

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

Институт _____ ЭНИИ
 Направление подготовки _____ Электроэнергетика и электротехника
 Кафедра _____ Электротехнических комплексов и материалов

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Быстродействующий аппарат управления асинхронным двигателем на основе пускателя ПТ

УДК 621.316.718.1:621.313.333

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Г2Г	Кулаков Игорь Вячеславович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭКМ	Богданов Евгений Петрович	Кандидат технических наук, доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры МЕН	Трофимова Маргарита Николаевна	Доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ЭБЖ	Невский Егор Сергеевич			

По разделу «Технология производства электрических аппаратов»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭКМ	Баранов Павел Рудольфович	Кандидат технических наук, доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой ЭКМ	Гарганеев Александр Георгиевич	Доктор технических наук, профессор		

Томск – 2016 г.

Запланированные результаты обучения по направлению

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Результат обучения
Профессиональные компетенции
Р 1 Применять соответствующие гуманитарные, социально-экономические, математические, естественно-научные и инженерные знания, компьютерные технологии для решения задач расчета и анализа электрических устройств, объектов и систем.
Р 2 Уметь формулировать задачи в области электроэнергетики и электротехники, анализировать и решать их с использованием всех требуемых и доступных ресурсов.
Р 3 Уметь проектировать электроэнергетические и электротехнические системы и их компоненты.
Р 4 Уметь планировать и проводить необходимые экспериментальные исследования, связанные с определением параметров, характеристик и состояния электрооборудования, объектов и систем электроэнергетики и электротехники, интерпретировать данные и делать выводы.
Р 5 Применять современные методы и инструменты практической инженерной деятельности при решении задач в области электроэнергетики и электротехники.
Р 6 Иметь практические знания принципов и технологий электроэнергетической и электротехнической отраслей, связанных с особенностью проблем, объектов и видов профессиональной деятельности профиля подготовки на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях.
Универсальные компетенции
Р 7 Использовать знания в области менеджмента для управления комплексной инженерной деятельностью в области электроэнергетики и электротехники
Р 8 Использовать навыки устной, письменной речи, в том числе на иностранном языке, компьютерные технологии для коммуникации, презентации, составления отчетов и обмена технической информацией в областях электроэнергетики и электротехники.
Р 9 Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, в области электроэнергетики и электротехники.
Р 10 Проявлять личную ответственность и приверженность нормам профессиональной этики и нормам ведения комплексной инженерной деятельности.
Р 11 Осуществлять комплексную инженерную деятельность в области электроэнергетики и электротехники с учетом правовых и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности.
Р 12 Быть заинтересованным в непрерывном обучении и совершенствовании своих знаний и качеств в области электроэнергетики и электротехники.

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

Институт Энергетический
 Направление подготовки (специальность) Электроэнергетика и электротехника
 (Электрические и электронные аппараты) _____
 Кафедра Электротехнические комплексы и материалы

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой

 (Подпись) _____ (Дата) Гарганеев А.Г.
 (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
5Г2Г	Кулакову Игорю Вячеславовичу

Тема работы:

Быстродействующий аппарат управления асинхронным двигателем на основе пускателя
 ПТ

Утверждена приказом директора (дата, номер)	№343/с от 25.01.2016
---------------------------------------------	----------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	30.05.2016
------------------------------------------	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объект проектирования – тиристорный пускатель.</p> <p>Технические данные:</p> <ul style="list-style-type: none"> -напряжение сети $U_n=220/380$ В; -частота сети $f=50$ Гц; -мощность двигателя 15 кВт; -номинальное значение коэффициента мощности – 0.8; -пусковой ток, действующий в течение 0.4с-5 Ин; -максимальная температура окружающей среды $T_c= +40$ °С ; -режим работы циклический – 120 вкл/час; -ток перегрузки 20%.
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><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></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выбор и описание принципиальной схемы пускателя. 2. Электрический расчет и выбор элементов схемы. 3. Тепловой расчет тиристоров. 4. Расчет надежности. 5. Разработка конструкции пускателя.
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Принципиальная электрическая схема пускателя. 2. Сборочный чертеж пускателя.
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p style="text-align: center;">Раздел</p>	<p style="text-align: center;">Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p style="text-align: center;">Трофимова М.Н.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p style="text-align: center;">Невский Е.С.</p>
<p>Технология производства электрических аппаратов</p>	<p style="text-align: center;">Баранов П.Р.</p>

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент кафедры ЭКМ</p>	<p>Богданов Евгений Петрович</p>	<p>к.т.н., доцент</p>		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>5Г2Г</p>	<p>Кулаков Игорь Вячеславович</p>		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5Г2Г	Кулаков Игорь Вячеславович

