

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

Институт ИнЭО
Специальность Электромеханика
Кафедра ЭКМ

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы	
Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором для привода вентилятора <u>УДК 621.313.333.2</u>	

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
К-7302	Сулейманов Изет Русланович		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кузьмина Н.Г.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин А.А.	кан.тех.наук		

По разделу «Технология производства»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Баранов П.Р.	канд.тех.наук		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭКМ	Гарганеев А.Г.	д-р тех. наук		

Томск – 2016 г.

Запланированные результаты обучения 140601 Электромеханика

Р1 Способность понимать и анализировать социальные и экономические проблемы и процессы; готовность применять базовые методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности.

Р2 Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование современных технических средств и информационных технологий в профессиональной области для решения коммуникативных задач.

Р3 Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля; осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования; уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.

Р4 Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства коллективом исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами; уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.

Р5 Демонстрировать знание социальных, правовых, культурных и экологических аспектов профессиональной деятельности, знание вопросов охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на электроэнергетических и электротехнических производствах.

Р6 Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты профессиональной деятельности.

Общепрофессиональные компетенции

Р7 Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности с целью моделирования элементов, систем и объектов электроэнергетики и электротехники.

Р8 Способность применять стандартные методы расчета и средства автоматизации проектирования; принимать участие в выборе и проектировании элементов, систем и объектов электроэнергетики и электротехники в соответствии с техническими заданиями.

Р9 Способность применять современные методы разработки энергосберегающих и экологически чистых технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов на электроэнергетическом и электротехническом производствах.

Р10 Готовностью обеспечивать соблюдение производственной и трудовой дисциплины на электроэнергетическом и электротехническом производствах; осваивать новые технологические процессы производства продукции; обеспечивать соблюдение заданных параметров технологического процесса и качества продукции.

Р11 Способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений; выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда; определять и обеспечивать эффективные режимы технологического процесса.

Р12 Способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов; планировать экспериментальные исследования; применять методы стандартных испытаний электрооборудования, объектов и систем электроэнергетики и электротехники.

P13 Способность участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности на основе систематического изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, патентных исследований по соответствующему профилю подготовки.

P14 Способностью к монтажу, регулировке, испытаниям, сдаче в эксплуатацию, наладке и опытной проверке электроэнергетического и электротехнического оборудования.

P15 Готовность осваивать новое электроэнергетическое и электротехническое оборудование; проверять техническое состояние и остаточный ресурс оборудования и организации профилактических осмотров и текущего ремонта.

P16 Способность разрабатывать рабочую проектную и научно-техническую документацию, выполнять проектно-конструкторские работы в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами; использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации электроэнергетических и электротехнических объектов, организовывать метрологическое обеспечение; подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества; составлять оперативную документацию, предусмотренную правилами технической эксплуатации оборудования и организации работы.

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

Институт ЭНИН
Направление подготовки (специальность) Электромеханика
Кафедра Электромеханических комплексов и материалов

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

А.Г. Гарганеев

(Подпись)
(Ф.И.О.)

(Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
К-7302	Сулейманову Изету Руслановичу

Тема работы:

Асинхронный двигатель для привода вентилятора.	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	04.03.2016 №1804/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:	1.06.2016
--	-----------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (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.).	Номинальная мощность $P_{2н}=55$ кВт; Число фаз статора $m=3$; Номинальное напряжение $U_n=220/380$; Число полюсов $2p=4$; Частота сети равна $= 50$Гц; Высота оси вращения $h=225$ мм; Степень защиты IP44; Способо монтажа IP1081; Система охлаждения IC0141.
---	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(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).</i>	В данном дипломном проекте было целью спроектировать асинхронный двигатель для привода вентилятора. Разобрать технологический процесс сборки статора асинхронного двигателя.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Сборочный чертеж асинхронного двигателя. Электромагнитный расчет Двухслойная петлевая обмотка статора, паз статора, паз ротора. Специальная часть. Статор в сборе.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Электромагнитный расчет, тепловой и механический расчеты. Специальная часть.	Бейерлеин Е.В.
Технологическая часть	Баранов П.Р.
Социальная ответственность	Сечин А.А.
Экономическая часть	Кузьмина Н.Г.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

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

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
К-7302	Сулейманов И.Р.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
К-7302	Сулейманов И. Р.

Институт	ИнЭО	Кафедра	ЭКМ
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	Электромеханика

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, анкетирование; опрос</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>Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР</i>	<i>Определение себестоимости ИР</i>
3. <i>Составление бюджета инженерного проекта (ИП)</i>	<i>Определение затрат проекта</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>Оценка конкурентоспособности</i>
2. <i>График разработки и внедрения</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кузьмина Н. Г.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
К-7302	Сулейманов И. Р.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
К-7302	Сулейманов И.Р.

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭКМ
Уровень образования		Направление/специальность	Электромеханика

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

- Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:
 - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)
 - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)
 - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)
 - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)

Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

- Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:
 - физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;
 - действие фактора на организм человека;
 - приведение допустимых норм с необходимой размерностью;
 - предлагаемые средства защиты ;
- Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности
 - механические опасности (источники, средства защиты);
 - электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);
 - пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)
- Охрана окружающей среды:
 - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);
 - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);
- Защита в чрезвычайных ситуациях:
 - перечень возможных ЧС на объекте;
 - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;
 - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин А.А.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
К-7302	Сулейманов И.Р.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«Технология производства электрических машин»

Студенту:

Группа	ФИО
К-7302	Сулейманов И.Р.

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭКМ
Уровень образования		Направление/специальность	Электромеханика

Исходные данные к разделу «Технология производства электрических машин»:

1. Технологический процесс сборки статора асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, $P_2=55$ кВт, $2p=4$;
2. Сборочный чертеж асинхронного двигателя; годовая программа выпуска – 4000 шт/год.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Провести анализ на технологичность статора;
2. Рассчитать усилие запрессовки сердечника с катушкой в станину и выбрать тип прессы;
3. Рассчитать усилие запрессовки сердечника с катушкой в станину и выбрать тип прессы;
4. Составить схему сборки и определить нормы времени;
5. Выбрать оборудование для сборки и мех. обработки статора; определить возможность производства 4000 шт/год;
6. Построить график загрузки оборудования;
7. Разработать маршрутную технологию;
8. Сборочный чертеж статора АД со спецификацией.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Баранов П.Р.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
К-7302	Сулейманов И.Р.		

РЕФЕРАТ

Ключевые слова: асинхронный двигатель, ротор, статор, обмотка статора, индукция

В данном дипломном проектк мы спроектировали асинхронный двигательс с короткозамкнутым ротором для привода вентилятора.

Цель работы проектирование асинхронного двигателя, выбрать тип обмотки, обмоточные провода, изоляцию. Сконструировать и рассчитать основные части двигателя. Спроектировать технологический процесс сборки статора асинхронного двигателя. Произвести расчет ресурсной, финансовой и экономической эффективности, сделать анализ опасных и вредных факторов.

В процессе исследования проводились расчеты в программе MathCad 14, графическое проектирование в Компасс-3D v13.

В результате исследования улучшена надежность и экономичность по сравнению с базовым двигателем.

Основные конструктивные, технологические и техникоэксплуатационные характеристики: литая станина, кратность пускового тока, кратность пускового момента.

Степень внедрения: дипломного проекта выполнено по заданию кафедры ЭКМ

Область применения: Вентиляционное оборудование электровоза.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	9
1 Обоснование и выбор основных размеров.....	10
2 Электромагнитный расчет.....	11
3 Тепловой расчет	40
4 Вентиляционный расчет.....	43
5 Механический расчет.....	44
6.Финансовый.менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	50
7.Специальная часть.....	60
8.Технология производства.....	64
9.Социальная ответственность.....	82
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	99
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	102
Приложение	
Графический материал:	
ФЮРА.648.222.000 сч – Асинхронный двигатель.	
ФЮРА.648.222.001 сч – Статор.	

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в мире широко применяются трехфазные асинхрон-ные двигатели.

Трехфазные асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором относятся к основному оборудованию компрессорных установок в частности вентиляторов.

К этим двигателям предъявляют требования высокого начального пускового момента и мягкой механической характеристики. Эти двигатели вследствие простоты и жесткости конструкции, высокой надежности, долговечности и несложного ухода применяются для привода роликов нереверсивных и реверсивных прокатных станков, как холодной, так и горячей прокатки металла и для транспортных рольгангов.

Для расчета асинхронного двигателя в данном проекте применяется методика расчета асинхронного двигателя предложенная в учебнике «Проектирование электрических машин» под редакцией профессора И.П. Копылова. Целью данного дипломного проекта является проектирование асинхронного двигателя с КЗ ротором, применяемого для привода вентилятора. В специальной части дипломного проекта рассматривается анализ особенностей работы асинхронного двигателя с работой вентилятора. В экономической части дипломного проекта рассматривается определение конкурентно способности проекта, анализ рынка продукции. При выполнении технологической части работы необходимо разработать технологический процесс сборки статора асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Необходимо разработать меры пожарной безопасности и меры защиты окружающей среды.

ФИНАСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.

6.1. Планирование научно-исследовательских работ

6.1.1. Структура работ в рамках научного исследования

В рамках научного исследования составим перечень этапов и работ, который представлен в таблице 1.

В проектировании данного электродвигателя принимали участие науч-ный руководитель и инженер.

Таблица 1 - Работ и распределение исполнителей.

