных баллонов;

Каждый работающий на предприятии должен знать:

- при обнаружении пожара или загорания вызвать пожарную помощь и принять меры к ликвидации очага пожара или действовать по указанию старшего начальника;
- знать пути эвакуации из помещения (образец представлен на рисунке 3.2);
- знать пожароопасность своего цеха, участка и при обнаружении нарушений противопожарного характера устранить их или сообщить начальнику цеха;
- знать и уметь пользоваться первичными средствами пожаротушения.

К первичным средствам пожаротушения относятся все виды переносных и передвижных огнетушителей, оборудование пожарных кранов, ящики с порошковыми составами (песок, перлит и т.п.), а также огнестойкие ткани (асбестовое полотно, кошма, войлок и т.п.).

Первичные средства пожаротушения должны размещаться в легкодоступных местах и не должны быть помехой и препятствием при эвакуации персонала из помещений.

На участке сборки электродвигателя используются средства пожаротушения, такие как [18]:

- огнетушитель ОУ-3 - Углекислотный, предназначенный для тушения загорания установок под напряжением до 1000В. При загорании

снять огнетушитель, поднести к загоранию, выдернуть чеку и нажать на рычаг, а затем направить раструб на огонь.

– стационарная пенная установка - предназначена для тушения загорания различных веществ, за исключением щелочных и щелочноземельных веществ. При загорании размотать рукав, открыть вентили вода, воздух и направить пожарный рукав на огонь.

3.6 Экологическая безопасность

Защита окружающей среды - это комплексная проблема, требующая усилия учёных многих специальностей. Наиболее активной формой защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий, является полный переход к безотходным и малоотходным технологиям и производствам. Это требует решения целого комплекса сложных технологических и конструктивных задач, основанных на исследовании новейших научно-технологических достижений.

Важными направлениями следует считать совершенствование технологических процессов и разработку нового оборудования с меньшим уровнем выбросов в окружающую среду, замену и по возможности широкое применение дополнительных методов и средств защиты окружающей среды.

В качестве дополнительных средств защиты применяют системы для очистки газовых выбросов, сточных вод от примесей, глушителей шума, виброизоляторы технологического оборудования. Важную роль в защите окружающей среды отводится мероприятиям по рациональному размещению источников загрязнения: оптимальное расположение промышленных предприятий с учетом местности; установление санитарно-защитных норм вокруг промышленных предприятий.

Вследствие использования работниками душевых и туалетов образуются жидкие отходы для удаления, которых применяют канализационную систему.

Также из-за использования обтирочных материалов образуются твердые отходы, так же твердые отходы являются обрезки кабелей, а также вышедшие из строя оборудование, которое направляется на заводы для переработки. Для оставшихся отходов предусмотрены места хранения, и в конце смены они очищаются. При удалении отходов с территории предприятия им присваиваются категории опасности и вывозятся на соответствующие полигоны (промышленных отходов, токсичных отходов и т.д.).

В данном разделе был проведен анализ опасных и вредных факторов, возникающих в процессе сборки двигателя. Освещены вопросы техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности. Проведен расчет искусственного освещения для участка сборки двигателя, в результате которого можно сказать, что оно обеспечивает возможность нормальной производственной деятельности и высокого качества освещения, ограничивает ослеплённость и необходимую направленность света на рабочие места.

Заключение

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы был спроектирован асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором для частотного регулирования. В качестве базовой модели выбрана конструкция асинхронных двигателей серии 4А, которые предназначены для наиболее широкого применения в различных отраслях народного хозяйства мощностью $P_{2H}=7,5$ кВт, частотой вращения $n=1500$ об/мин, числом полюсов $2p=4$, напряжением $U_n=380$ В.

В электромагнитном расчете были выбраны главные размеры, определены параметры двигателя, масса активных материалов, потери и КПД, а также рассчитаны рабочие и пусковые характеристики, кратность пускового тока и максимального момента, удовлетворяющие требованиям, предъявляемым к двигателю.

Обмотка статора выбрана однослойной. Для обмотки статора применена изоляция класса F, которая допускает длительный нагрев обмотки статора до 140° С. Короткозамкнутая обмотка ротора – литая алюминиевая.

