

**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

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА**

Тема работы
<b>Разработка кранового асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором</b>

УДК 621.313.333.2:621.873.0015

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Г11	Алдияров А. И.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бейерлейн Е.В.	кан.тех.наук		

**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:

Дипломной работы	
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)	
Студенту:Группа	ФИО
3-5Г11	Алдияров Азиз Исраилович
Тема работы:	
Разработка кранового асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	02.02.2016г. 632/с
Срок сдачи студентом выполненной работы:	12.06.2016

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b>                  (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.).</p>	<p>Номинальная мощность <math>P_{2н}=7.5кВт</math>;                  Число фаз статора <math>m=3</math>;                  Номинальное напряжение <math>U_n=220/380</math>;                  Число полюсов <math>2p=8</math>;                  Частота сети равна <math>= 50Гц</math>;                  Высота оси вращения <math>h=160</math> мм;                  Степень защиты IP44;                  Способ монтажа IP1001;                  Система охлаждения IC0141.</p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> (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 нагрузки для крановых асинхронных двигателей, проектирование машины в соответствии с предъявляемыми требованиями</p>

<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Сборочный чертеж асинхронного двигателя, рабочих и регулировочный характеристики , обмотка, график точка безубыточности.
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Электромагнитный расчет, тепловой и механический расчеты. Специальная часть.	Бейерлеин Е.В.
Технологическая часть	Баранов П.Р.
Социальная ответственность	
Экономическая часть	
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бейерлеин Е.В.	кан.тех.наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Г11	Алдияров А. И.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-5Г11	Алдиярову Азизу Исраиловичу

<b>Институт</b>	<b>ИнЭО</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ЭКМ</b>
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	14.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Технологический процесс общей сборки кранового асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором »:

1. Сборочный чертеж кранового асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, спецификация:	
2. Годовая программа выпуска изделия 11000 штук	
3. Используемая система налогообложения	Отчисления во внебюджетные страховые фонды (30,7% от заработной платы)

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Анализ конструкции электрической машины на технологичность	2. Составить схему сборки электрической машины
3. Выбрать оборудование, приспособления для сборки и испытаниям электрической машины	4. Разработать маршрутную технологию сборки электрической машины
5. Определить нормы времени на операции и оборудование	6. Построить график загрузки оборудования

**Перечень графического материала** (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Комплект маршрутных карт и карты эскизов (в приложении)
2. График загрузки оборудования
3. Схема сборки электрической машины

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	15.09.15
---	----------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Баранов П.Р.	к.э.н, доцент		10.01.16

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-5Г11	Алдияров. А. И.		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Г11	Алдияров Азиз Исраилович

Институт	ИнЭО	Кафедра	ЭКМ
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</li> <li>– опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</li> <li>– негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</li> <li>– чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</li> </ul>	<p>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 асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.</p> <p>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. Кроме того, 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.</p>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<p>СанПиН 2.2.4.548 – 96, СП 52.13330.2011, ГОСТ 12.1.003-83, ГОСТ 12.1002-75, ГОСТ 12.2.003-91, ГОСТ 12.1.009-76, ГОСТ 12.1.004-91</p>

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отклонения микроклимата от нормы.</li> <li>2. Недостаточная освещенность рабочей зоны.</li> <li>3. Повышенный уровень шумов.</li> </ol>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Защита от механических травм и повреждений</li> <li>2. Электробезопасность</li> <li>3. Пожаровзрывобезопасность</li> </ol>

<p>электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul>	
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<p>анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); разработка и принятие решений по обеспечению экологической безопасности предприятия.</p>
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>	<p>Возможные ЧС на объекте: производственные аварии, пожары и возгорания, взрыв.</p>
<p><b>Перечень графического материала:</b></p>	
<p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</p>	

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

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Г11	Алдияров Азиз Исраилович		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-5Г11	Алдиярову Азизу Исраиловичу

<b>Институт</b>	<b>ИнЭО</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ЭКМ</b>
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Электромеханика

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

4. <i>Стоимость ресурсов:</i>	<i>Стоимость материалов, технического оборудования, информационных и человеческих ресурсов</i>
5. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность»</i>
6. <i>Используемая система налогообложения</i>	<i>Отчисления во внебюджетные страховые фонды (30,7% от заработной платы)</i>

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

2. <i>Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i>	<i>Определение конкурентоспособности проекта, анализ рынка продукта</i>
3. <i>Составление сметы инженерного проекта (ИП)</i>	<i>Определение затрат проекта</i>
4. <i>Оценка ресурсной эффективности продукции</i>	<i>Расчет экономии электроэнергии при эксплуатации</i>

**Перечень графического материала** (с точным указанием обязательных чертежей)

4. <i>График безубыточности для данного вида продукции.</i>
---

**Дата выдачи задания для раздела по линейному графику**

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-5Г11	Алдияров Азиз Исраиловичу		

## 1. Расчёт пусковых характеристик

### Общие сведения частотном преобразователям

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.

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 —  $U/F \cdot F = \text{const}$ . 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.

Номинальные данные двигателя АИР следующие. Полезная мощность  $P_n = 7.5$  кВт, фазное напряжение  $U_{нф} = 220$  В, частота сети  $f_1 = 50$  Гц, число пар полюсов  $p = 8$ , число фаз  $m_1 = 3$ . Из электромагнитного расчёта получены параметры номинального режима работы двигателя. Активные сопротивления обмоток двигателя: статора  $r_1 = 1.028$  Ом, короткозамкнутого

ротора  $r_2' = 0,502$  Ом. Индуктивные сопротивления рассеяния обмоток: статора  $x_1 = 1.28$  Ом, ротора  $x_2' = 0,932$  Ом. Индуктивное сопротивление взаимной индукции  $x_{12} = 30.674$  Ом. Номинальный момент  $M_H = 95.5$  Н·м. Номинальные данные и параметры двигателя являются исходными данными к расчётам механических характеристик.

В расчётах рабочих и пусковых характеристик двигателя обычно пользуются Г-образной схемой замещения, для которой необходимо пересчитать параметры двигателя по следующим формулам:

$$\text{активное сопротивление обмотки статора } r_1 = r_1 \cdot c_1 = 1.071 \text{ Ом,}$$

$$\text{обмотки ротора } r_2 = r_2' \cdot c_1^2 = 0.545 \text{ Ом;}$$

$$\text{индуктивное сопротивление рассеяния обмотки статора } x_{\sigma 1} = x_1 \cdot c_1 = 1.333,$$

$$\text{обмотки ротора } x_{\sigma 2} = x_2' \cdot c_1^2 = 1.452 \text{ Ом,}$$

где коэффициент  $c_1 = 1 + x_1 / x_{12} = 1.042$

При частотном регулировании с изменением частоты индуктивные сопротивления обмоток изменяются, а индуктивности обмоток остаются постоянными и пересчитываются по следующим формулам: индуктивность рассеяния обмотки статора  $L_{\sigma 1} = x_{\sigma 1} / \omega_1 = 0.004 \cdot 10^{-3}$  Гн,

$$\text{ротора } L_{\sigma 2} = x_{\sigma 2} / \omega_1 = 4.622 \cdot 10^{-3} \text{ Гн,}$$

где  $\omega_1 = 2\pi \cdot f_1 = 314$  – угловая частота напряжения сети, рад/с.

В цикле  $i=1\dots 4$  задаётся частота, Гц, ПЧ:  $f_i := 50, 30, 20, 10$ . Рассчитываются синхронная угловая частота  $\omega_i := 2\pi \cdot f_i$  напряжения и синхронная частота вращения двигателя  $n_{i1} = 60 \cdot f_i / p$ . Фазное напряжение двигателя  $U f_i$  в зависимости от частоты  $f_i$  рассчитывается по формуле,

$$U f = U_{\text{ком}} + \frac{U_H - U_{\text{ком}}}{50} \cdot f_1 = 220$$

где  $U_{\text{ком}}$  – напряжение компенсации, учитывающее падение напряжения на активном сопротивлении обмотки статора с уменьшением частоты.