№ работ	Перечень выполняемых работ	Исполнители		Продолж. (дней)
		Кол-во	Должность	
1	Составление и утверждение технического задания	2	Научный руководитель	2
			Инженер	
2	Подбор и изучение материалов по теме	1	Инженер	3
3	Изучение технической документации	1	Инженер	2
4	Календарное планирование работ	2	Научный руководитель	2
			Инженер	
5	Электромагнитный расчет двигателя	1	Инженер	5
6	Электромагнитный расчет двигателя с другими данными (Спец. Часть)	1	Инженер	3
7	Проверка выполненных расчетов	2	Научный руководитель	2
			Инженер	
8	Разработка чертежей, схем	1	Инженер	3
9	Расчет технологической части проекта	1	Инженер	4
10	Технико-экономическое обоснование выбора оборудования	1	Инженер	1
11	Разработка раздела БЖД	1	Инженер	2
12	Оформление пояснительной записки	1	Инженер	2
13	Проверка пояснительной записки и чертежей	2	Научный руководитель	1
			Инженер	
Итого			НР	7
			Инженер	32

6.1.2 Разработка графика проведения научного исследования

На основе таблицы 1 построим календарный план-график.

Таблица 2 – План-график.

№ раб	Перечень выполняемых работ	Исполнитель	Дни для выполнения проекта																																
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель																																	
		Инженер																																	
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер																																	
3	Изучение технической документации	Инженер																																	
4	Календарное планирование работ	Научный руководитель																																	
		Инженер																																	
5	Электромагнитный расчет двигателя	Инженер																																	
6	Электромагнитный расчет двигателя с другими данными (Спец. Часть)	Инженер																																	
7	Проверка выполненных расчетов	Научный руководитель																																	
		Инженер																																	
8	Разработка чертежей, схем	Инженер																																	
9	Расчет технологической части	Инженер																																	
10	Технико-экономическое обоснование выбора оборудования	Инженер																																	
11	Разработка раздела БЖД	Инженер																																	
12	Оформление пояснительной записки	Инженер																																	
13	Проверка пояснительной записки и чертежей	Научный руководитель																																	
		Инженер																																	

■ - научный руководитель ■ - инженер

6.1.3. Смета затрат на подготовку проекта

Суммарные издержки на проектирование определяем по выражению:

$$\sum I_{\text{проекта}} = I_{\text{з.пл}} + I_{\text{соц}} + I_{\text{мат}} + I_{\text{ам}} + I_{\text{пр}} + I_{\text{накл}}$$

где:

$I_{\text{з.пл}}$ - издержки на заработную плату;

$I_{\text{соц}}$ - издержки на социальные отчисления;

$I_{\text{мат}}$ - материальные издержки;

$I_{\text{ам}}$ - амортизационные издержки;

$I_{\text{пр}}$ - прочие издержки;

$I_{\text{накл}}$ - накладные расходы.

6.1.4 Смета затрат на заработную плату

Издержки на заработную плату

$$I_{\text{з.пл.}} = \frac{(3 \cdot k_1 + D) \cdot k_2}{Z} \cdot X \quad \text{или} \quad I_{\text{з.пл.}} = \frac{(3 \cdot k_1 \cdot k_2)}{Z} \cdot X$$

где:

3 –оклад;

D – доплата за интенсивность труда

k_1 - коэффициент за отпуск;

k_2 - районный коэффициент ;

- количество рабочих дней в месяце;

X - количество рабочих дней затраченных на проект .

Расчет издержек на заработную плату приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Расчет ЗП с учетом занимаемой должности.

	Оклад	Коэффициент за отпуск	Районный коэффициент	зарплата за один месяц, руб.	зарплата за один день, руб.	ей работы над проектом	ФЗП
Научный руководитель	23300,00	1,1	1,3	33 268,95	1 584,24	7	11 106,33
Инженер	14500,00	1,1	1,3	20 735,00	987,38	32	31 596,19
Итого							42 702,52

6.1.5 Отчисления на социальные нужды

В статью расходов «отчисления на социальные нужды» закладывается обязательные отчисления по установленным законодательством нормам. Органам государственного социального страхования, пенсионного фонда, государственного фонда занятости и медицинского страхования, от элемента «затраты на оплату труда». Размер отчислений на социальные нужды составляет 30% от ФЗП.

$$I_{\text{соц}} = 0,3 \cdot I_{\text{з.пл}\Sigma} = 0,3 \cdot 42\,685,84 = 12\,810,76 \text{ (руб)}$$

6.1.6 Отчисления на социальные нужды

Материальные затраты на канцелярские товары примем в размере 900 руб. (в условиях цен на канцелярские товары в настоящее время).

$$I_{\text{мат}} = 900 \text{ (руб)}$$

6.1.7 Амортизация вычислительной техники.

Основной объем работ по разработке проекта был выполнен на персональном компьютере первоначальной стоимостью 40 тысячи рублей.

Произведём расчёт амортизации стоимости ПК

$$I_{ам} = \frac{T_u}{T_{кал}} \cdot \Phi_{кт} \cdot H_{\phi} = \frac{32}{365} \cdot 37000 \cdot \frac{1}{7} = 463,41 \text{ (руб)}$$

Где: T_u - количество отработанных дней на ПК;

$T_{кал}$ - количество календарных дней в году;

$\Phi_{кт}$ - первоначальная стоимость ПК;

$$H_{\phi} = \frac{1}{T_{сл}} \text{ - срок полной амортизации.}$$

6.1.8 Прочие неучтенные затраты

Прочие неучтенные прямые затраты включают в себя все расходы, связанные с налоговыми сборами (не предусмотренными в предыдущих статьях), отчисления внебюджетные фонды, платежи по страхованию, оплата услуг связи, представительские расходы, затраты на ремонт и прочее. Принимаем размер прочих затрат как 10% от суммы расходов на материальные затраты, услуги сторонних организаций, амортизации оборудования, затрат на оплату труда, отчисления на социальные нужды:

$$\begin{aligned} I_{пр} &= 0,1 \cdot (I_{з.пл} + I_{соц} + I_{мат} + I_{ам}) = \\ &= 0,1 \cdot (42702.52 + 12810.76 + 900.00 + 463.41) = 5687.67 \text{ (руб)} \end{aligned}$$

6.1.9 Накладные расходы

Накладные расходы составят 200%. Включают в себя затраты на хозяйственное обслуживание помещения, обеспечение нормальных условий труда, оплату за энергоносители и другие косвенные затраты.

$$I_{накл} = 2 \cdot (I_{з.пл} + I_{соц} + I_{мат} + I_{ам} + I_{пр}) = 125128.71 \text{ (руб)}$$

6.1.10 Себестоимость проекта

$$\sum I_{проекта} = I_{з.пл} + I_{соц} + I_{мат} + I_{ам} + I_{пр} + I_{накл} = 187693.06 \text{ (руб)}$$

Результаты расчетов сведем в таблицу 4.

Таблица 4 – расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Заработная плата	42 702,52
2. Социальные отчисления	12810,76
3. Материальные затраты	900,00
4. Амортизация отчисления	463,41
5. Прочие издержки	5687,67
6. Накладные расходы	125128,71
7. Себестоимость проекта	187693,06

6.2 Оценка технического решения

Общей схемой количественного анализа конкурентоспособности, ко-торая может применяться на любом этапе существования изделий, является следующая:

1. Выбор базового образца, аналогичного по назначению и условиям эксплуатации с оцениваемой продукцией.
2. Определение перечня нормативных, технических и экономических параметров, подлежащих исследованию.
3. Сравнение (по каждой из групп параметров) имеющихся параметров с соответствующими параметрами потребности, необходимыми для заказчика (потребителя). Инструментом сравнения является единич-ный показатель, представляющий собой

отношение величины параметра рассматриваемого изделия к величине этого же параметра, необходимого покупателю.

4. Подсчет группового показателя на основе единичных показателей. Групповой показатель выражает различие между анализируемыми изделиями по всем группам параметров в целом. Общими и методологическими принципами при соблюдении данной схемы анализа являются учет предельности отдельных элементов потребности, с тем, чтобы при нахождении образца на предельном уровне потребности не делался вывод о большей конкурентоспособности анализируемого изделия с более высокими, чем у образца аналогичными параметрами; необходимость придания количественной оценки тем параметрам, которые не имеют естественной физической меры (например, комфортность изделия), с использованием экспертных методов; необходимость построения весовой базы для технических параметров на основе всесторонних рыночных исследований.

Любое проектирование в идеале должно начинаться с выявления потребностей потенциальных покупателей. После такого анализа становится возможным вычислить единичный параметрический показатель. $q = \frac{p}{p_{100}}p$,

где q – параметрический показатель;

P – величина параметра реального изделия;

P_{100} – величина параметра гипотетического изделия, удовлетворяющего потребность на 100%;

p – вероятность достижения величины параметра; вводится для получения более точного результата с учетом элемента случайности, что позволяет снизить риск осуществления проекта.

Каждому параметрическому показателю по отношению к изделию в целом (т.е.обобщенному удовлетворению потребности) соответствует некий вес d_i , разный для каждого показателя. После вычисления всех единичных показателей становится реальностью вычисление обобщенного(группового показателя), характеризующего соответствие изделия потребности в нем (полезный эффект товара)

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i d_i$$

где Q – групповой технический показатель (по техническим параметрам); q_i – единичный параметрический показатель по i -му параметру;

d_i - вес i -го параметра; n – число параметров, подлежащих рассмотрению.