Плотность тока в обмотке статора получилась значительной, что характерно для двигателей небольшой и средней мощности. Для обмотки статора используется стандартный эмалированный провод с диаметром $d_{из}=1,015$ мм, это позволяет применять механизированную укладку обмотки, коэффициент заполнения паза соответствует механизированной укладке. В расчете зубцовой зоны статора была принята конфигурация пазов, при которой зубцы имеют постоянное поперечное сечение по всей высоте, т.е. в зубцах не будет участков с разной индукцией.

Воздушный зазор был выбран небольшим, что приводит к уменьшению магнитодвижущей силы магнитной цепи и тока намагничивания. При этом будут уменьшаться суммарные потери, благодаря чему в расчете рабочих характеристик повысились значения $\cos\varphi$ и КПД. Число пазов ротора выбрано по рекомендациям, основанным на изучении влияния

соотношений числа зубцов статора и ротора на кривую момента, а также шумы и вибрации.

Механический расчет вала показал, что жесткость, прочность и критическая частота вращения вала удовлетворяют требуемым условиям.

Тепловой расчет показал, что у двигателя имеется небольшой температурный запас по температуре нагрева обмотки статора (для класса изоляции F), а вентилятор обеспечивает расход воздуха в расчете специальною частью была снята характеристика при понижении частота от 50 Гц до 20 Гц с частотно-регулированием асинхронного двигателя при постоянством момента. Характеристика показала при 20 Гц не можем регулировать асинхронного двигателя, потому что температура возрастает.

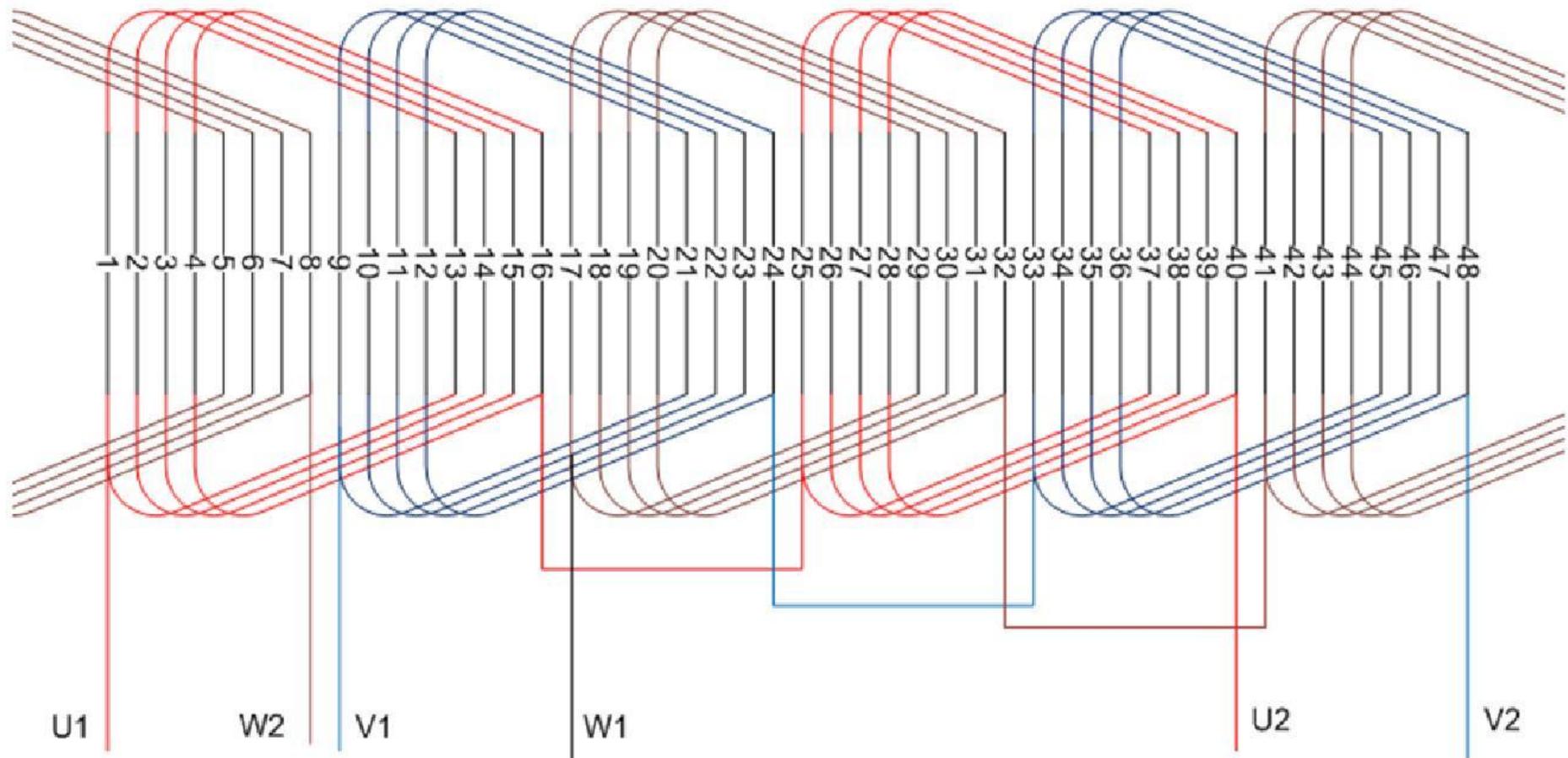
При выполнении технологической части выпускной квалификационной работы был разработан технологический процесс сборки статора асинхронного двигателя. Выбрано оборудование и оснастки. Определены нормы времени и необходимое количество оборудования для выполнения требуемой программы выпуска.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» рассчитана себестоимость изготовления спроектированного двигателя. Произведен расчет получаемой прибыли, определены точка безубыточности и диапазон безопасности и расчет экономии затрат на силовую электроэнергию при эксплуатации.