Рассчитываются критическое скольжение  $s_{kp}$  и критическая частота вращения ротора  $n_{kp}$  по формулам:

$$s_{kp_i} = \frac{r_2}{\sqrt{r_1^2 + (w_1)^2} (L_{\sigma 1} + L_{\sigma 2})} = \frac{0.545}{\sqrt{1.071^2 + (314.159)^2} (0.004 + 4.622 \cdot 10^{-3})} = 0.183;$$

$$s_{kp_i} = n_{1_i} \cdot (1 - s_{kp_i}) = 750 \cdot (1 - 0.183) = 613.085$$

	50	40	30	20	10
$\omega_1 := 2 \cdot \pi \cdot f_1$	314.159	251.327	188.469	125.664	62.832
$n_1 := \frac{60 \cdot f_1}{p}$	750	600	450	300	150
$Uf = U_{\text{ком}} + \frac{U_H - U_{\text{ком}}}{50} \cdot f_1 = 220$	220	176	132	88	44
$L_{\sigma 1} := \frac{x_{\sigma 1}}{\omega_1}$	0.004	0.005	0.007	0.011	0.021
$L_{\sigma 2} := \frac{x_{\sigma 2}}{\omega_1}$	0.004622	0.005777	0.007703	0.012	0.023
$s_{kp_i} = \frac{r_2}{\sqrt{r_1^2 + (w_1)^2} (L_{\sigma 1} + L_{\sigma 2})}$	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183
$s_{kp_i} = n_{1_i} \cdot (1 - s_{kp_i})$	613.085	600	450	300	150

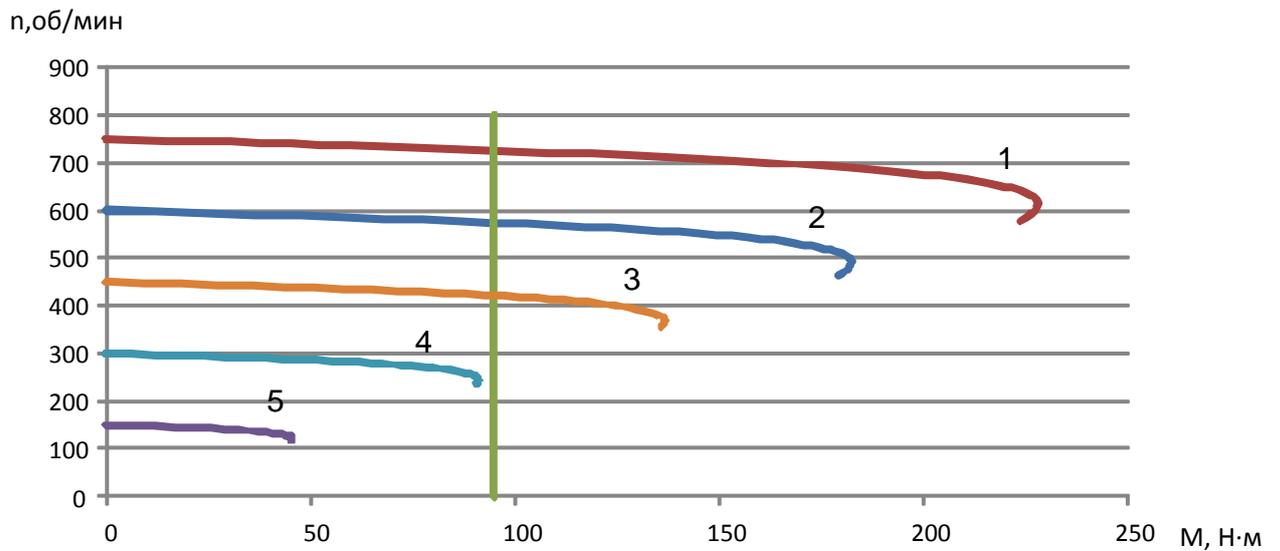


Рис.1.1 Расчете пусковых характеристик  
1-50Гц, 2-40Гц, 3-30Гц, 4-20, 5-10Гц.

Как видно из рис. 2.6. значение номинального момента при частота 20 Гц больше максимального момента, тогда при полной нагрузке двигателя пуск может быть затруднен. Исходя из этого рекомендованный диапазон регулирования для спроектированного двигателя может быть предложен 20 – 50 Гц.

## **2. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

В экономической части выпускной квалификационной работы освещены вопросы технико-экономического обоснования производства крановый асинхронный двигатель с фазным короткозамкнутым ротором на ООО «НПО Сибэлектромотор», что позволит оценить целесообразность производства двигателя.

«Сибэлектромотор», один из крупнейших отечественных производителей асинхронных двигателей переменного тока.

Основная продукция завода: рогальные электродвигатели, краново-металлургические электродвигатели, краново-металлургические и рогальные для работы в составе частотно-регулируемых приводов.

Крановые двигатели используются в строительстве, энергетике, на транспорте, в горнодобывающей и металлургической промышленности, работают на башенных, порталных, козловых, мостовых кранах, приводят в движение лифты и различные подъемные механизмы.

Уровень технологических процессов, применяемых при производстве продукции и оказании услуг, обеспечивает соответствие всем требованиям ГОСТов и ТУ на изделия.

### **5.1 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 [1]:

- 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 расторживания 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 высока, то он может быть отправлен на доработку, после чего снова производится оценка рисков. Риски и меры по ограничению их последствий представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Риски и меры по ограничению их последствий

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

## **2.2 Расчет себестоимости производства двигателя**

Себестоимость проектируемого электродвигателя складывается из следующих основных статей:

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

Расчет проведён по данным и методике, принятой в ООО «Сибэлектромотор»

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

## **5.3 Оценка конкурентоспособности продукции**

Основными конкурентами являются отечественные и зарубежные производители асинхронных двигателей.

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

Завод предлагает различные варианты импортозамещения, включая разработку новых типоразмеров с требуемыми техническими характеристиками, применительно к конкретным условиям эксплуатации.

Результаты оценки факторов конкурентоспособности продукции сведём в таблицу 5.2.

Таблица 2. 2 – Оценка факторов конкурентоспособности продукции

Факторы конкурентоспособности продукции	ООО «Сибэлектромотор», г.Томск	ООО «Энергоснабкомплекс», г. Тюмень	ООО «Электромотор», г. Томск	ООО «Электрические машины и аппараты», г. Екатеринбург
1.Продукция	Асинхронный электродвигатель			
-качество	5	4	5	3
-показатели	5	4	3	4
-престиж марки	5	5	4	4
-упаковка	5	4	4	3
-обслуживание	5	5	5	4
-гарантия	5	5	4	4
-надежность	5	5	4	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.Транспортировки	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
6. Стимулирование				
- показ образцов	5	5	4	4
5. Маркетинг	4	3	4	4
<i>Примечание:</i> оценка факторы конкурентоспособности продукции производится по пяти бальной шкале. 1 – не эффективный показатель. 5 – эффективный показатель.				

### 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.

Сокращение норм расхода за счет варьирования величинами электромагнитных нагрузок, можно увеличивать или уменьшать массу стали и проводниковых материалов.

Таблица 2.3 – Затраты на материалы

Наименование материала	Цена, руб.	Норма расхода, кг/ шт	Сумма, руб.	Струк. затрат, %
<b>Черные металлы</b>				28,7
Чугун	61,50	10,90	670,35	
Валовая сталь	58,21	9,40	547,17	
Сталь 2212	95,80	12,97	1242,53	
<b>Цветные металлы</b>				40,8
Медь	298,00	3,56	1060,88	
Латунь Л63	329,00	2,12	697,48	
Алюминий АК7	174,00	3,10	539,40	
<b>Подшипник</b>	600,00	2,00	1200,00	
<b>Кабельные изделия</b>				17,7
Обмоточный провод	955,00	1,50	1432,50	
Провод установ ПУГВ	250,00	0,35	87,50	
<b>Изоляция</b>				12,8
Ст.пласт ССПБИД	221,00	1,20	265,20	
Стеклолакоткань ЛСП	169,00	0,80	135,20	
Синтофлекс 51	240,00	0,70	168,00	
Пленка ПЭТ-Э	410,00	0,50	205,00	
Трубка ТКР	140,70	0,73	102,71	
Лакокраски	199,00	1,13	224,87	
Всего			8578,79	100,0

По таблице 2. 3 видно, что основную часть материальных затрат составляют черные металлы (29%) и цветные металлы (41%).

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

$$C_m = M \times K_{m.зр}$$

где  $K_{m.зр}$  - коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные

расходы.  $K_{m.зр} = 1,14$ :

$$C_m = 8578,78 \times 1,14 = 9,8 \text{ тыс.руб. / шт.}$$

### 2.3.2 Расходы на силовую электроэнергию

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$\Theta = \frac{\sum N \times t_{um} \times k_z \times k_{op} \times k_{zd} \times k_{nc} \times C_{\Theta}}{\eta}$$

где  $N$  - установленная мощность электродвигателей, кВт; 5,5

$K_z$  – средний коэффициент загрузки электродвигателей по мощности; 0,65

$K_{op}$  – коэффициент, учитывающий одновременность работы электродвигателей; 0,80

$K_{zd}$  – средний коэффициент загрузки электродвигателей во времени; 0,85

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

$C_{\Theta}$  – цена 1кВт часа электроэнергии руб/шт; 5,4 руб.