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭКМ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Проектируемый тиристорный пускатель можно использовать для включения, отключения, реверсирования в схемах управления асинхронными электродвигателями.
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения). 	<p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого тиристорного пускателя</p> <p>К вредным факторам при разработке и эксплуатации тиристорного пускателя относятся повышенные уровни шума и вибрации, электромагнитные излучения.</p> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого тиристорного пускателя</p> <p>К опасным факторам при разработке и эксплуатации тиристорного пускателя относятся повышенное значение напряжения в электрической цепи, термическая опасность.</p>
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению 	<p>2. Экологическая безопасность</p> <p>Так как при неправильно осуществленном процессе утилизации вышедшие из строя тиристорные представляют собой серьезную угрозу экологии, их приемом, вывозом и утилизацией должны заниматься только специальные компании, имеющие на это не только разрешение, но и специальную технику и</p>

<p>экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</p>	<p>оборудование. Электрические аппараты по истечении срока своей службы не могут быть просто выброшены вместе с бытовым мусором, а должны быть утилизированы на специальном предприятии, поскольку в противном случае урон, нанесенный окружающей среде, может быть просто невосполним.</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</p> <p>Надежность тиристорного пускателя, это важная составляющая при проектировании, эксплуатации и выборе аппарата, так как выход из строя систем управления и коммутации может привести к негативным последствиям, и вывести из строя дорогостоящее оборудование, электродвигатели, станки, разнообразные технологические станки.</p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</p> <p>Эксплуатируемое оборудование должно быть в полной исправности. Ограждение или защитные устройства должны быть установлены на место и соответствующим образом закреплены. Работать на неисправном оборудовании и при отсутствии или неисправном ограждении запрещается.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	22.04.16
------------------------------------------------------	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Невский Е.С.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Г2Г	Кулаков И.В.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
5Г2Г	Кулакову Игорю Вячеславовичу

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭКМ
Уровень образования	бакалавр	Направление /специальность	Электрические и электронные аппараты

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	- стоимость материалов и оборудования; - квалификация исполнителей; - трудоёмкость работы.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	- нормы амортизации; - размер минимальной оплаты труда.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	- отчисления в социальные фонды

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	- формирование вариантов решения с учётом научного и технического уровня
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР	- планирование выполнения проекта
3. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)	- расчёт бюджета на проектирование; - расчёт капитальных вложений в основные средства
4. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков	- определение технико-экономической эффективности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. График разработки и внедрения ИР

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры МЕН	Трофимова М.Н.	Доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Г2Г	Кулаков Игорь Вячеславович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА ПО ТЕМЕ:
«ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ»**

Студенту:

Группа	ФИО
5Г2Г	Кулакову Игорю Вячеславовичу

Институт	ЭНИИ	Кафедра	ЭКМ
Уровень образования	бакалавр	Направление /специальность	Электрические и электронные аппараты

Исходные данные к разделу «Технологический процесс сборки платы управления тиристорного пускателя»:

4. Сборочный чертеж платы управления тиристорного пускателя, спецификация;	
5. Годовая программа выпуска изделия 10000 штук	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

5. Анализ конструкции платы управления	2. Составить схему сборки платы управления
3. Выбрать оборудование, приспособления для сборки и испытаниям платы управления	4. Разработать маршрутную технологию сборки платы управления
5. Определить нормы времени на операции и оборудования	6. Построить график загрузки оборудования для обеспечения заданной программы

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

2. Комплект маршрутных карт и карты эскизов (в приложении)
3. График загрузки оборудования
4. Схема сборки платы управления

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	15.09.15
-------------------------------------------------------------	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Баранов П.Р.	к.т.н., доцент		10.01.16

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Г2Г	Кулаков Игорь Вячеславович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 86 страниц, 16 рисунков, 20 таблиц, 20 источников.

Ключевые слова: пускатель, асинхронный двигатель, реверсивный пуск, бесконтактный аппарат, быстродействие, тиристор, печатная плата, диод.

Объектом исследования является тиристорный пускатель.

Цель работы – спроектировать быстродействующий аппарат управления асинхронным двигателем на основе пускателя ПТ. Проектирование включает в себя электрический расчет, поверочный тепловой расчет, расчет повторно-кратковременного режима, расчет транзисторного ключа и расчет надежности схемы. Выполнить оценку экономических затрат на внедрение и содержание этого оборудования.