В разделе «Социальная ответственность» проведен анализ опасных и вредных факторов, возникающих в процессе сборки двигателя. Освещены, производственной санитарии, вопросы техники безопасности, пожарной безопасности. Проведен расчет искусственного освещения для участка сборки.

В целом спроектированный частотно-регулируемый асинхронный двигатель удовлетворяет техническим требованиям задания.

ФЮРА. 621313.005.10



$$Z_1 = 48, 2 \cdot p = 4, m = 3, a = 1, q = 4$$

Лист № 1
 Дата
 Изм. № 1
 Дата
 Разр. № 1
 Дата
 Провер. № 1
 Дата
 Утвер. № 1
 Дата

				ФЮРА. 621313.005.10				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Обмотка статора однослойная	Лит.	Масса	Масштаб
Разр.	Азиматов А.А.							1:1
Проф.	Бейерлейн Е.В.					Лист	Листов	1
Т.контр.						ТПУ ИИЭО 3-5Г11		
Н.контр.								
Утв.								

Копировал

Формат А3

Перв. примен.

Стр. №

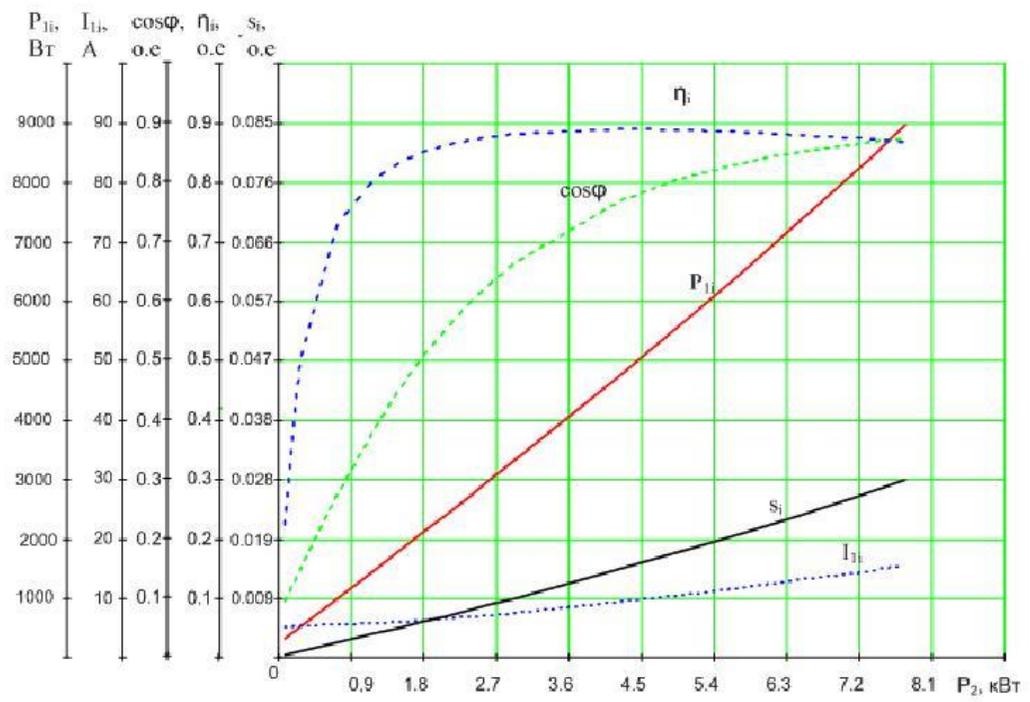
Лист и дата

Инд. №

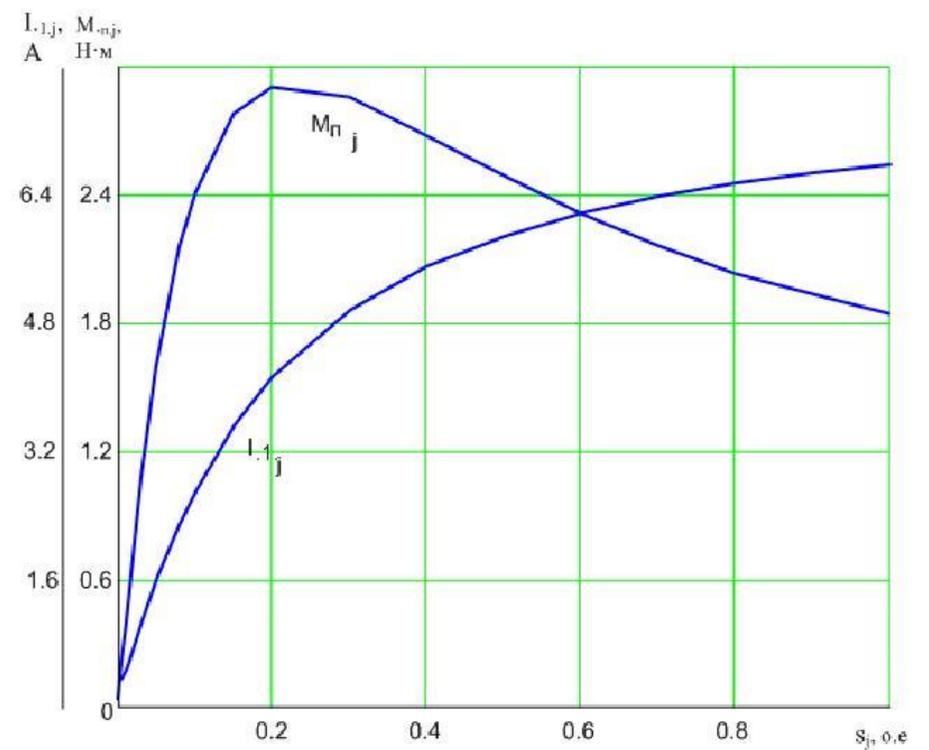
Взам. инв. №

Лист и дата

Инд. № подл.