Данные для оценки конкурентоспособности разрабатываемого новшества приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Оценка технического уровня новшества.

Характеристики	Вес показателей	Новшество		Конкурент		Гипотетический образец	
		Pi	qi	Pi	qi	P ₁₀₀	Q ₁₀₀
Коэффициент полезного действия, %	0,169	69	0,758	72	0,791	91	1
Коэффициент мощности Cosφ, %	0,175	73	0,890	70	0,854	82	1
Пусковой ток, А	0,145	1,45	0,806	1,32	0,733	1,8	1
Пусковой момент, Н*м	0,175	0,69	0,690	0,71	0,710	1	1
Номинальный ток, А	0,166	0,36	0,900	0,31	0,775	0,4	1
Степен защиты IP	0,170	60	0,750	51	0,638	80	1
Итого			0,798		0,751		1,00

Таблица 6 – Матрица предпочтений

№ п/п	Наименование	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	сумма	d _{ij}
1.1	Коэффициент полезного действия	1	1	0,5	1,5	1	1	6	0,169
1.2	Коэффициент мощности Cosφ	1,5	1	1,5	1,5	0,5	1	7	0,175
1.3	Пусковой ток	0,5	0,5	1	0,5	1,5	1	5	0,145
1.4	Пусковой момент	1,5	0,5	1,5	1	1	1,5	7	0,175
1.5	Номинальный ток	1	1,5	0,5	1	1	1	6	0,166
1.6	Степен защиты	1	1	1,5	0,5	1	1	6	0,170

Показатель технического уровня нашего изделия по отношению к изделию другой фирмы k_w будет равен

$$k_{TP} = \frac{Q_H}{Q_K}$$

где k_{TP} – показатель технического уровня изделия по отношению к конкурирующему по техническим параметрам;

Q_H Q_K ~ соответствующие групповые технические показатели нового и конкурирующего изделия.

В итоге по оценке конкурентоспособности новшества видно, что разработанный товар не уступает товарам заменителям и коэффициент технического уровня равен $K_{TP} = 0,798/0,751 = 1,064$

7. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Совместная работа системы вентилятор – асинхронный двигатель.

Воздуходувные машины служат для перемещения и сжатия воздуха и других газов. По степени сжатия воздуходувные машины подразделяются на вентиляторы, воздуходувки и компрессоры. Вентиляторы обеспечивают подачу воздуха при сравнительно низком давлении до 1000 мм вод. ст. (10^4 Па), при этом сжатия и нагрева воздуха практически не происходит.

Вентиляторы широко используются в системах вентиляции и кондиционирования воздуха жилых, общественных и производственных зданий, в рудниках, тоннелях и других подземных сооружениях.

Диапазон работы вентилятора обозначается графически посредством соответствующих характеристик. Такая характеристика дает информацию о том, при каком объеме воздуха развивается соответствующий напор или, наоборот, при каком сопротивлении развивается следующий объем воздуха.

На практике рабочая точка вентилятора должна находиться в стабильной зоне характеристики (рис.6). Выше этой зоны большинство характеристик падает мгновенно, а аэродинамические условия сильно ухудшаются. Динамическое давление должно располагаться ниже этой стабильной зоны, чтобы вентилятор достигал определенной минимальной производительности.

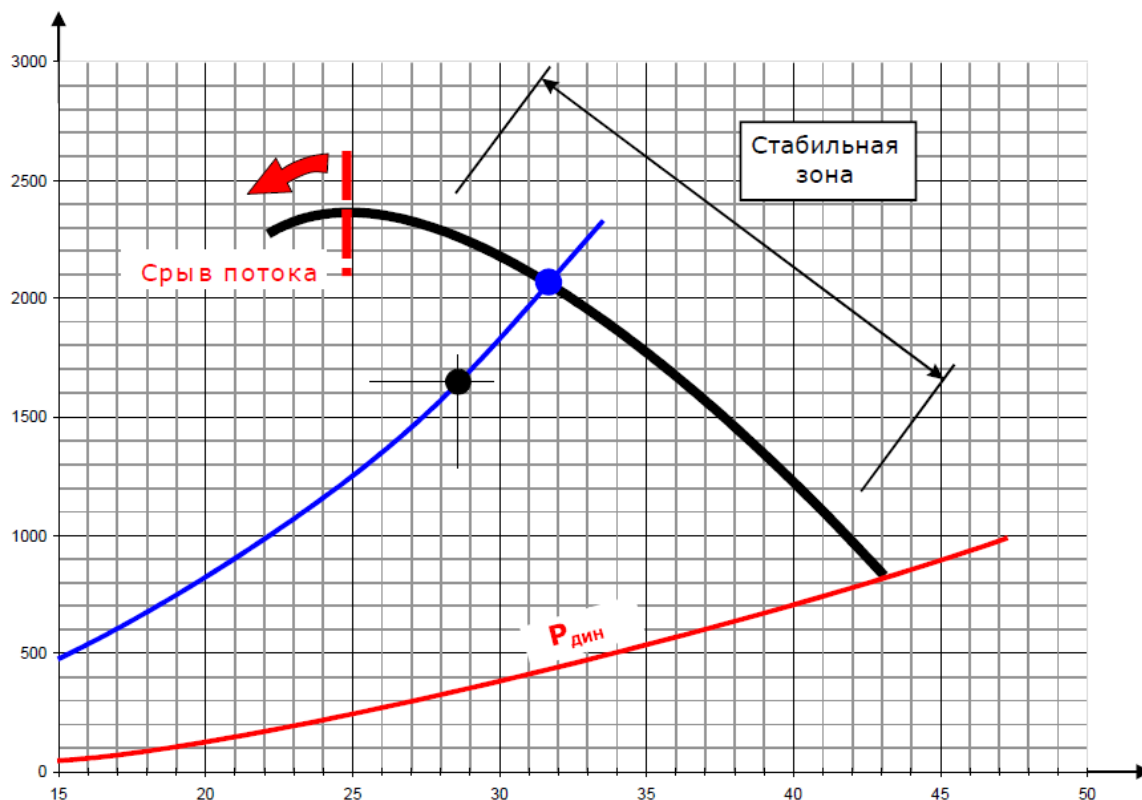


Рис.6 Диапазон работы вентилятор

При регулировании производительности снижением частоты вращения асинхронного двигателя характеристики вентилятора смещаются вниз (рис. 7), а характеристика системы остается неизменной. Множество характеристик вентилятора при изменении частоты вращения могут быть найдены с помощью формул приведения:

$$Q=Q_i(n_n/ n_i); P_v= P_{vi}(n_n/ n_i)^2; N= N_i(n_n/ n_i)^3.,$$

где Q – расход воздуха $м^3/с$, P_v – давление Па, N – мощность вентилятора кВт, n – частота вращения вентилятора об/мин.

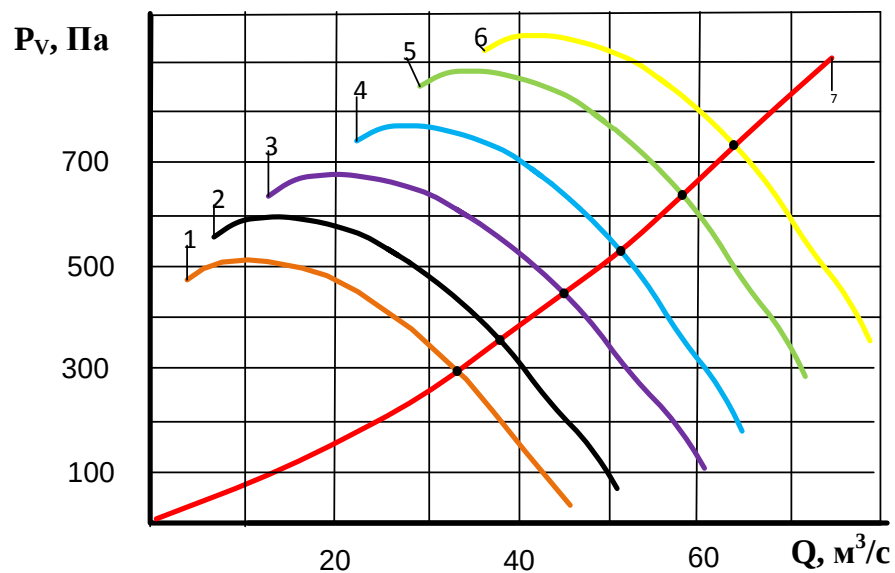


Рис.7 Характеристики вентилятора при регулировании производительности снижением частоты вращения АД, работающего совместно с системой

На рис. 7 характеристика 1 при номинальной частоте вращения, характеристики 2÷6 при уменьшении частоты вращения, 7 – характеристика системы.

Для получения механической характеристики вентилятора воспользуемся формулами подобия и характеристиками вентилятора рис. 1, 2, согласно зависимости:

$$M = 9,55 \frac{N}{n},$$

На рис. 8 представлены характеристики мощности вентилятора при изменения расхода воздуха, полученные при частотном регулировании и соответствующее изменение расхода воздуха (характеристика 1 номинальная, а 2÷6 соответственно при уменьшении частоты вращения вентилятора от номинального).