$\eta$  – средний коэффициент полезного действия двигателей 0,88

Рассчитаем затраты на силовую электроэнергию, проектируемого асинхронного двигателя и базового варианта асинхронного двигателя с такими же характеристиками, произведенного на заводе «НПО Сибэлектромотор».

Результаты расчёта сводим в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 – Расчет расходов на силовую электроэнергию

Станок	Мощность, кВт	Трудоемкость, час		Стоимость электроэнергии, руб. шт	
		Проектируемый АД	Базовый АД	Проектируемый АД	Базовый АД
Токарный	17,0	1,70	1,75	82	85
Фрезерный	11,0	1,00	1,10	31	34
Точильный	4,0	0,20	0,30	2	3
Сверлильный	3,0	1,20	1,25	10	11
Прессовочный	3,5	1,27	1,25	13	12
Штамповочный	10,0	0,36	0,42	10	12
Шлифовальный	5,5	0,80	0,85	13	13
Всего				161	171

Из таблицы 5.4 видно, что расход на силовую электроэнергию у проектируемого электродвигателя меньше на 10 руб./шт. или 6% чем у асинхронного двигателя, произведенного на заводе «НПО Сибэлектромотор».

### 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 5.5 рассчитана тарифная заработная плата основных рабочих.

Таблица 2.5 – Тарифная заработная плата

Виды работ	Трудоёмкость, ч/шт	Тарифная ставка, руб./час	Заработная плата, руб./шт.
Точильные	0,18	94,40	16,99
Заготовительные	0,40	82,40	32,96
Штамповочные	0,36	32,61	11,74
Токарные	1,90	55,27	105,01
Штамповочные	1,10	46,26	50,89
Фрезерные	1,20	63,32	75,98
Сврьильные	0,80	61,12	48,90
Проверка (ОТК)	0,60	62,14	37,28
Намоточно-обмоточные	1,27	58,22	73,94
Слесарные	0,20	49,70	9,94
Шлифовочные	0,80	37,57	30,06
Отделочные	0,80	36,27	29,02
Изготовительные тары	0,60	32,61	19,57
Сборочные	0,50	37,14	18,57
<b>Итого по сдельным расценкам</b>			<b>560,84</b>

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

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

$Z_t$  – тарифная заработная плата;  
 $Pr$  – коэффициент, учитывающий премиальные выплаты;  
 $Нд$  – надбавки; средний процент надбавок составляет 20% от тарифной заработной платы;

$р.к.$  – районный коэффициент. Выплаты по районному коэффициенту составляют 30% от суммы начислений.

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

$$C_{осн} = 0,56 \times 1,76 \times 1,3 = 1,3 \text{ тыс. руб./шт.}$$

Дополнительная заработная плата начисляется рабочим и служащим за непроработанное время, предусмотренное действующим законодательством. В том числе оплата компенсаций, обучение учеников, времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей, очередных отпусков, по уходу за ребенком, выходное пособие при увольнении.

Дополнительная заработная плата учитывается так же, как и основная, и включается в фонд заработной платы предприятия. Дополнительная заработная плата составляет 10% от основной заработной платы.  $C_{доп} = 1,3 \times 0,1 = 0,13$  тыс. руб./шт.

#### **2.3.4 Отчисление во внебюджетные фонды**

Отчисления во внебюджетные фонды составляют 30,7% от суммы основной и дополнительной заработной платы

$$C_{соц} = (C_{осн} + C_{доп}) \times 0,307;$$
$$C_{соц} = (1,3 + 0,13) \times 0,307 = 0,44 \text{ тыс. руб./шт.}$$

#### **2.3.5 Накладные расходы**

В расчёте используются данные «Сибэлектромотор», в которых накладные расходы составляют фиксированный процент (375%) 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:

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

где  $k_{накл}$  – процент накладных расходов

Рассчитаем накладные расходы:

$$C_{накл} = 1,3 \times 3,75 = 4,9 \text{ тыс. руб./шт}$$

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	9,80	53,6
Расход на сил.электроэнергию	0,16	0,9
Полная заработная плата	1,43	7,7
Отчисления на социальные нужды	0,44	2,4
Накладные расходы	4,90	26,3
<b>Итого производственная себестоимость</b>	<b>16,73</b>	<b>90,9</b>
Расходы на продажу*	0,87	9,1
<b>Итого полная себестоимость</b>	<b>17,60</b>	<b>100,0</b>
* Примечание: расходы на продажу составляют 5% от производственной себестоимости.		

Себестоимость проектируемого двигателя составляет 17,6 тыс.руб. Заметим, что 54% составляют расходы на материал, 26,3% - накладные расходы.

## 2.4 Определение рентабельности продукции

Анализ 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 25 тыс.руб. Поэтому для обеспечения успешной конкуренции и стабильного спроса, устанавливаем цену на продукцию 25 тыс.руб. (без учета НДС).

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

Рентабельность выпускаемого двигателя составит:

$$Рент = \frac{Приб}{C_{полн}} \times 100\% = \frac{25,0 - 17,6}{17,6} \times 100 = 42\%$$

## 2.5 Расчет прибыли, определение критического объема производства

Одним из основных финансовых показателей плана и оценки производственной деятельности организации является прибыль от реализации продукции.

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

Прибыль от реализации составит:

$$Приб = Ц_{рын} - C_{полн} = 25 - 17,6 = 7,4 \text{ тыс. руб / шт}$$

Критическая программа - это объем производства, при котором выручка от реализации продукции равна ее полной себестоимости.

Критический объем производства определяется по формуле:

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

где  $Ц$  – цена единицы продукции;

$C_{пост}$  – 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).

$C_{пер}$  – 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).

$$Q_{кр} = \frac{63470}{25 - 11,83} = 4819 \text{ шт / год}$$

Диапазон безопасности - это важнейшая характеристика успешной работы предприятия, она определяется [9].:

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

где  $Q_t$  - планируемый объем производства;

$Q_{кр}$  - критический объем производства.

$$J_{без} = \frac{11000 - 4819}{11000} \times 100\% = 56\%$$

По данным расчётов построим графики безубыточности (рис.5.1).