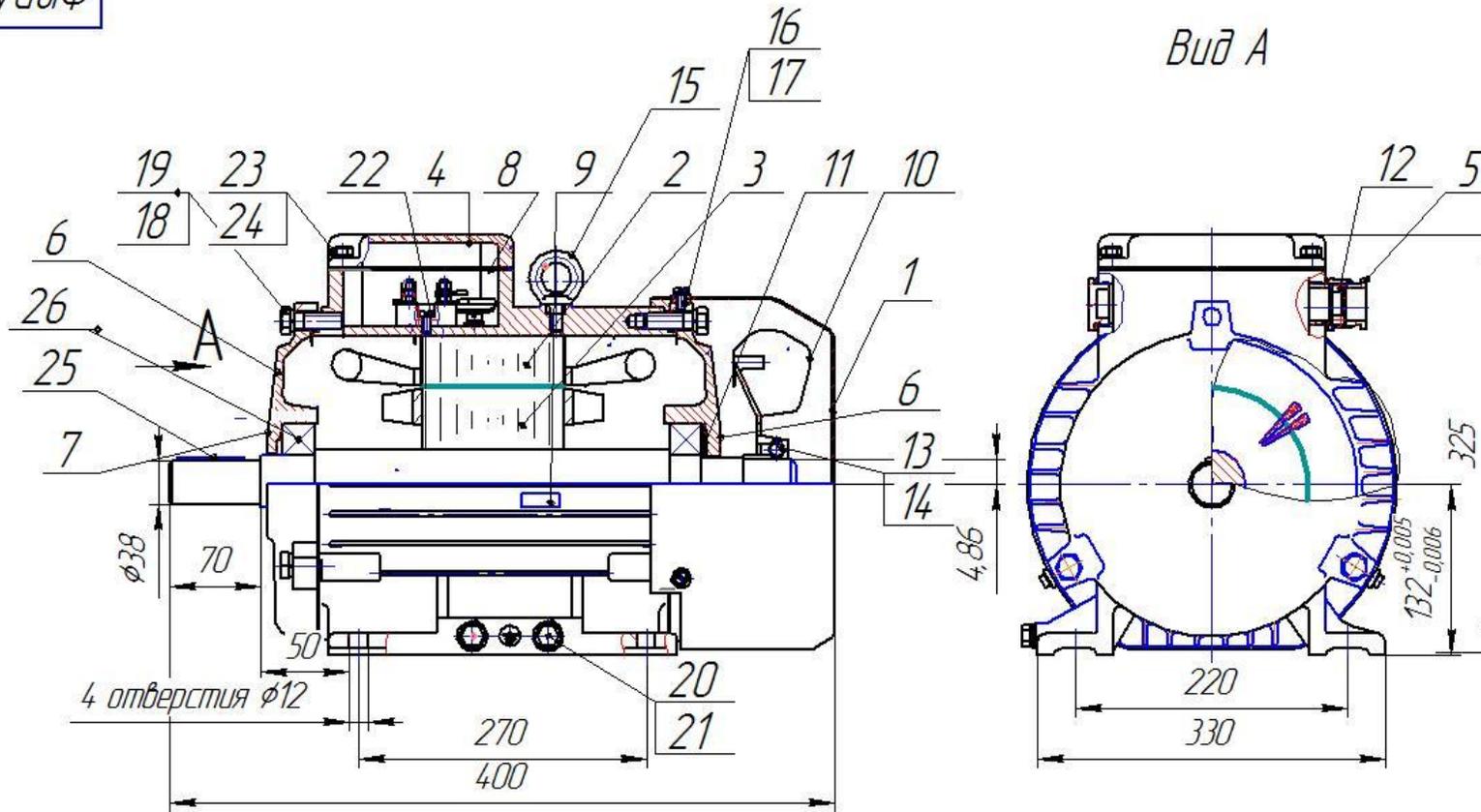
Рабочие характеристики



Пусковые характеристики

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Рабочие и пусковые характеристики	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.		Азиматов А.А.						1:1
Проб.		Бейерлейн Е.В.				Лист	Листов	1
Т.контр.						ТПУ ИИЭО 3-5Г11		
И.контр.						Формат А3		
Утв.					Копирова			

ФЮРА. 621313.005.10



1. Допуски для размеров электродвигателя h11 IT11/2.
2. При сборке двигателя жировые канавки щитов подшипниковых поз. 7, 8 и кольцо пружинное поз. 12 покрыть смазкой ЦИАТИМ-221 ГОСТ9433-80 в количестве 0, 003 кг на двигатель.
3. Подшипники поз. 26 перед сборкой нагреть.
4. Покрытие двигателя и рельефов знаков краской КО811 ГОСТ9151-75
5. Заземляющие устройства и площадки под них, обработанные поверхности не покрывать.
5. Головки винтов поз. 22 покрыть эмалью ГФ-92-ХС красно-коричневой ГОСТ.
6. Кабели выводные обмотки статора подсоединить к колодке клеммной согласно маркировке.
7. Консервацию двигателя производить по с использованием смазки ПВК ГОСТ10503-71.