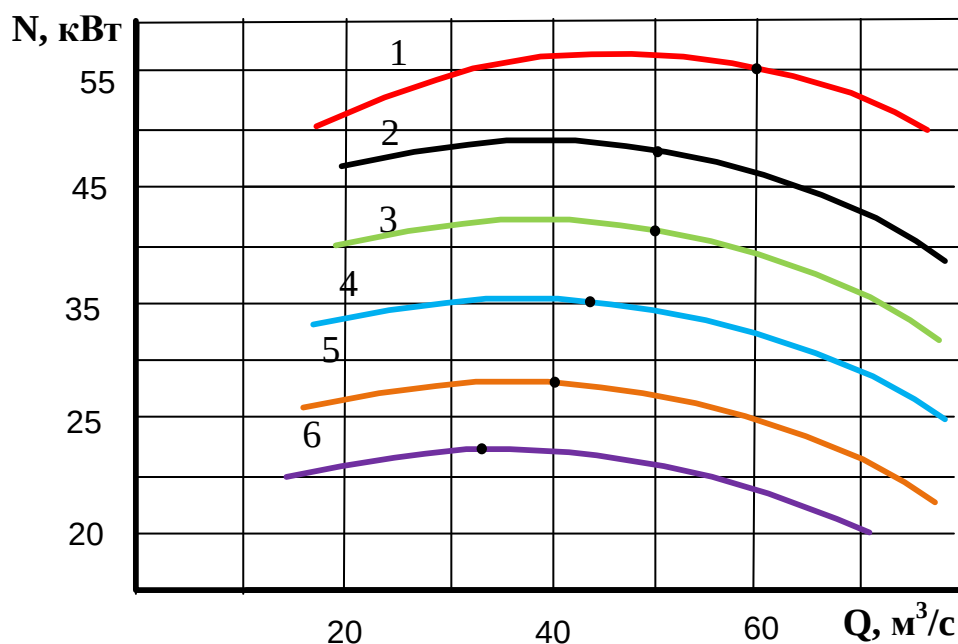


Рис. 8 Характеристики мощности вентилятора при изменении расхода воздуха.

Скорость вращения электромагнитного поля статора трехфазных электродвигателей переменного тока пропорциональна частоте питающей сети, что позволяет регулировать их скорость плавным изменением частоты напряжения статора. Для вентиляторов, чья механическая характеристика описывается уравнением квадратичной параболы, должно соблюдаться соотношение:

$$U/f = \text{const.}$$

Для расчета используем вентилятор главного проветривания метрополитена, для двигателя мощностью $P_2=55$ кВт, $n=1500$ об/мин. Были произведены расчеты совместной работы АД и данного вентилятора при частотном регулировании.

Максимальный момент асинхронного двигателя, а следовательно, и жесткость его характеристик можно регулировать, изменяя по величине напряжение, подводимое к статору, причем момент двигателя изменяется

пропорционально напряжению. На рис. 9 показаны скоростные характеристики асинхронного двигателя и механическая характеристика вентилятора.

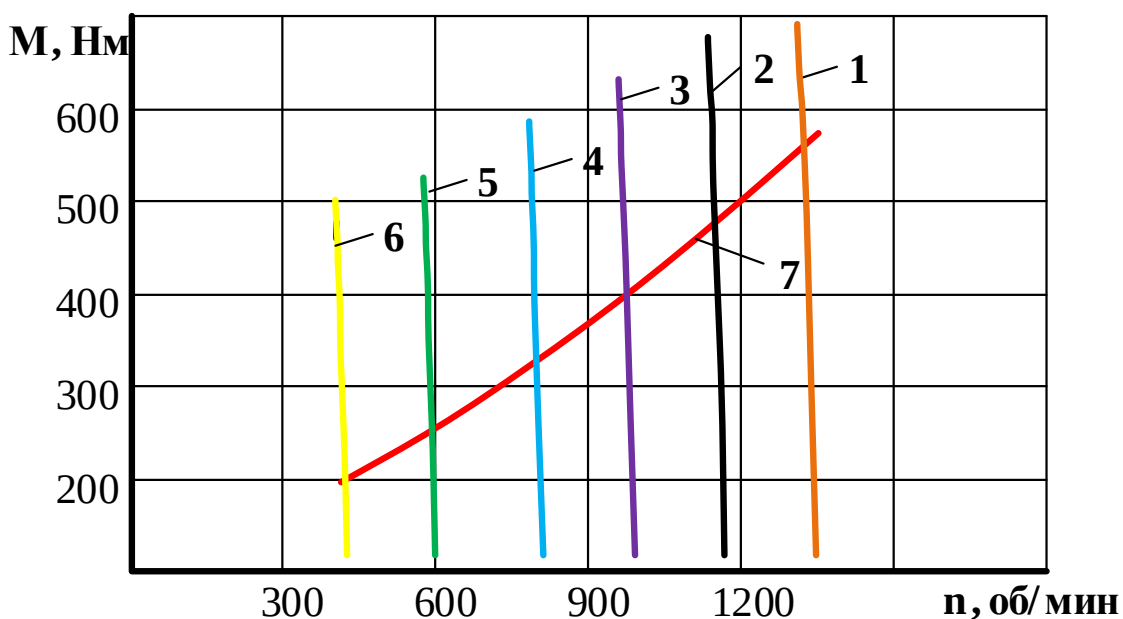


Рис. 9 Совместная работа системы асинхронный двигатель и вентилятора при частотном регулировании: 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – механические характеристики вентилятора при $U/f = \text{const}$; 7 – механическая характеристика вентилятора

Из рис. 9 видно, что при уменьшении частоты напряжения f меняется положение механической характеристики асинхронного двигателя при этом механическая характеристика вентилятора остается не изменой. Частотное управление двигателем переменного тока является экономичным, поскольку оно позволяет сохранить высокий КПД двигателя, обеспечивает как двигательные, так и тормозные режимы работы, хорошую жесткость характеристик и, позволяет использовать в качестве приводного асинхронный короткозамкнутый двигатель.

Рассмотрена совместная работа системы вентилятор – асинхронный двигатель на примере вентилятора асинхронного двигателя с коротко-

замкнутым ротором, предназначенный для создания потока воздуха, которым обдуваются тяговые двигатели электровоза. На основе напорных характеристик вентилятора были получены его механическая характеристика. Для анализа совместной работы системы рассчитаны механические характеристики асинхронного двигателя при изменении частоты вращения, для обеспечения требуемого диапазона изменения давления (P_V) и расхода воздуха (Q) вентилятора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе был спроектирован асинхронный электродвигатель мощностью 55кВт, $U_1=220$, $f_1=50$ Гц $m_1=3$, $2p=4$, $h=225$. В качестве задания на проектирование был принят асинхронный двигатель на базе общепромышленного, данный двигатель может использоваться для привода любых современных установках.

В электромагнитном расчете были выбраны главные размеры машины. Рассчитана зубцовая зона статора и ротора, в качестве обмотки статора выбрана двухслойная всепная обмотка $Z=48$, $2p=4$, $q=3$, $a=4$. Определены параметры двигателя, масса активных материалов, потери и КПД, а также рассчитаны рабочие и пусковые характеристики.

При расчете рабочих характеристик были получены уточненные значения номинального тока обмотки статора, КПД ($\eta=0.917$) и коэффициента мощности ($\cos\varphi=0.908$), что немного больше чем у серийного двигателя - 4А225М4У3, выбранного в качестве аналога.

Кратность начального пускового момента в спроектированном двигателе находится в допустимых пределах регламентируемых значений для данного типа машин что составляет $M_p=1.26$ о.е. и $I_p=6.75$ о.е.

В тепловом расчёте была рассчитана температура статора над температурой окружающей среды, что составило 97°C данное превышение соответствует классу нагревостойкости F(до 115°C).

В механическом расчёте определён суммарный прогиб вала, который не превышает 10% от величины воздушного зазора и равен $f=3,05 \cdot 10^{-6}$

Напряжение в опасных сечениях не превосходят допустимых величин, а самым нагруженным является сечение А - $\sigma_{\text{прА}} = \sigma_{\text{эквА}} = 7 \cdot 10^5$ Па, соответствующее выходному концу вала. Выбраны подшипники серии 217 средней серии с динамической грузоподъёмной $C=64000$ Н, которые с лёгкость выполняют свою работу.

В специальной части была рассмотрена совместная работа системы вентилятор – асинхронный двигатель на примере вентилятора асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, предназначенный для создания потока воздуха, которым обдуваются тяговые двигатели электровоза. На основе напорных характеристик вентилятора были получены его механическая характеристика. Для анализа совместной работы системы рассчитаны механические характеристики асинхронного двигателя при изменении частоты вращения, для обеспечения требуемого диапазона изменения давления (PV) и расхода воздуха (Q) вентилятора.

При выполнении технологической части дипломного проекта была разработана схема сборки статора и маршрутная технология к нему. Выбрано оборудование и оснастка. Определены нормы времени и необходимое количество оборудования для выполнения требуемой программы выпуска 4000 шт. в год.

В экономической части проведено планирование дипломного проекта. Произведен расчет ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

В разделе «Социальная ответственность» проведён анализ опасных и вредных факторов, возникающих в процессе сборки статора. Затронуты вопросы техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности. Произведён расчёт освещения для помещения сборки статора. Используется 18 светильников суммарной мощностью $W=10000\text{Вт}$.