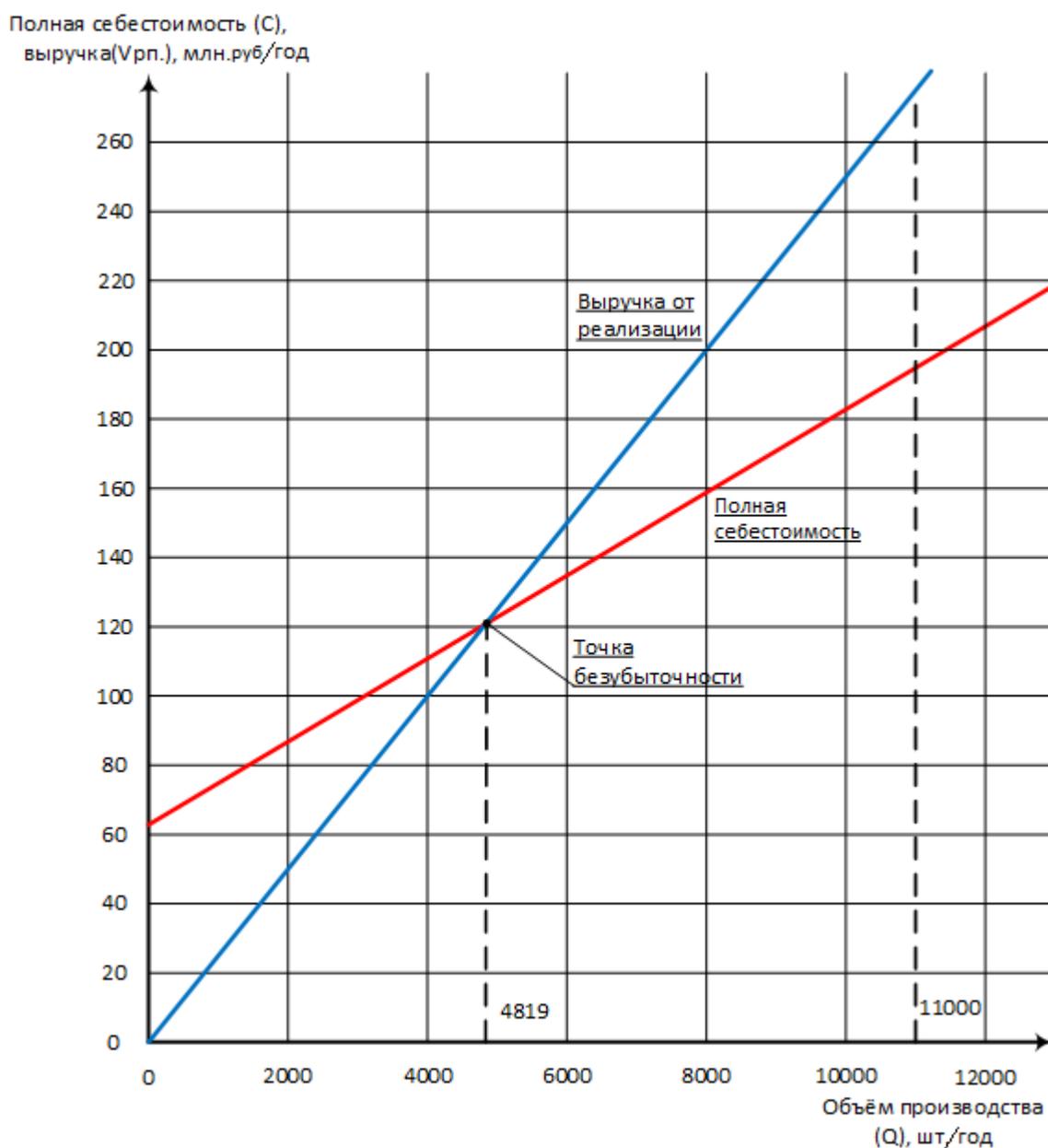


Рис. 2.1 – График безубыточности проектируемого двигателя

Экономическая часть выпускной квалификационной работы была представлена с целью оценки коммерческого потенциала и перспективности проведения инженерных решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Рассчитывалась себестоимость технологического процесса разработки двигателя.

Производство данного типа двигателя при поддержании уровня продаж на уровне производства в 11000 шт./год можно считать прибыльным. Рентабельность данной продукции составляет 42%, это говорит о том, что

продукт имеет высокую эффективность для производителя, а при объёме продукции 4819 шт./год производство будет безубыточно.

### **3. Социальная ответственность**

#### **Введение**

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 кранового асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Технологический процесс сборки включает в себя работу со сварочным оборудованием, с механизированным ручным инструментом с устройством продувки деталей и транспортными приспособлениями.

#### **3.1 Профессиональная социальная безопасность**

##### **3.1.1 Анализ вредных и опасных факторов**

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

Следует четко осознавать, что наличие источника опасности не означает того, что человеку или группе людей присущи какие-то недостатки. Существование источника опасности свидетельствует всего лишь о существовании или же возможности образования конкретной опасной

ситуации, которая может нанести вред, привести к материальным убыткам, повреждению, вреда здоровью или летальному исходу.

На человека в процессе его трудовой деятельности могут воздействовать опасные (вызывающие травмы) и вредные (вызывающие заболевания) производственные факторы.

Для выбора факторов воспользуемся ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные факторы. Классификация» [1]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в таблице 3.1.

Таблица 3. 1. Опасные и вредные фактора при работе оператора АСУ ТП

Источник фактора, наименование видов работы	Факторы (по ГОСТ 12.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
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 асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отклонения микроклимата от нормы.</li> <li>2. Недостаточная освещенность.</li> <li>3. Повышенный уровень шумов</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Защита от механических травм и повреждений</li> <li>2. Электро-безопасность</li> <li>3. Пожаро-взрывобезопасность</li> </ol>	<p>Микроклимат – СанПиН 2.2.4.548 – 96 [2]</p> <p>Освещение – СП 52.13330.2011 [3]</p> <p>Шумы – ГОСТ 12.1.003-83 [4]</p> <p>Защита от механических травм и повреждений – ГОСТ 12.2.003-91 [6]</p> <p>Электробезопасность – ГОСТ 12.1.009-76 [7]</p> <p>Пожарная безопасность – ГОСТ 12.1.004-91 [10]</p>

### 3.1.2 Анализ вредных факторов

Вредными факторами принято называть такие факторы жизненной среды, которые приводят к ухудшению самочувствия, снижения работоспособности, заболевания и даже смерти как следствие заболевания. Например, как повышенная или пониженная температура воздуха рабочей

зоны; высокие влажность и скорость движения воздуха; повышенные уровни шума, вибрации. К вредным физическим факторам относятся также запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; недостаточная освещенность рабочих мест, проходов и проездов; повышенная яркость света и пульсация светового потока.

### 3.1.2.1 Отклонения показателей микроклимата

В понятие метеорологических условий производственных помещений входят температура, влажность и скорость движения воздуха.

Благоприятные метеоусловия на производстве являются важным фактором в обеспечении высокой производительности труда и профилактике заболеваний. При несоблюдении гигиенических норм микроклимата не только снижается работоспособность человека, но и возрастает опасность возникновения травм и ряда заболеваний, в том числе профессиональных.

Значения оптимальных и допустимых норм микроклимата в рабочей зоне производственных помещений представлены в таблице 4.2 [2].

Таблица 3.2 – 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

При оценке допустимых значений температуры и влажности воздуха учитывается категория тяжести работ. По степени физической тяжести работа относится к категории средней тяжести Пб [2].

При осуществлении любого производственного процесса, как правило, всегда выделяется теплота. Источниками теплоты являются печи, котлы, паропроводы и т. д. Теплота выделяется при сжигании топлива, нагреве, при переходе электроэнергии в теплоту и т. п.

Многие производственные процессы сопровождаются выделением пыли. Пыль - мельчайшие твердые частицы, способные некоторое время находиться в воздухе во взвешенном состоянии. Образуется при рытье коммуникационных линий, монтаже зданий, отделочных работах, очистке поверхностей и др. Одна из основных характеристических величин пыли - скорость витания частиц, то есть скорость их осаждения под действием силы тяжести в невозмущенном воздухе. В зависимости от состава пыли изменяется ее вредность; к примеру, наиболее вредным для человека считается диоксид кремния  $\text{SiO}_2$ , который вызывает такое заболевание, как силикоз.

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.

### **3.1.2.2 Недостаточная освещённость рабочей зоны**

Производственное рациональное освещение территории предприятия, производственных помещений и рабочих мест имеет весьма важное гигиеническое значение. Оно обеспечивает труд, делает движение рабочего уравновешенными, снижает опасность травматизма. Недостаточная или

неправильная освещенность территории, дорог, установок, лестниц может привести к падению рабочих и к несчастным случаям.

Освещение производственных объектов может быть естественным и искусственным [3]. Естественное освещение бывает боковое (оно в стеклах), верхнее, комбинированное (световые фонари и окна).

В промышленности широко применяются лампы накаливания, т.к. только они выпускаются во взрывозащищенном исполнении светильников. Искусственное освещение производственных помещений может быть общим, местным и комбинированным. При системе местного освещения, (может быть постоянным и временным) светильники устанавливаются непосредственно на рабочих местах.

На объектах промышленности широко применяется прожекторное освещение.

Аварийное освещение на производственных объектах должно быть рассчитано на напряжение электрического тока 12 В.

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: 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.

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.

Выполняемые работы имеют высокую точность и относятся к 1 категории.

$$E_n = 2000 \text{ Лк}$$

Размеры производственного помещения:

- высота  $h = 6$  м;
- длина  $l = 40$  м;
- ширина  $b = 8$  м.

Площадь помещения:

$$S = l \cdot b = 40 \cdot 8 = 320 \text{ м}^2$$

Величину минимально допустимой табличной освещенности:

$$E_n = 100 \text{ Лк}.$$

По условию слепящего действия высота подвеса светильника над полом: 5 м.

Свес светильника:  $h_e = 1$  м.

Тогда высота подвеса светильника над рабочей поверхностью:

$$h_p = h - h_c - h_e,$$

где  $h_c$  – высота свеса светильника;

$h_b$  – высота рабочей поверхности;

$$h_b = 0,8 \text{ м}.$$

$$h_p = 6 - 1 - 0,8 = 4,2 \text{ м.}$$

Произведем предварительную разметку светильников.