				ФЮРА. 621313.005.10			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Азиматов А.А.					1:4
Проб.		Бейерлейн Е.В.					
Т.контр.		Баранов П.Р.					
Н.контр.					Лист	Листов	1
Утв.					ТПУ ИИЭО 3-5Г11		

Сборочный чертеж

Перв. примен.

Справ. №

Лист и дата

Или № дораб.

Взам. инв. №

Лист и дата

Или № подл.

ФЮРА. 68420.002.10

Лист: проект

Стр. №

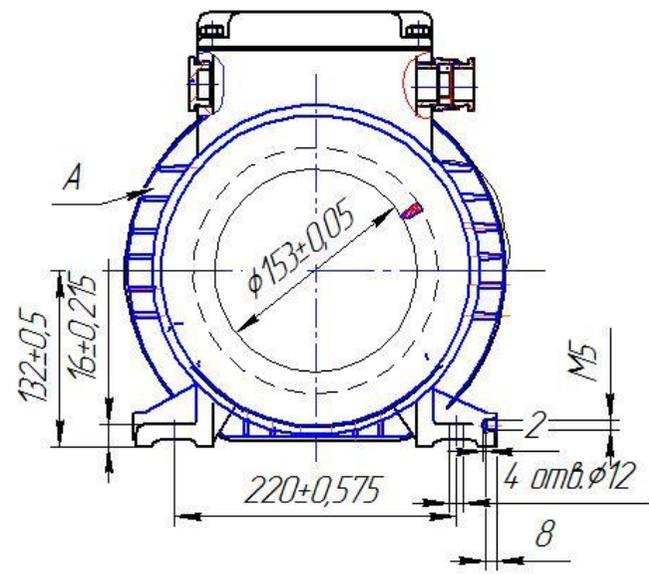
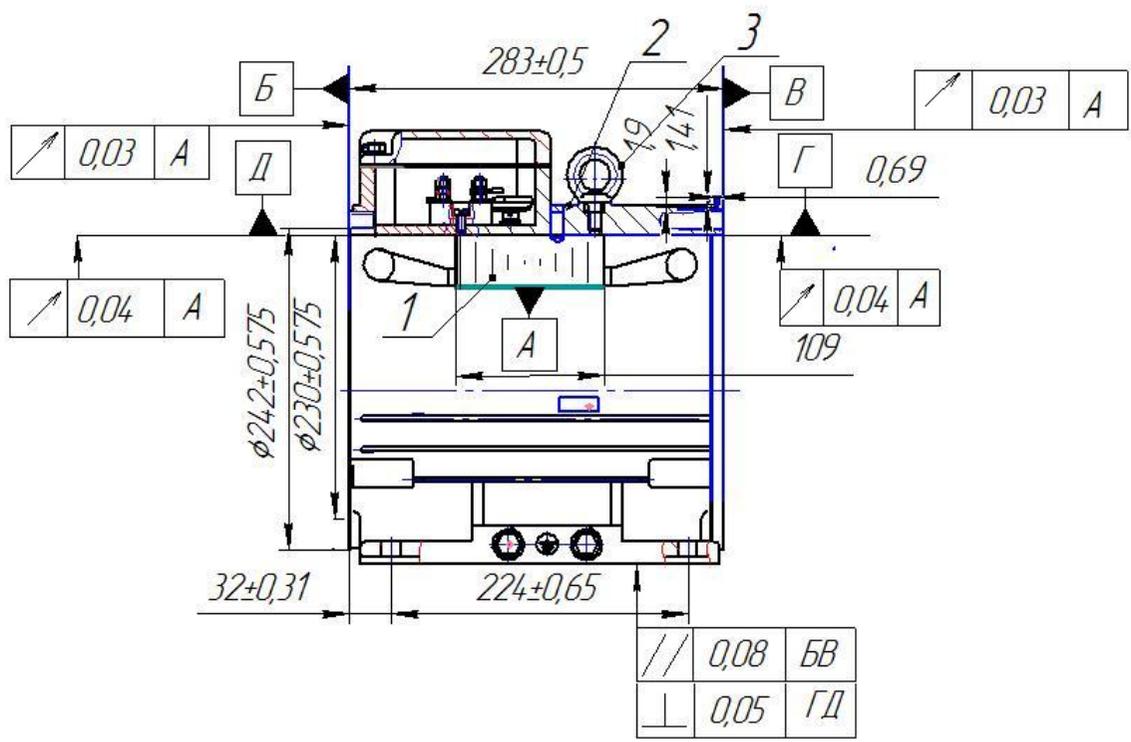
Лист: и дата