В целом спроектированный асинхронный двигатель для привода вентилятора удовлетворяет требованиям, определенным заданием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Проектирование электрических машин : учебник для бакалавров / под ред. И. П. Копылова. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Юрайт, 2012. — 768 с.: ил
2. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, - М.: Машиностроение, 1985.- 496с.
3. Конструирование асинхронных двигателей. Методические указания к выполнению курсового проекта для студентов электротехнических специальностей ТПУ дневной заочной и вечерней форм обучения. – Томск: изд.ТПУ 1994.-28с. Составитель Жадан В.А., Игнатович В.М., Ройз Ш.С.
4. ГОСТ 12.1.038 – 82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений и токов.
5. Охрана труда в машиностроении: Учебник для машиностроительных вузов / Под ред. Е.Я. Юдина. – М.: Машиностроение, 1983, 432с.
6. Безопасность жизнедеятельности / Под ред. С.В. Белова. –М.: Высш.шк., 1999.-325с.
7. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – М.: Энергоатомиздат, 1984-824с.
8. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительной-заключительного на работы, выполняемые на малогабаритных металлорежущих станках. Мелкосерийное, серийное и крупносерийное производство. – М.: НИИ Труда, 1970.-278с.
9. СНиП II -4 79. Естественное и искусственное освещение.
10. СанПин 2.2.4.548 – 96 г. Гигиенические требования к микроклимату производственного помещения.
11. Производственный менеджмент: Учебник для вузов/ Р.А.Фатхутдинов. 4е издание .СПб.: Питер, 2003,- 491с.: ил.

12. ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная безопасность.
13. ГОСТ 12.2.03-81 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
14. Онищенко, Георгий Борисович. Электропривод турбомеханизмов / Г. Б. Онищенко, М. Г. Юньков. — Москва: Энергия, 1972. — 240 с.: ил. — Список литературы: с. 236-238.
15. Амиров Ю.Д., Алферова Т.К., Волков П.Н. и др. Технологичность конструкций изделия; под ред. Амиров Ю.Д. — М: Машиностроение, 1990-768с.: ил.
16. Кожешник Ярослав. «Механика вращающихся электрических машин» (перевод с чешского)/ В.А.Зенкевич, Г.Е. Ларионов — Л.: Госэнергоиздат 1962 — 288.
17. Технология и оснащение сборочного производства машиностроения: Справочник. / Под ред. В.К. Замятина — М.: Машиностроение, 1995.-607 с.
18. Допуски и посадки: Справочник В 2-х ч./В.Д. Мягков, М.А. Палей,
А.Б. Романов, В.А. Брагинский. — 6-е изд., перераб. и доп. — Л.: Машиностроение, 1991.-400

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дубл.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														</
-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Перв. примен

Справ. №

Подп. и дата

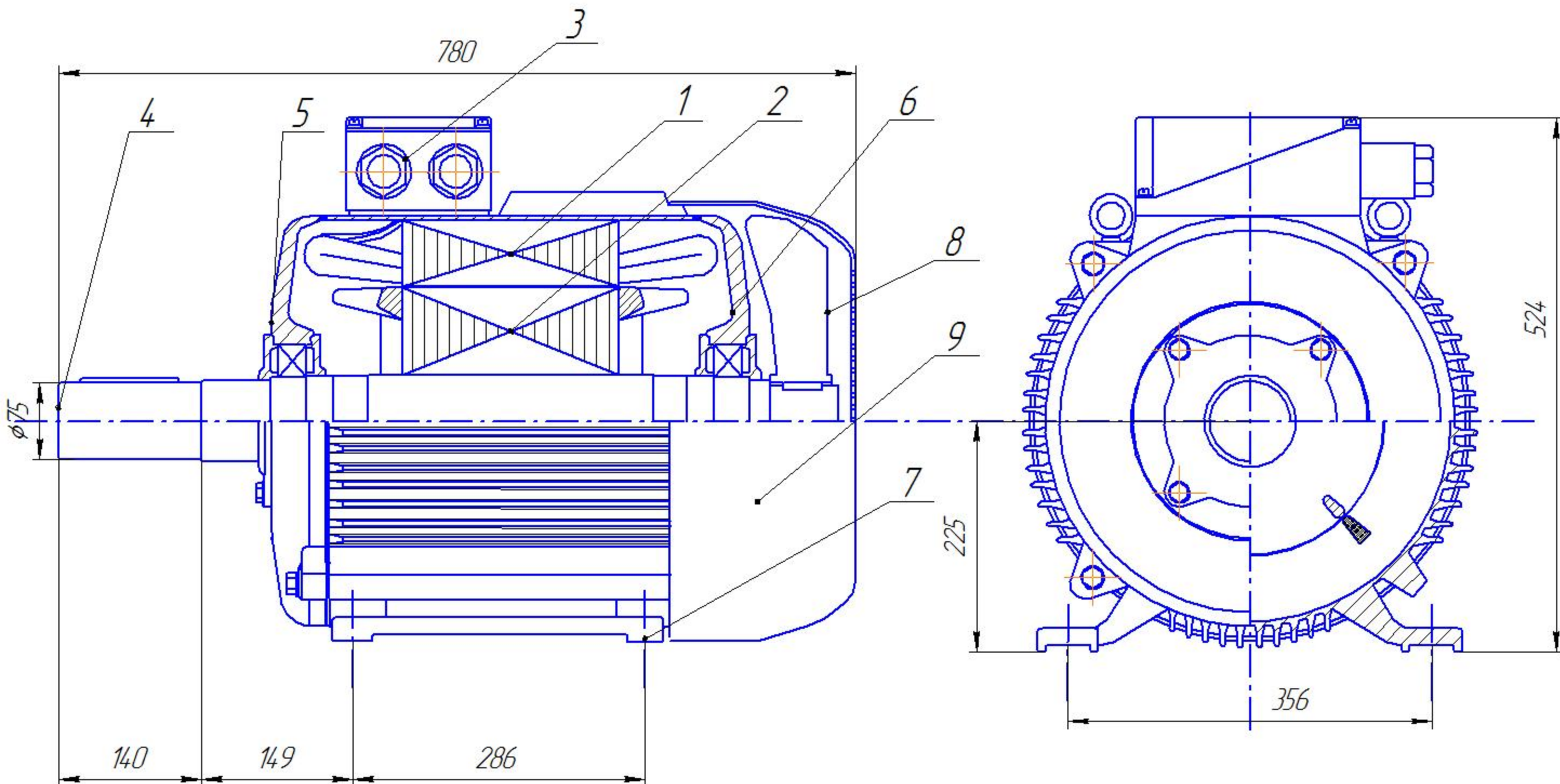
Взам. инв. №

Инв. № докл

Подп. и дата

Инв. № подл.

ФЮРА.648.222.000сч



					ФЮРА.648.222.000сч			
					Асинхронный двигатель	Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				1:4
Разраб.		Сулейманов И.Р.						
Пров.		Бейерлейн Е.В.						
Т.контр.						Лист	Листов	1
И.контр.						ТПУ ИИЭО		
Утв.						К-7302		