Расстояние между светильниками  $L$  определяется, как выгоднейшее:

$$\frac{L}{h} = 1,1$$

$$L = 1,1 \cdot 4,2 = 4,64 \text{ м}$$

Устанавливаем светильники:

- по длине (отступив от стен 1,7 м) на расстоянии 4,6 м.

- по ширине (отступив от стен 1,6 м) на расстоянии 4,6 м.

В результате разметки принимаем 18 светильников.

Для определения коэффициента использования находим индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h_p \cdot (l + b)} = \frac{320}{4,2 \cdot (40 + 8)} = 1,6.$$

Коэффициент использования:  $\eta = 0,43$ .

Расчетный световой поток:

$$F = \frac{E_n \cdot k \cdot S \cdot Z}{n \cdot \eta}$$

где  $k$  - коэффициент запаса,  $k = 1,3$ ;

$Z$  - коэффициент учитывающий отклонение от средней величины,  $Z = 1,1$ .

$$F = \frac{100 \cdot 1,3 \cdot 320 \cdot 1,1}{18 \cdot 0,43} = 5912 \text{ Лм.}$$

По полученному потоку подбираем мощность лампы для работы на напряжение 220В. Наиболее подходящей лампой является лампа мощностью 450 Вт со световым потоком 6800 Лм.

Чтобы сохранить световой поток неизменным, применяем коэффициент постоянства освещенности:

$$\kappa_n = \frac{F_p}{F_m} = \frac{5912}{6800} = 0,87.$$

Уточняем количество светильников с учетом коэффициента:

Окончательно принимаем 16 светильников.

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.

### **3.1.2.3 Повышенный уровень шума**

Шум наносит большой ущерб, вредно действует на организм человека и снижает производительность труда. Утомление рабочих из-за сильного шума увеличивает число ошибок при работе, способствует возникновению травм.

Сильный шум вредно отражается на здоровье и работоспособности людей. Продолжительность действия сильного шума вызывает общее утомление, может привести к ухудшению слуха, а иногда и к глухоте. Сильный шум в условиях производства может способствовать возникновению травматизма, т.к. на фоне этого шума не слышно сигналов транспорта, автопогрузчиков и других механизмов. Таким образом шум вызывает нежелательную реакцию всего организма человека.

При нормировании шума используют два метода: нормирование по предельному спектру шума, нормирование уровня звука в дБЛ. Таким образом, шум на рабочих местах не должен превышать допустимых уровней, значение которых приведены в ГОСТ 12.1.003-83 [4]. Поэтому для работы на данном объекте допустимый уровень звукового давления в активной полосе со среднегеометрической частотой 1000 Гц есть 80 дБЛ, а допустимый уровень звука 85 дБЛ. При данном производственном процессе реальный уровень звукового давления превышает нормативный уровень.

Одним из основных методов уменьшение шума на производственных объектах является снижение шума в основных его источниках – в электрических машинах, автотранспорте и т. д.

В механических устройствах часто причинами не допустимого шума являются износ подшипников, неточна сборка деталей при ремонтах и т.п.

Поэтому в процессе эксплуатации всех видов машин и механизмов следует точно выполнять все требования Правил технической эксплуатации.

Строительные нормы и правила СНиП 23-03-2003 [5] предусматривают защиту от шума строительными-акустическими методами, при этом для снижения уровня шума предусматриваются следующие меры:

- установка в помещениях звукопоглощающих конструкций и экранов;
- звукоизоляция ограждающих конструкций;
- уплотнение по периметру притворов окон, дверей;
- звукоизоляция мест пересечения ограждающих конструкций с инженерными конструкциями;
- устройство звукоизолированных кабин наблюдения и дистанционного управления технологическим процессом;
- укрытия в кожухи источников шума.

В качестве индивидуальных средств защиты от шума на данном объекте используют специальные наушники, вкладыши в ушную раковину, противозумные каски, защитное действие которых основано на изоляции и поглощении звука.

### **3.1.3 Анализ опасных факторов**

#### **3.1.3.1 Защита от механических травм**

Производственная травма — травма, полученная работником на производстве и вызванная несоблюдением требований охраны труда.

Причины производственного травматизма

- Организационные: недостатки в организации и содержании рабочего места, применение неправильных приемов работы, недостаточный надзор за работой, за соблюдением правил техники безопасности, допуск к работе неподготовленных рабочих, плохая организация трудового процесса, отсутствие или неисправность средств индивидуальной защиты.

- Технические: возникают из-за несовершенства технологических процессов, конструктивных недостатков оборудования, приспособлений, инструментов, несовершенства защитных устройств, сигнализаций, блокировок и т. п.
- Санитарно-гигиенические: отсутствие специальной одежды и обуви или их дефекты, неправильное освещение рабочих мест, чрезмерно высокая или низкая температура воздуха в рабочих помещениях, производственная пыль, недостаточная вентиляция, захламленность и загрязненность производственной территории.
- Социально-психологические: складываются из отношения коллектива к вопросам безопасности, микроклимата в коллективе.
- Климатические: зависят от специфики особенностей климата, времени суток, условий труда.
- Биографические: связаны с полом, возрастом, стажем, квалификацией, состоянием здоровья.
- Психофизиологические: зависят от особенностей внимания, эмоций, реакций, физических и нервно-психологических перегрузок.
- Экономические: вызваны неритмичностью работы, нарушением сроков выдачи заработной платы, недостатками в жилищных условиях, в обеспечении детскими учреждениями.

Пути предупреждения производственного травматизма [6]:

- механизация, автоматизация и дистанционное управление процессами и оборудованием, применением роботов; адаптация человека в производственной среде к условиям труда
- профотбор людей, соответствующих условиям подготовки, воспитание положительного отношения к охране труда, система

поощрений и стимулирования, дисциплинарные меры воздействия, применение СИЗ и др.;

- создание безопасной техники, машин и технологий, средств защиты и приспособлений, оптимизация их параметров производственной среды.

### **3.1.3.2 Электробезопасность**

Техника безопасности на рабочем месте в цехе общей сборки включает в себя: проведение первичного и очередного инструктажей, стажировку на рабочем месте, выполнение работ в специальной одежде (костюм ХБ; перчатки ХБ вязанные; ботинки кожаные с металлическим носком; рукавицы комбинированные). Перед началом работы необходимо получить краткие теоретические знания по электробезопасности.

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).

Характерными причинами несчастных случаев, вызванных поражением электрическим током, являются:

- случайные прикосновения людей к оголенным проводам и оборванным концам воздушной сети, находящейся под напряжением;
- появление напряжения там, где его в нормальных условиях не должно быть;
- выполнение работ на распределительных устройствах и транспортных подстанциях без отключения напряжения и без соблюдения необходимых мер безопасности;
- неудовлетворительное ограждение токоведущих частей установок от случайного прикосновения;
- устройство электропроводки и осуществление ремонтных работ на воздушных сетях, находящихся под напряжением;
- неудовлетворительное заземление электропроводок при их эксплуатации;
- производство электросварочных работ без соблюдения правил безопасности;
- несогласование и ошибочное действие обслуживающего персонала, например, подача напряжения, где работают люди;
- оставление электроустановок без надзора;
- несоблюдение элементарных требований безопасности;
- шаговое напряжение;
- освобождение человека, находящегося под напряжением;
- действие электрической дуги;
- воздействие атмосферного электричества во время грозových разрядов.

В соответствии с ГОСТ 12.1.009—76 ССБТ «Электробезопасность. Термины и определения» в качестве средств и методов защиты от поражения электрическим током применяют [7]:

- 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.

Во время работы не допускается загромождать рабочее место деталями.

### **3.2 Экологическая безопасность**

Важными направлениями охраны окружающей среды 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.

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.

В качестве дополнительных средств защиты применяют аппараты и 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.

На обмоточном участке в процессе работы образуются такие вещества как пыль, и аэрозоли. Для их удаления применяют вытяжную вентиляцию, для снижения выбросов этих веществ в атмосферу применяют фильтры.

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

Также из-за использования обтирочных материалов образуются твердые отходы, для которых 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.).

### **3.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

#### **3.3.1 Пожарная безопасность**

Пожаром называется неконтролируемое горение вне специального очага, наносящего материальный ущерб. 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.

Ответственность за соблюдения необходимого противопожарного режима и современное выполнение противопожарных мероприятий возлагается на руководителя предприятия. Руководители предприятия обязаны обеспечить полное своевременное выполнение правил пожарной безопасности и противопожарных требования строительных норм при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов; организовать на предприятии пожарную охрану, добровольную пожарную дружину и пожарно-техническую комиссию и руководить ими.