Изм. №

Взам. инв. №

Лист: и дата

Изм. №



				ФЮРА. 68420.002.10			
				Статор			
				Сборочный чертёж			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
		Азиматов А.А.					1:4
		Бейерлейн Е.В.					
		Баранов П.Р.			Лист	Листов	1
					ТПУ ИЧЭО		
					3-5Г11		
				Копировал			
				Формат А3			

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

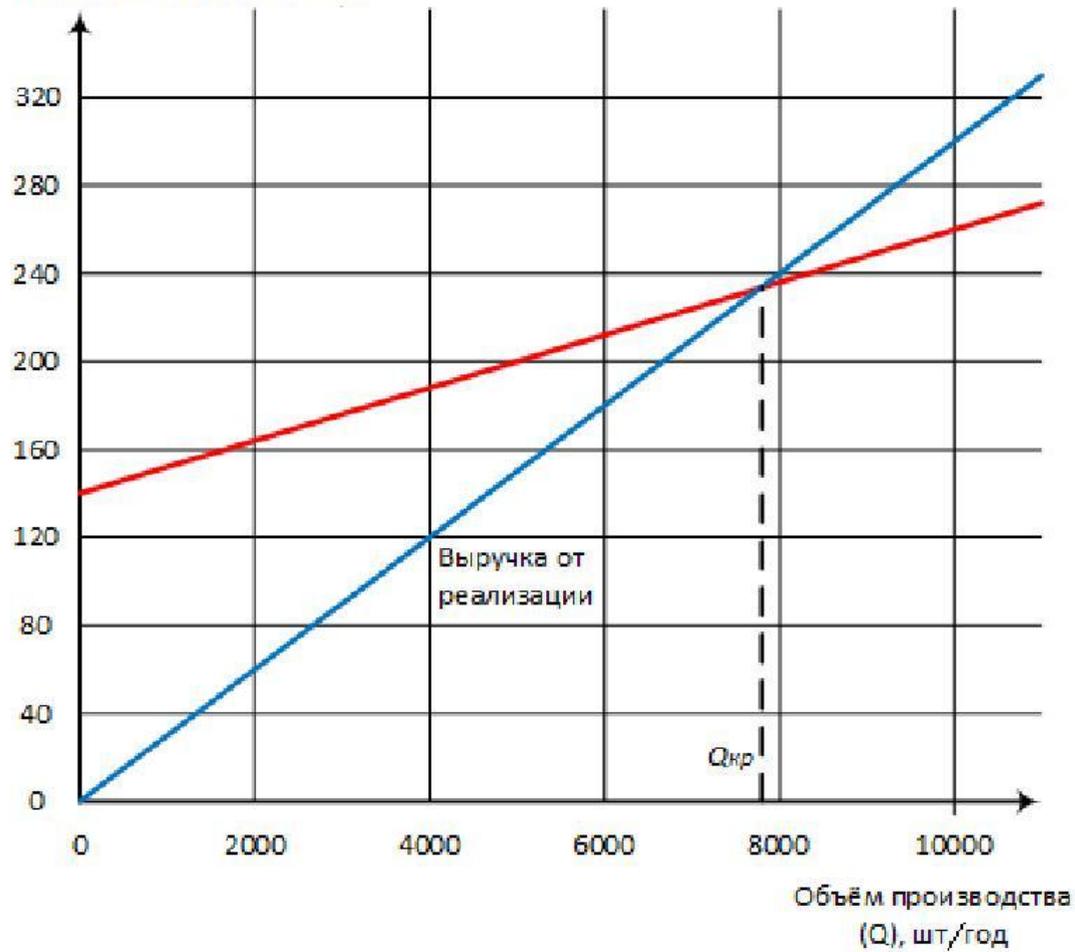
Изм. № докум.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.