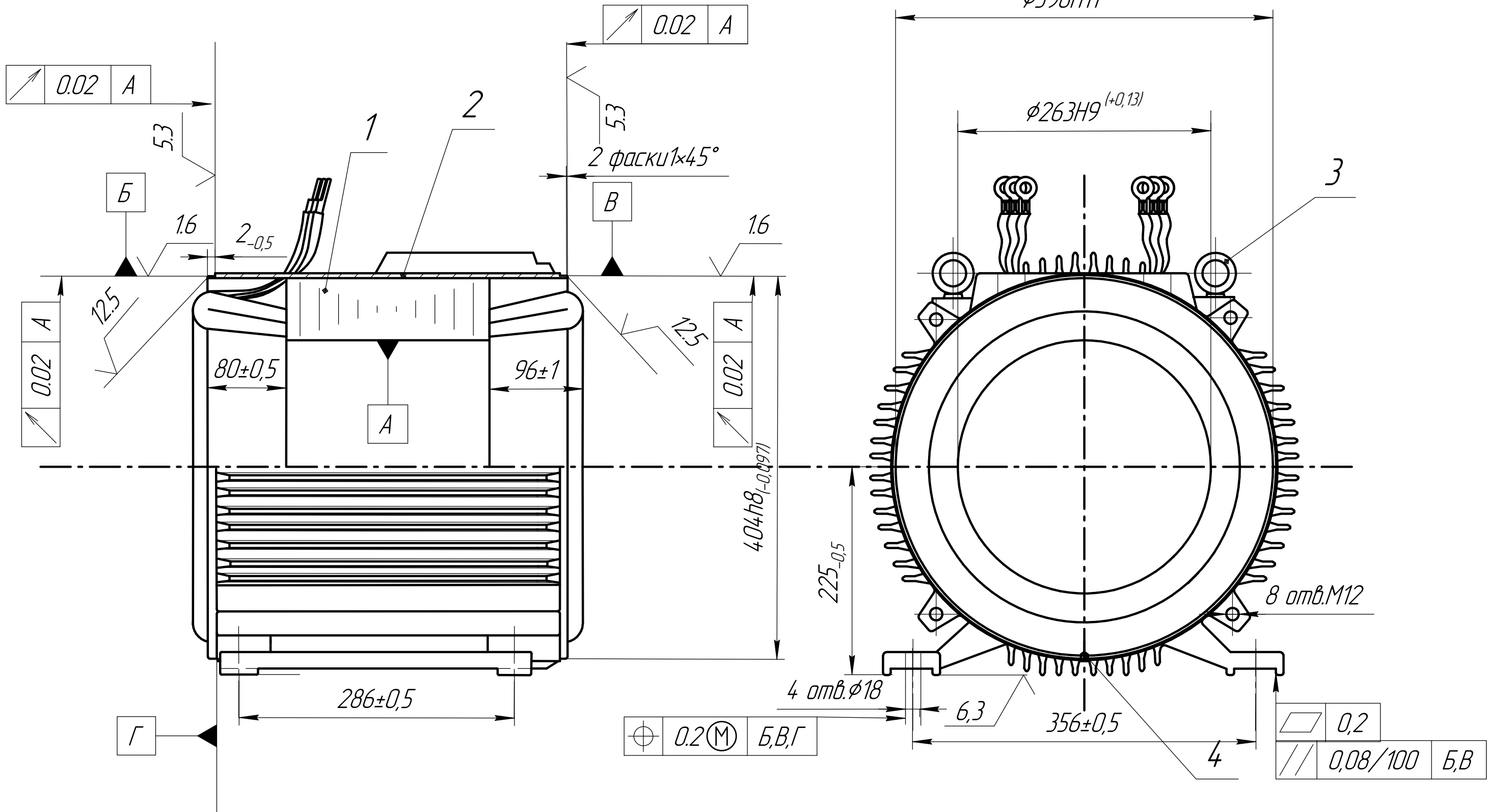
Копировал

Формат А3

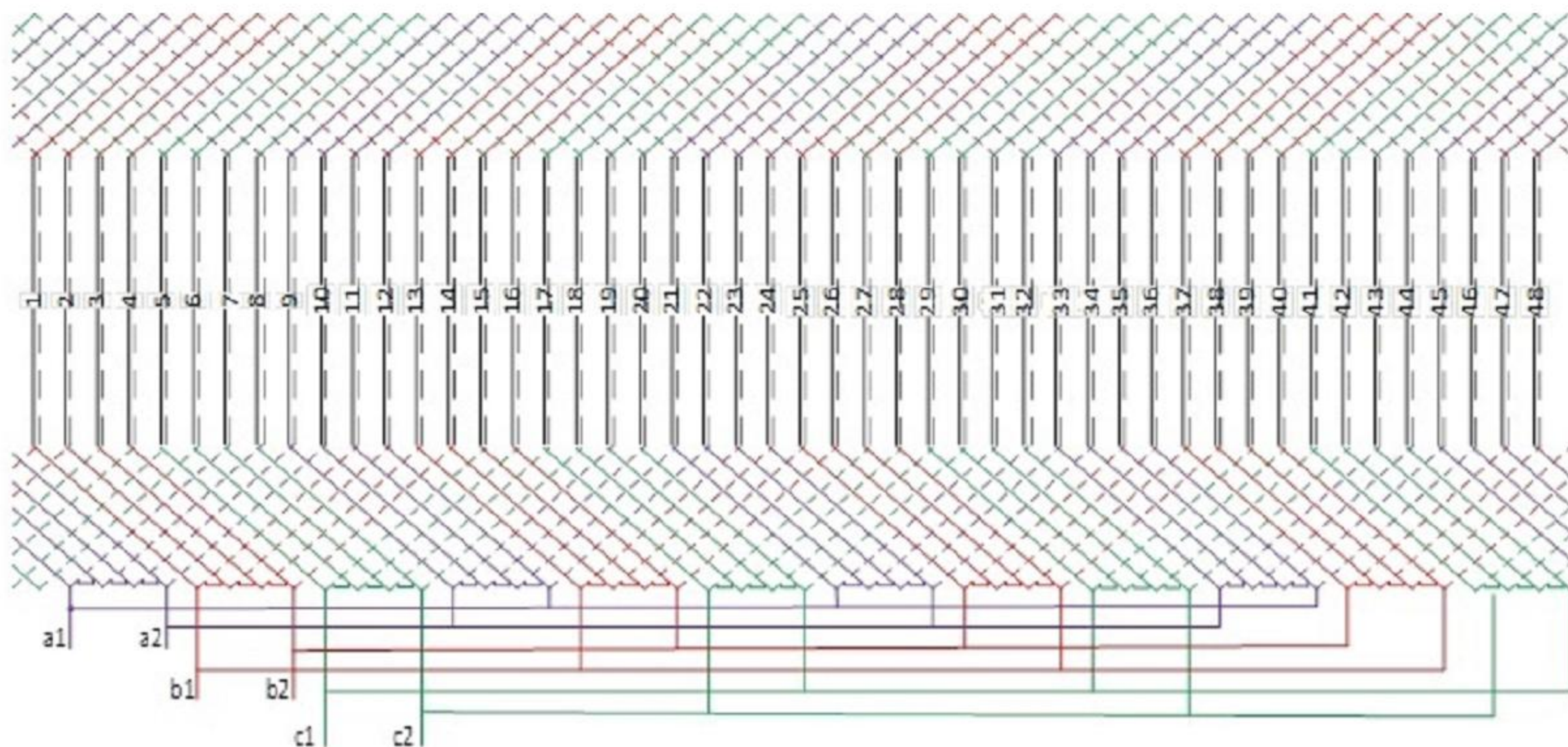
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание	
				Документация			
А3			ФЮРА. 648.222.001. СБ	Сборочный чертеж			
				Сборочные единицы			
		1	ФЮРА. 648.222.001.01	Сердечник с катушками	1		
				Детали			
		2	ФЮРА. 648.222.001.02	Станина	1		
				Стандартные изделия			
		3		Рым-болт М18.025			
				ГОСТ 4751-73	2		
		4		Штифт ГОСТ 1478-84	2		
				ФЮРА. 648.222.001. СБ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Сулейманов				ц	1	2
Пров.	Бейерлейн						
Н							
Утв.							
Статор					ТПУ ИнЭО		
					гр. К-7302		

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дцкл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.

ФЮРА 648.222 001



ФЮРА 648.222 001					Статор		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Сулейманов						1:4
Пров.	Бейерлейн						
Т.контр.	Баранов				Лист	Листов	1
Н.контр.					ТПУ ИИЭО		
Утв.					гр. К-7302		
Копировал					Формат А3		



Обмотка волновая $Z=48$, $2p=4$, $q=3$, $a=4$.

ФЮРА.648.222.000.

Перв. примен

Справ. №

Подп. и дата

Изм. №

Взам. инв. №

Подп. и дата

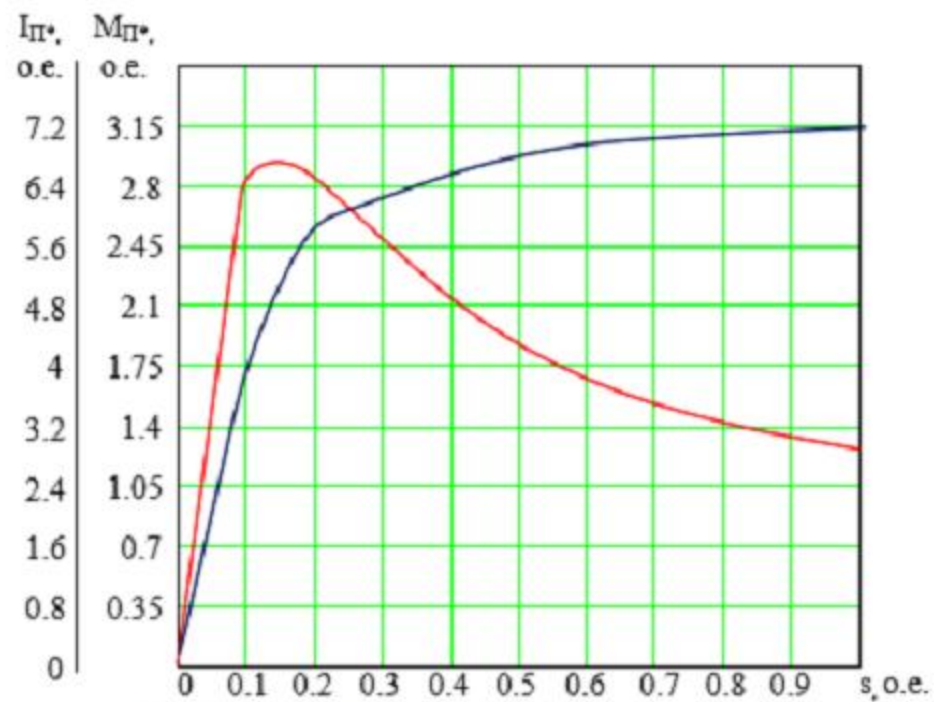
Изм. № подл.