Участок общей сборки кранового асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором согласно НПБ 105-03 [8] относится к категории «Д», т.е. это производство, в котором обрабатываются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Для тушения пожара широко применяются различные химические средства, выбрасываемые в очаг пожара с помощью огнетушителей.

Например: углекислотные огнетушители типов ОУ-2А, ОУ-5, ОУ-8 и другие, предназначенные для тушения возгорания различных материалов и электроустановок. Согласно ПУЭ при сдаче в эксплуатацию в КТПВ должны быть обеспечены противопожарными средствами и инвентарём.

Поэтому устанавливается в помещении РУ-0,4 кВ пожарный инвентарь в который входит [9]: - ручные углекислотные огнетушители ОУ-2, ОУ-5;

- ящик с песком  $3\text{м}^3$  - 1шт;
- асбест 2 х 1,5м –1шт;
- ведро - 2 шт;
- лопата - 2шт;
- багор.

Профилактические мероприятия, предупреждающие возникновение пожаров.

Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на организационные, технические, режимные и эксплуатационные. Организационные мероприятия предусматривают: правильную эксплуатацию оборудования, правильное содержание зданий, территории, противопожарный инструктаж рабочих и служащих, организацию добровольных пожарных дружин, пожарно-технических комиссий, издание приказов по вопросам усиления пожарной безопасности и т. д.

К техническим мероприятиям относятся: соблюдение противопожарных правил и норм при проектировании зданий, при обустройстве электропроводки и оборудования, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования.

Мероприятия режимного характера - это запрещение курения в не установленных местах, производство огневых работ в пожароопасных помещениях.

Эксплуатационными мероприятиями являются своевременные профилактические осмотры, ремонты и испытания технологического оборудования.

В пожарную профилактику при проектировании и строительстве промышленных предприятий и строительстве промышленных предприятий входят такие мероприятия:

- группирования в отдельные комплексы объектов, родственных, по фундаментальному назначению и признаку пожарной опасности с учётом рельефа местности.
- устройство противопожарных резервуаров и преград;
- предусмотренные пути эвакуации людей на случай пожара;
- удаление дыма с помещений при пожаре;
- повышение огнестойкости зданий и сооружений путем облицовки или оштукатуривании металлических конструкции.

План эвакуации из отделения кристаллизации при пожаре и Ч.С показан на рисунке 4.1.

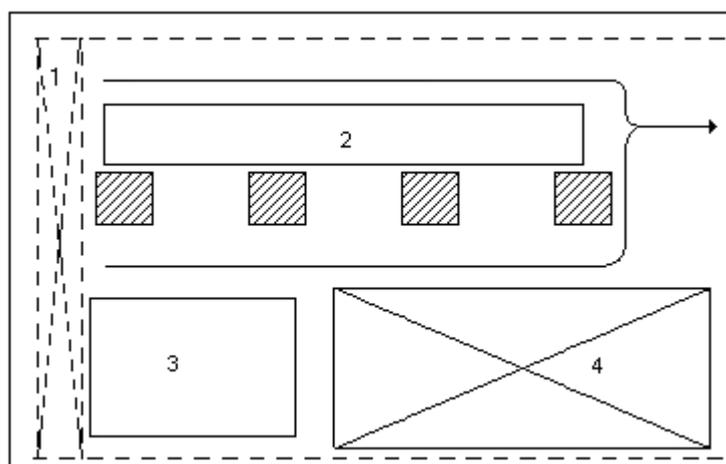


Рис. 4.1 – План эвакуации 1 – кран-балка, 2 – верстак для сборки двигателей, 3 – испытательный стенд, 4 – места складирования

### **3.4 Особенности законодательного регулирования проектных решений**

Государственный надзор и контроль в организациях независимо от организационно–правовых форм и форм собственности осуществляют специально уполномоченные на то государственные органы и инспекции в соответствии с федеральными законами.

Согласно [10] в условиях непрерывного производства нет возможности использовать режим рабочего времени по пяти– или

шестидневной рабочей неделе. По этой причине применяются графики сменности, обеспечивающие непрерывное обслуживание производственного процесса, работу персонала сменами постоянной продолжительности, регулярные выходные дни для каждой бригады, постоянный состав бригад и переход из одной смены в другую после дня отдыха по графику. На объекте применяется четырех-бригадный график сменности. При этом ежедневно работают три бригады, каждая в своей смене, а одна бригада отдыхает. При составлении графиков сменности учитывается положение ст. 110 ТК [10] о предоставлении работникам еженедельного непрерывного отдыха продолжительностью не менее 42 часов.

Государственный надзор и контроль в организациях независимо от организационно–правовых форм и форм собственности осуществляют специально уполномоченные на то государственные органы и инспекции в соответствии с федеральными законами. К таким органам относятся:

- Федеральная инспекция труда;
- Государственная экспертиза условий труда Федеральная служба по труду и занятости населения (Минтруда России Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Госгортехнадзор, Госэнергонадзор, Госатомнадзор России)).
- Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Госсанэпиднадзор России) и др.

Так же в стране функционирует Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, положение о которой утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации, в соответствии с которым, система объединяет органы управления, силы и средства.



## Заключение

В данной работе был спроектирован трехфазный крановый асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором. В качестве базовой модели выбрана конструкция асинхронных двигателей серии 4А, которые предназначены для подъемно-транспортного оборудования.

В начале расчета двигателя были получены значения электромагнитных нагрузок  $A$  и  $B_8$ , входящие в рекомендуемые пределы. От электромагнитных нагрузок зависят не только размеры машины, а также и ее характеристики. Так как двигатель обладает небольшой мощностью, то упрощения укладки обмотки в пазы принята трехфазная однослойная обмотка. Число пазов статора принято стандартному и равно  $Z_1=72$ , т.о. обмотка имеет целое число пазов на полюс и фазу ( $q=3$ ).

Плотность тока в обмотке статора получилась незначительной, что характерно для двигателей такой мощности. Для обмотки статора используется стандартный эмалированный провод с диаметром  $d_{uz}=1,14\text{мм}$ , 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 высокой индукцией и суммарное магнитное напряжение будет меньше, чем у зубцов другой конфигурации. По этой же причине были выбраны грушевидные пазы ротора.

Воздушный зазор был выбран достаточно малым, 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, которые основаны на изучении влияния соотношения числа зубцов статора и ротора на кривую момента, а также на шумы и вибрации. Пазы ротора выполнены со скосом.

Тепловой расчет показал, что у двигателя имеется температурный запас по температуре нагрева обмотки статора, а вентилятор обеспечивает расход воздуха почти с двукратным запасом.

В расчете пусковых характеристик был определен рекомендованный диапазон регулирования асинхронного двигателя работающего от преобразователя частоты.