Результатом проведенной работы является спроектированный быстродействующий аппарат управления асинхронным двигателем.

Область применения: результаты данной работы могут быть использованы как основа для рабочего проектирования при модернизации устройств для управления асинхронными двигателями.

Выпускная квалификационная работа выполнена с помощью следующих программных комплексов:

- Компас 3D v13;
- Sprint-Layout 4.0
- MS Visio 2010;
- MS Word 2010;

Оглавление

РЕФЕРАТ	1
Введение.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.РАСЧЕТНЫЙ РАЗДЕЛ	14
1.1 Выбор и описание принципиальной схемы пускателя.....	15
1.2 Электрический расчет и выбор элементов схемы	19
1.3 Поверочный тепловой расчет	21
1.4 Расчет повторно — кратковременного режима	22
1.5 Выбор элементов схемы управления.....	23
1.6 Выбор реле и трансформатора	26
1.7 Расчет транзисторного ключа	29
1.8 Расчет надежности схемы	31
1.9 Разработка конструкции	33
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС СБОРКИ ПЛАТЫ УПРАВЛЕНИЯ	34
2.1 Оценка технологичности конструкции	36
2.2 Составление схемы сборки и маршрутной технологии производства печатных плат	36
2.3 Выбор сборочного оборудования и оснастки.....	37
2.4 Нормирование сборочных работ и расчёт количества технологического оборудования для обеспечения заданной программы	37
2.5 Определение необходимого количества оборудования	40
3.ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ	43
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	44
3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	44
3.1.2 Технология QuaD.....	45
3.1.3 SWOT-анализ.....	48
3.2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	55
4. ПЛАНИРОВАНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	56

4.1. Структура работ в рамках научного исследования.....	56
4.1.1. Определение трудоемкости выполнения работ.....	57
4.1.2. Разработка графика проведения научного исследования	59
4.1.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	63
4.1.3 Основная заработная плата исполнителей темы	63
4.1.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	67
4.1.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	67
4.1.6 Накладные расходы	68
4.1.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	68
4.2 Определение ресурсоэффективности проекта	69
5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	72
5.1 Описание рабочего места	73
5.2 Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме.....	74
5.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	74
5.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды	75
5.5 Экологическая безопасность	77
5.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	77
5.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	80
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	83

Введение

На сегодняшний день асинхронные двигатели используются практически во всех производственных сферах. Они применяются в виде насосов, дробилок, станков, шаровых мельниц и т.д. Их широкое применение объясняется рядом преимуществ по сравнению с другими электрическими машинами. Например, простой обслуживания, высокой надежностью, работой от переменного напряжения сети. Для пуска двигателя используют тиристорный пускатель. Они обладают высокой надежностью при повышенной частоте коммутации, долговечностью. Дают значительное снижение эксплуатационных расходов по сравнению с контактной аппаратурой. Реверсивные пускатели обеспечивают реверс (изменение направления вращения) двигателя путем бесконтактного переключения фаз с заданным токоограничением. Целесообразно использовать тиристорный пускатель в следующих целях:

При длительном пуске.

При пуске, создающим значительную нагрузку на сеть.

При плавном пуске.

При большом количестве включений привода в час.

Актуальность данной работы заключается в том, что свыше 60% вырабатываемой электроэнергии потребляется электродвигателями, большее количество которых управляется с помощью тиристорного пускателя

Широкое применение двигателей, а, следовательно, и аппаратов для их пуска, ставит определенные задачи при проектировании тиристорного пускателя. Основными задачами являются уменьшение габаритов, веса, повышение надежности и долговечности устройств.

Целью данной работы является проектирование быстродействующего аппарата управления асинхронным двигателем на основе пускателя ПТ на заданные номинальные параметры. При проектировании данного аппарата необходимо рассмотреть наиболее подходящие варианты схем тиристорных пускателей и выбрать такую, которая будет наиболее полно удовлетворять

техническому заданию. Под изменением пускателя подразумевается разработка нового электрического аппарата, рассчитанного на технические параметры в соответствии с техническим заданием выпускной квалификационной работы.

В результате проделанной работы был спроектирован быстродействующий реверсивный тиристорный пускатель с защитой от перегрузок. В данном пускателе невелики тепловые потери, что подтверждает целесообразность использования выбранных компонентов. Расчёты надёжности показали, что тиристорный пускатель серии ПТ имеет высокую работоспособность.