					ФЮРА.648.222.000.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Обмотка статора	Лит.	Масса	Масштаб	
Разраб.	Сулейманов ИР.							1:1	
Пров.	Бейерлеин ЕВ								
Т.контр.									
И.контр.						Лист	Листов 1		
Утв.						ИНЭО Группа К-7302			

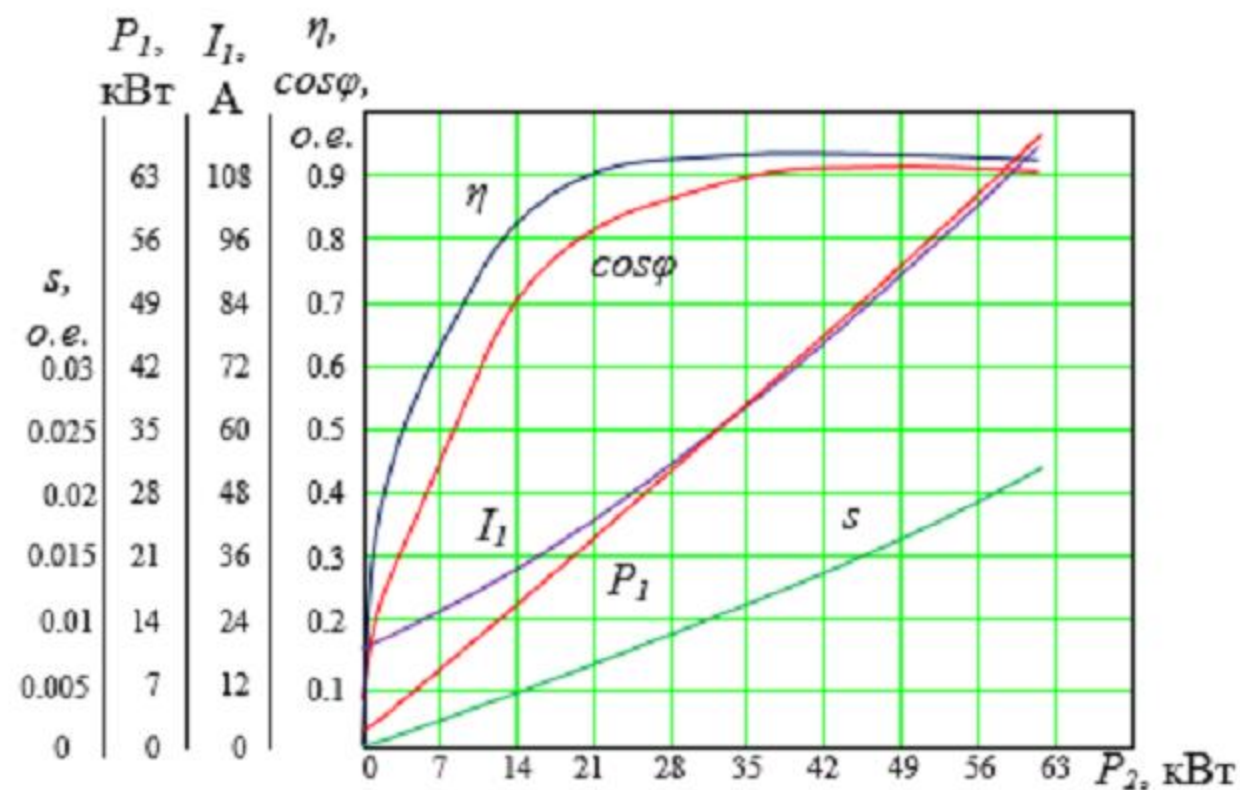
Копировал

Формат А3

ФЮРА.648.222.000.



1. Пусковые характеристики.



2. Рабочие характеристики.

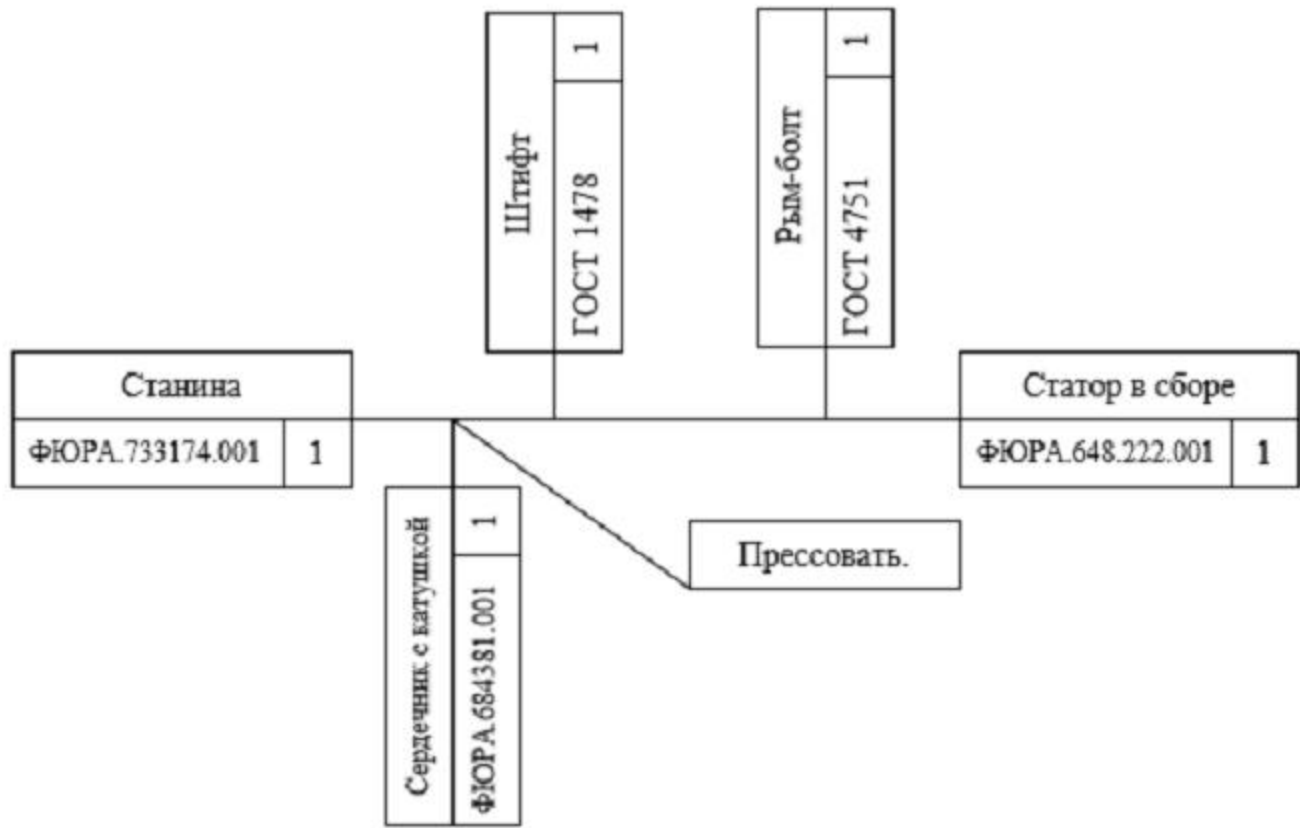
ФЮРА.648.222.000.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Сулейманов И.Р.		
Пров.		Бейерлеин Е.В.		
Т.контр.				
И.контр.				
Утв.				

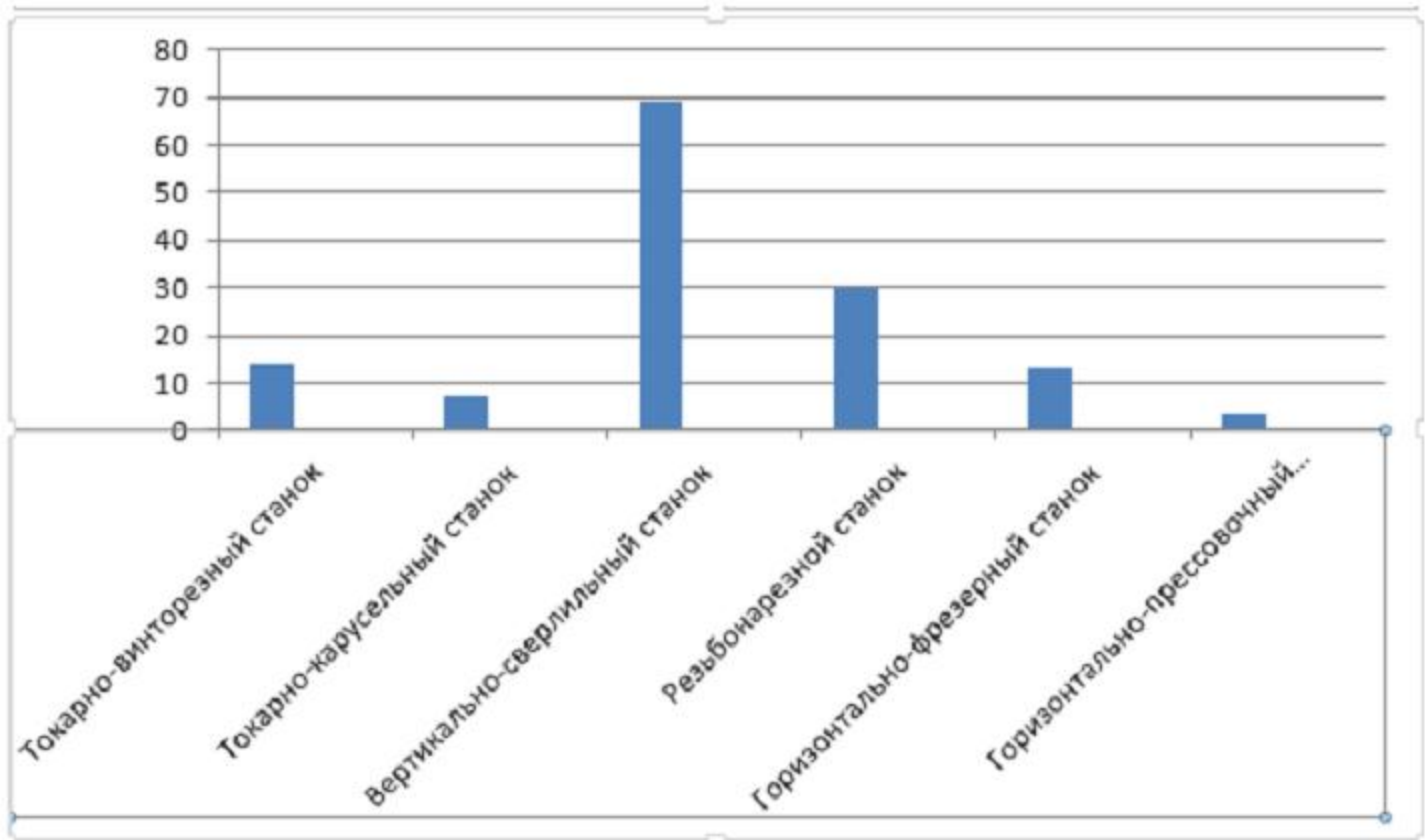
Электромагнитный расчет.