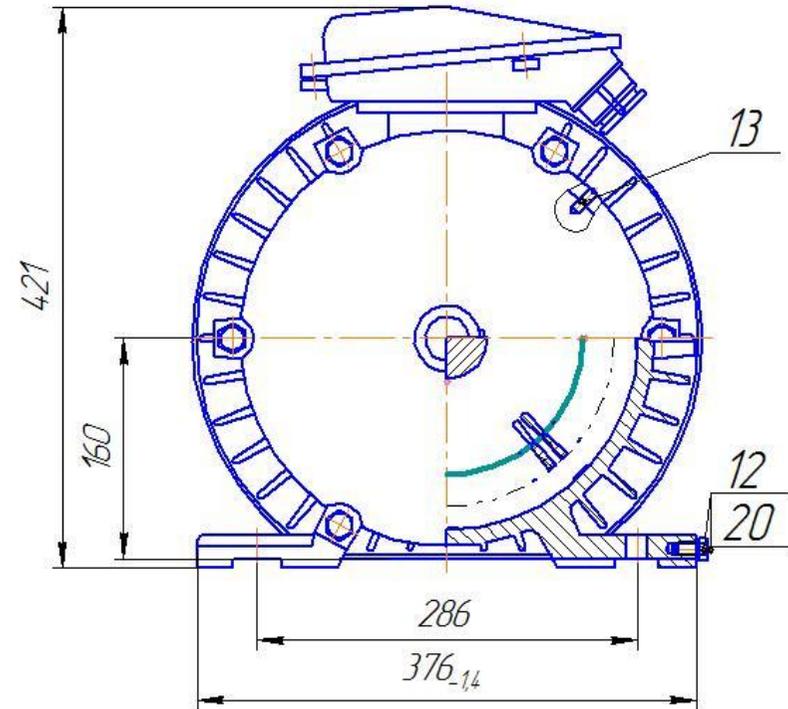
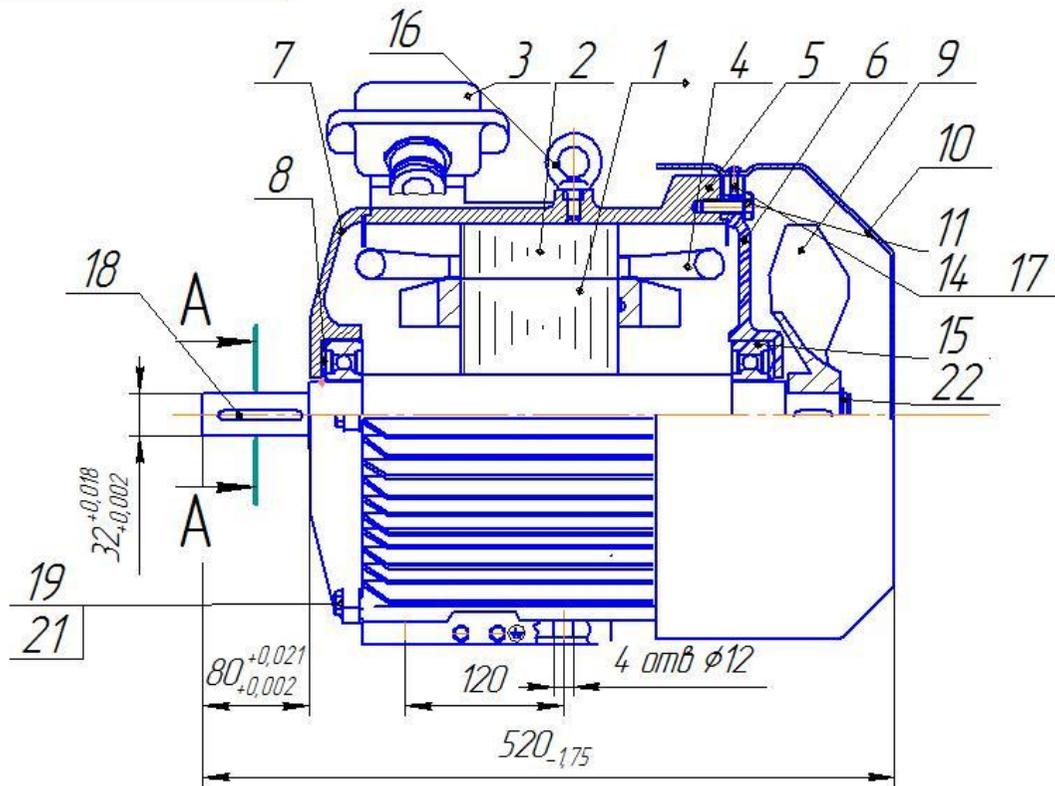
В механическом расчете определен суммарный прогиб вала от действия силы тяжести ротора и силой, обусловленной соединением муфтой. По критической частоте вращения, вал имеет огромные запасы.

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

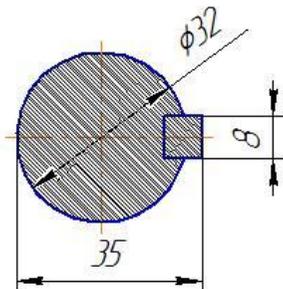
В разделе «Социальная ответственность» проведен анализ опасных и вредных факторов, возникающих в процессе сборки двигателя. Освещены вопросы техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности. Проведен расчет освещения для участка сборки.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» рассчитана себестоимость изготовления спроектированного двигателя. Произведен расчет получаемой прибыли определены точка безубыточности и диапазон безопасности.

ФЮРА.5250000



A-A



Масштаб 1:1

1. Сопрягаемые поверхности щитов, станины, поверхность под болт заземления, все резьбовые поверхности покрыть тонким слоем масла К-17 ГОСТ 10877-76.
2. Свободный конец вала консервировать маслом К-17 ГОСТ 10877-76.
3. Поверхность под болты заземления не должна иметь окраску.
4. Рельеф знака заземления покрыть эмалью НЦ-25, красная ГОСТ 5406-84.

ФЮРА.5250000

				Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Алдияров А.И.					1:4
Проб.	Бейерлейн Е.В.					
Т.контр.	Баранов П.Р.					
Н.контр.						
Утв.						
Сборочный чертеж асинхронного двигателя				Лист	Листов	1
				ТПУ ИИЭО 3-5Г11		

Копировал

Формат А3

Лист 1 из 1

Стор. №

Лист и дата

Изм. № докум.

Взам. инв. №

Лист и дата

Изм. № лист

Перед. лист

Стр. №

Лист. и дата

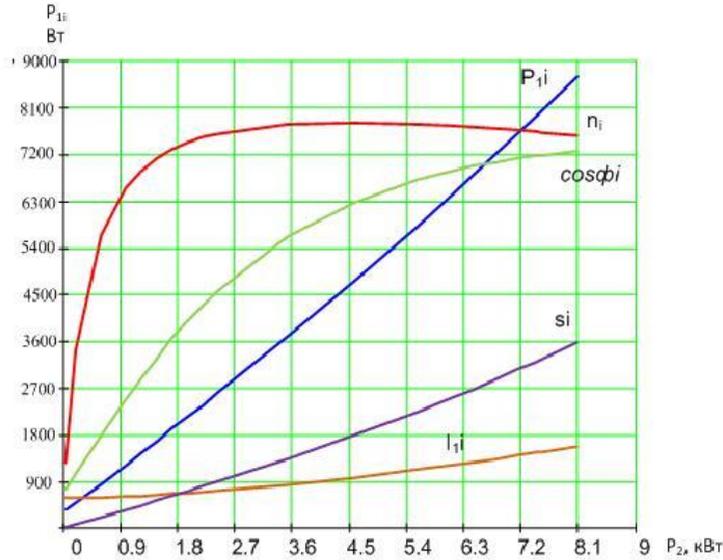
Изм. №

Лист. и дата

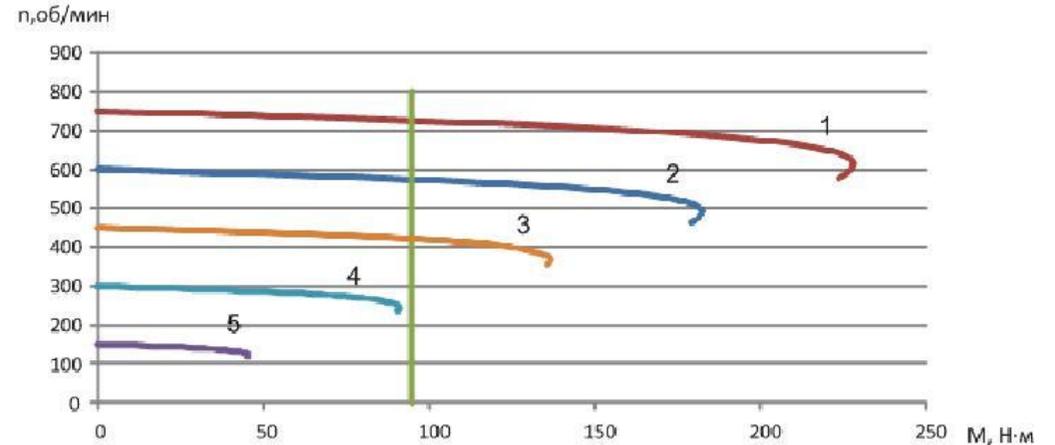
Изм. №

Лист. и дата

$s_i$ о.е	$\eta_i$ о.е	$\cos\phi_i$ о.е	$I_{1i}$ 0,е
0.04	0.9	0.9	10
0.036	0.845	0.82	9.65
0.032	0.79	0.74	9.3
0.028	0.735	0.66	8.95
0.024	0.68	0.58	8.6
0.02	0.625	0.5	8.25
0.016	0.57	0.42	7.9
0.012	0.515	0.34	7.55
0.008	0.46	0.26	7.2
0.004	0.405	0.18	6.85