РАСЧЕТНЫЙ РАЗДЕЛ

Чаще всего тиристорный пускатель применяют для коммутации электродвигателей различного назначения, в том числе погружных насосов нефтяных скважин, может применяться на станциях перекачки и сепарирования нефти; в приводах станков-качалок; в металлургической промышленности при прокате проволоки; в приводах насосов, вентиляторов-дымососов; на водозаборных станциях и котельных в приводах насосов.

Тиристорный коммутатор обладает рядом преимуществ по сравнению с вакуумными и механическими контакторами:

- высокой надежностью и простотой в эксплуатации;
- отсутствием перенапряжений;
- быстродействием;
- одновременностью отключения фаз;
- бесконтактной и бесшумной коммутацией;
- большим ресурсом работы;
- безопасностью при работе в легковоспламеняемых средах.

В то же время, у бесконтактных аппаратов есть и недостатки:

они не обеспечивают гальваническую развязку в цепи и не создают видимого разрыва в ней, что важно с точки зрения техники безопасности;

глубина коммутации на несколько порядков меньше контактных аппаратов, габариты, вес и стоимость на сопоставимые технические параметры выше.

Также тиристорные коммутаторы уменьшают значения пусковых токов до 1.5-2 кратного значения, снижают риск механического разрушения привода и электромеханические воздействия в двигателе, позволяют осуществлять пуск двигателя с регулируемым временем набора оборотов от 0 до 90 секунд и обеспечивают качественный плавный пуск во всем диапазоне нагрузки двигателя от холостого хода до номинального значения.

1.1 Выбор и описание принципиальной схемы пускателя

Основным элементом тиристорных коммутирующих устройств на переменном токе является ячейка, состоящая из двух тиристорov, включенных встречно-параллельно (рис. 1).

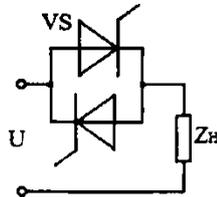


Рисунок 1- Основная схема тиристорного коммутатора.

Данная схема является наиболее распространенной. Тиристоры в данной схеме выбираются как по обратному напряжению, так и по напряжению переключения. Типичным примером построения бесконтактного коммутирующего аппарата является реверсивный тиристорный пускатель серии ПТ (рис. 2).

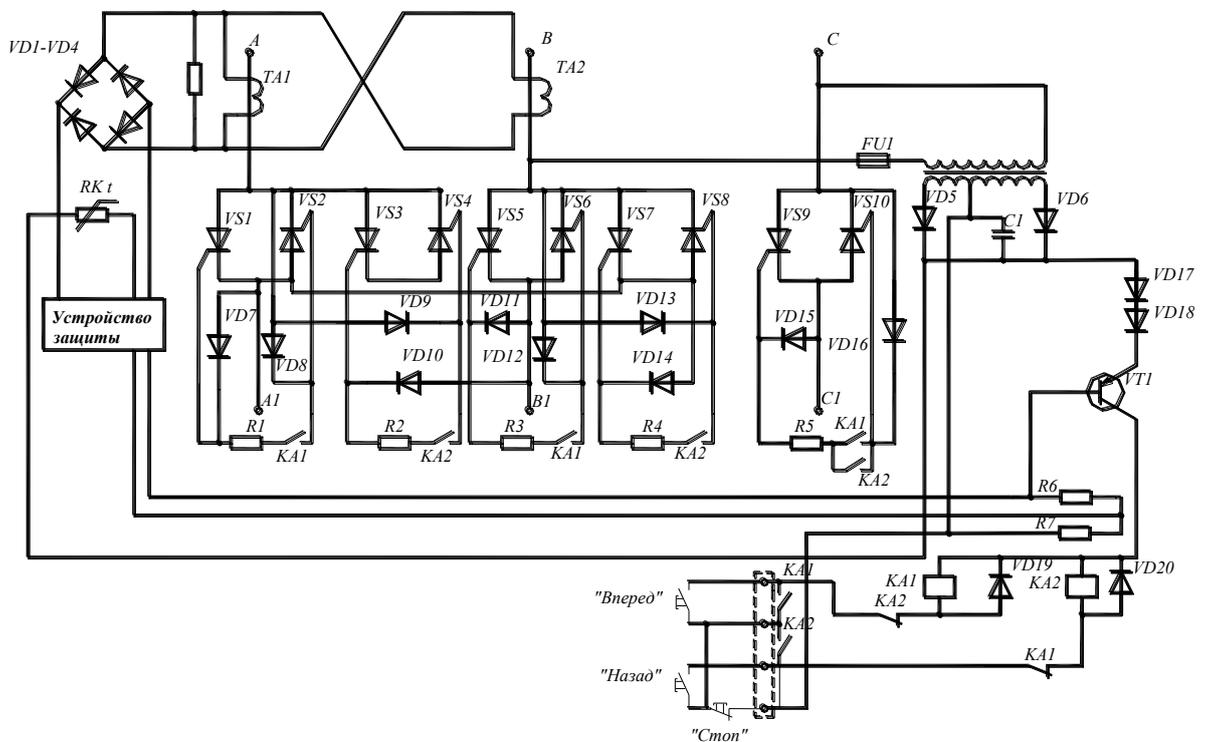


Рисунок 2 - Тиристорный пускатель серии ПТ.