Лит.	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	1
ИНЭО		
Группы: К-7302		

ФЮРА.648.222.001



1. Схема сборки



2. График загрузки оборудования..

					ФЮРА.648.222.001					
								Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	1.Схема сборки.					1:1
Разраб.	Сулейманов И.Р.				2. График загрузки оборудования.					
Пров.	Бейерлеин Е.В.							Лист	Листов	1
Т.контр.								ИнЭО		
И.контр.								Группа К-7302		
Утв.										

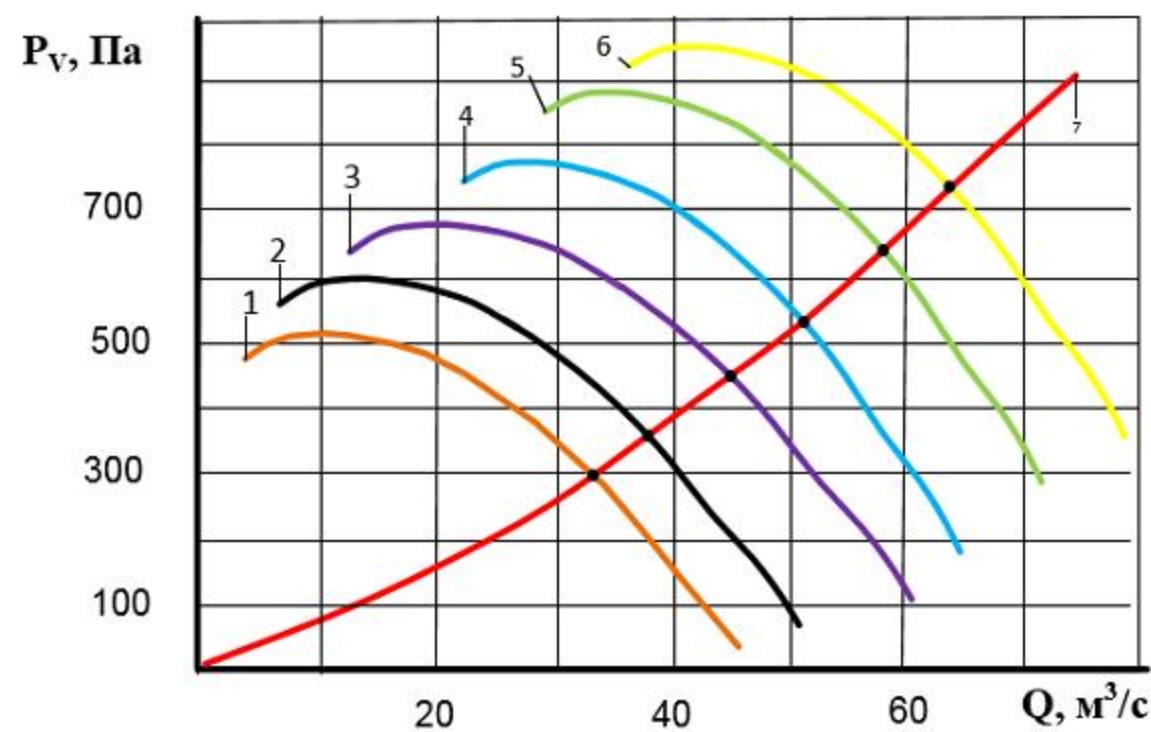


Рис.1.

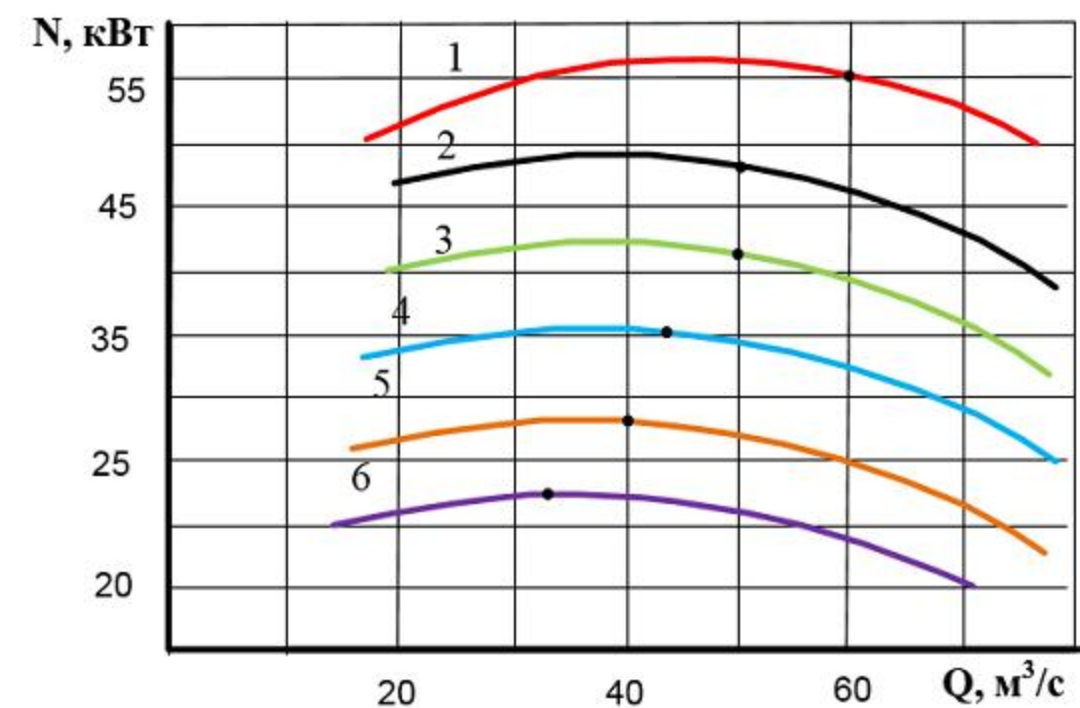


Рис.2.

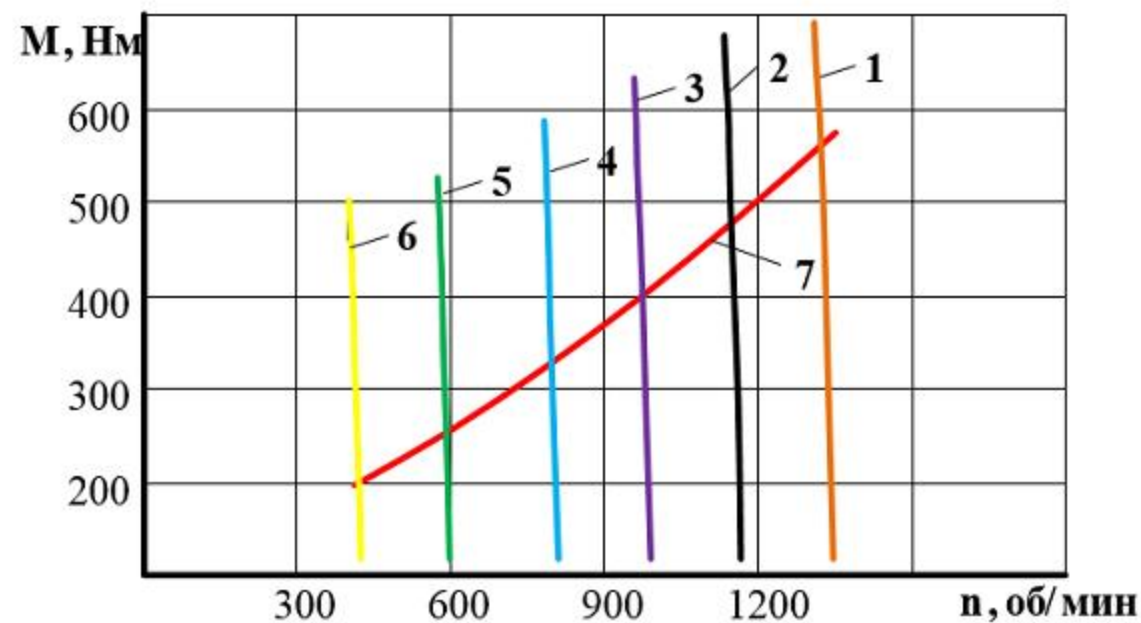


Рис.3.

Рис.1. Характеристики вентилятора при регулировании производительности снижением частоты вращения АД, работающего совместно с системой.

Рис.2. Характеристики мощности вентилятора при изменении расхода воздуха.

Рис.3. Совместная работа системы асинхронный двигатель и вентилятора при частотном регулировании: 1-2-3-4-5-6 механические характеристики вентилятора при $U/f = \text{const}$; 7 – механическая характеристика вентилятора

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.							1:1
Пров.					Лист	Листов	1
Т.контр.							
И.контр.							
Утв.							