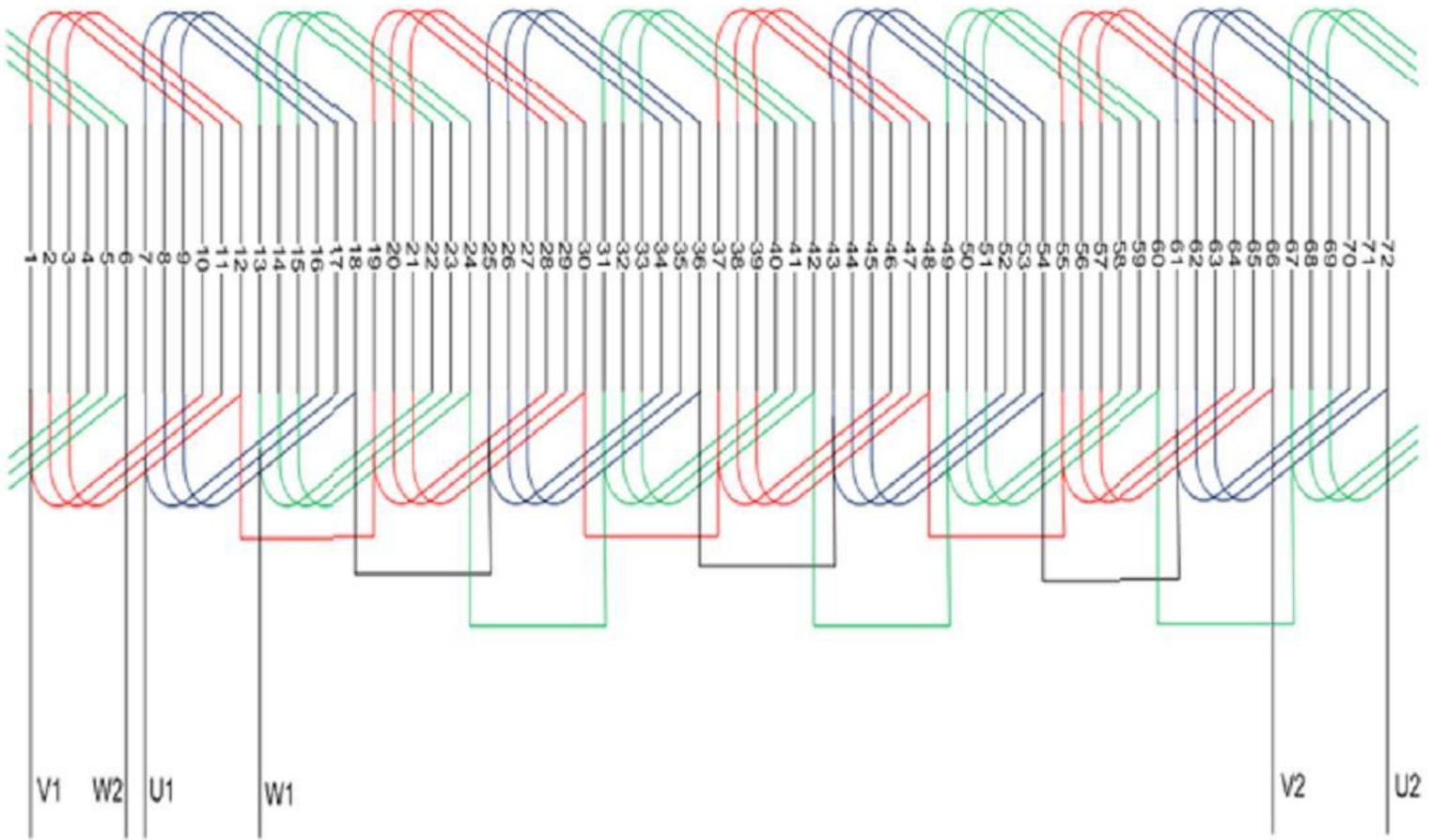
Рабочие характеристики



Частотно-регулирующие характеристики

				ФЮРА.5250000.17				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Рабочие и регулировочный характеристики	Лит.	Масса	Масштаб
								1:1
Разработ.	Алдияров А.И.					Лист	Листов	1
Пров.	Бейерлейн Е.В.					ТПУ ИИЭО 3-5Г11		
Т.контр.						Формат А3		
Н.контр.								
Утв.								

ФЮРА.5250000.17

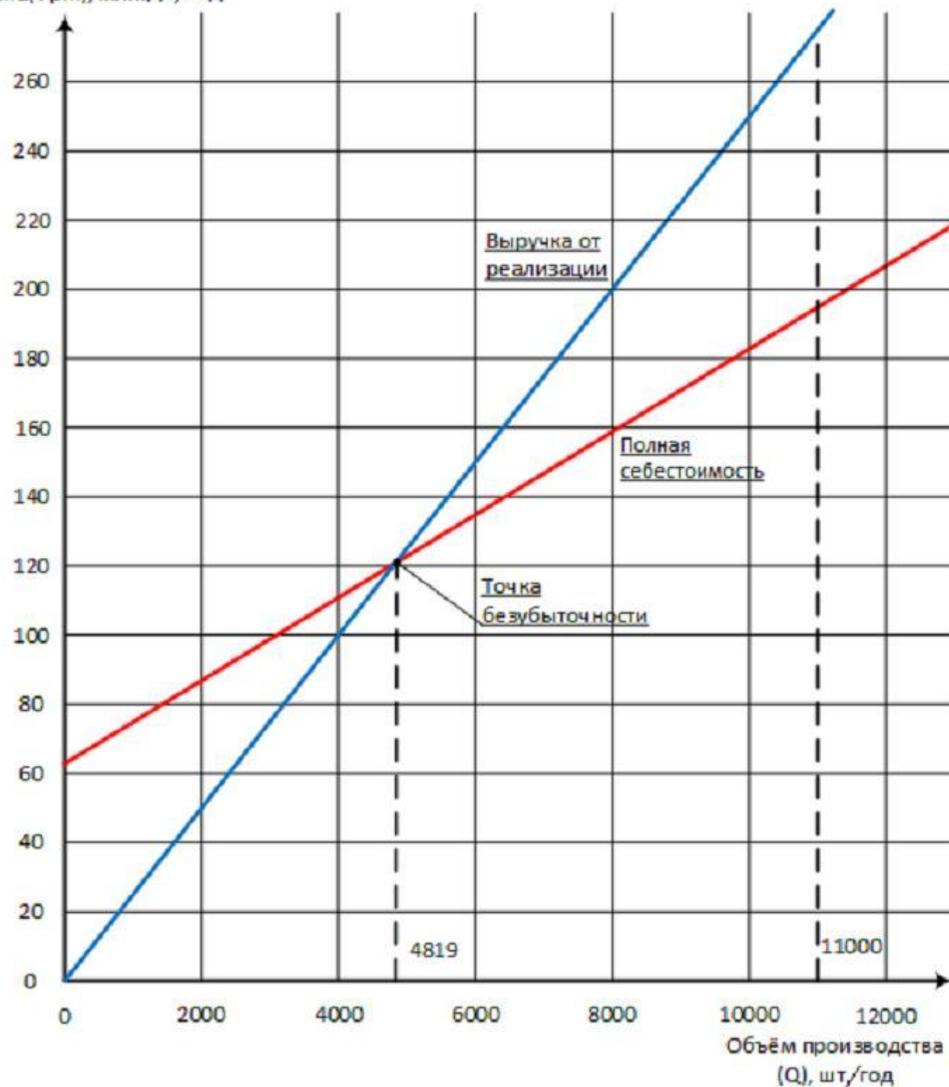


Обмотка статора однослойная  $Z_1=72$   $2p=8$   $q=3$   $a=1$

Изм. № лист | Лист и дата | Взам. инв. № | Инв. № докум. | Лист и дата | Стр. № | Перв. примен.

				ФЮРА.5250000.17			
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Обмотка	Лист	Масса	Масштаб
Разработ.	Алдияров А.И.						1:1
Пров.	Бейерлейн Е.В.				Лист	Листов	1
Т.контр.				ТПУ ИИЭО 3-5Г11			
Н.контр.				Формат А3			
Утв.				Копировал			

Полная себестоимость (С),  
выручка (V<sub>рп.</sub>), млн.руб/год



Перв. примен.

Строч. №

Подп. и дата

Инд. № докум.

Взам инд. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
		Разраб. Алдияров А.И.		
		Проб. Бейерлеин Е.В.		
		Т.контр.		
		Н.контр.		
		Утв.		

ФЮРА.5250000.17

График  
точка безубыточности

Лист	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	1

ТПУ Ин.ЭО  
3-Г11