Полная себестоимость (С),
выручка (V_{рп.}), млн.руб./год



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Азиматов А.А.		
Проб.		Бейерлейн Е.В.		
Т.контр.				
И.контр.				
Утв.				

График
безубыточности

Лит.	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	1

ТПУ ИЧЭО
3-5Г11

Копировал

Формат А3

Перв. проект

Старый №

Лист и дата

Имя № автор

Взам. инв. №

Лист и дата

Имя № подл.

Q_1, K	$P_{22}, Вт$	$P_{21}, кВт$
145	505	1.46
130	460	1.32
115	415	1.18
100	370	1.04
85	325	0.9
70	280	0.76
55	235	0.62
40	190	0.48
25	145	0.34

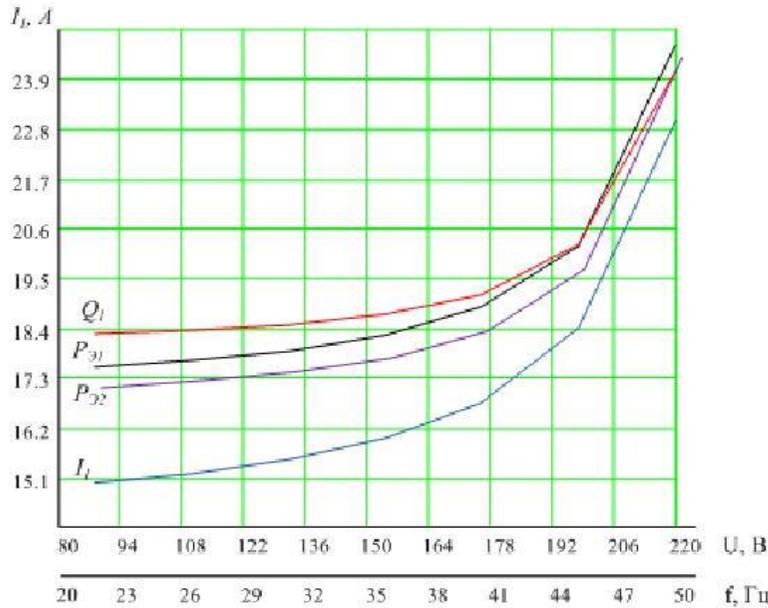


Таблица 1 - Частотно-регулировочные характеристики

№	U/f	*P ₂₁	*P ₂₂	P ₂	P _{свн}	(M)M ₂	*(I ₁)I _{1i}	*(Q)Q ₁
1	220/50	665,292	225,588	7501	149,9	49,152	14,974	68,995
2	198/45	684,293	231,002	6714	129,128	49,08	15,187	69,751
3	176/40	711,888	239,145	5929	109,387	49,021	15,49	71,342
4	154/35	756,601	252,932	5149	90,722	49,037	15,969	74,565
5	132/30	832,667	276,992	4360	73,191	49,05	16,752	80,731
6	110/25	1004	333,268	3548	56,865	49,101	18,393	95,794
7	88/20	1568	523,648	2402	41,843	45,249	22,989	147,502

Частотно-регулировочные характеристики
при условии: $U/f = const, M = const$

				ФЮРА. 621313.005.10				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Частотно-регулируемые характеристики	Лист	Масса	Масштаб
Разработ.		Азиматов А.А.						1:1
Проб.		Бейерлейн Е.В.				Лист	Листов	1
Т.контр.						ТГУ ИИЭО 3-5Г11		
И.контр.								
Утв.								