Напряжение трехфазной питающей сети подается на выводы А, В, С. В качестве нагрузки используется асинхронный двигатель, который подключается к выводам А 1, В1, С1.

Включение пускателя осуществляется подачей сигналов управления на реле КА 1 или КА2. При нажатии кнопок «В» или «Н» контакты реле замыкают цепи управления тиристорами и они включаются, в том случае если потенциал анодов вентиля положителен относительно катодов. При переходе тока через нуль тиристор выключается. Импульсы управления поступают синхронно с напряжением сети с длительностью, зависящей от характера нагрузки.

Пускатели имеют максимально-токовую защиту и тепловую защиту от перегрузок. На охладителе тиристора установлен термодатчик тепловой защиты. Охладитель для охлаждения силовых полупроводниковых приборов представляет собой конструктивно законченный узел, предназначенный для отвода выделяемого полупроводниковым прибором тепла в окружающую среду.

В настоящее время разработано значительное количество охладителей, отличающихся разнообразием конструкций в зависимости от вида исполнения полупроводникового прибора и способа его охлаждения. Чаще всего, охладители изготавливают из алюминия (сплава на основе алюминия) или меди (сплава на основе меди). Перегрузка фиксируется устройством защиты, которое выдает сигнал на запирающее транзисторное реле в цепи питания реле управления. В результате обмотки реле обесточиваются, контакты в цепи управления тиристорами размыкаются и пускатель отключает нагрузку от сети.

Чаще всего ТППТ строятся по схеме встречно-параллельного включения. Однако иногда применяются комбинированные ТППТ состоящие из тиристоров и диодов. На рисунке 3 представлена схема ТППТ, в которой используется только один тиристор Т, включенный в диагональ моста из

диодов Д1—Д4. Ток в цепи нагрузки протекает только тогда, когда диагональ мостовой схемы выпрямителя замкнута накоротко тиристором.

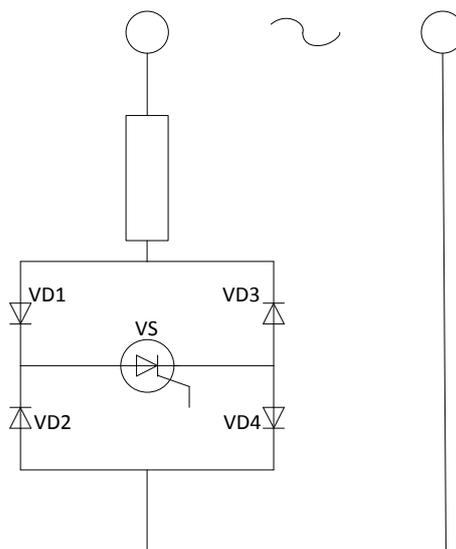


Рисунок 3 - Тиристор в диагонали мостовой схемы.

Обратное напряжение тиристора в этой схеме равно нулю, так тиристор находится все время под напряжением одной полярности. Обратное напряжение вентилей моста равно прямому рабочему напряжению тиристора и составляет: $U_{обр} = 1,4U$, где U — действующее значение напряжения.

Поскольку тиристор пропускает обе полуволны тока, следующих одна за другой без разрыва, максимальная величина среднего значения тока через тиристор будет равна 0,9 от действующего значения тока нагрузки. Ток через диоды образующие мост, равен 0,45 от действующего значения тока нагрузки. При расчете может быть принято, что действующее значение тока через нагрузку равно действующему значению тока через тиристор. В настоящее время известен ряд схем ТППТ для включения трехфазных нагрузок. Эти схемы отличаются количеством вентилей и схемами управления ими. Трехфазные схемы применяются в нагревательных системах, для управления двигателем и в других устройствах.

Рассмотрим схему тиристорного пускателя серии ПТУ. Тиристорный пускатель по схеме (рисунок 4) предназначен для включения и отключения трехфазных синхронных двигателей и для защиты их от коротких замыканий, перегрузок, понижения напряжения и отключения фазы.

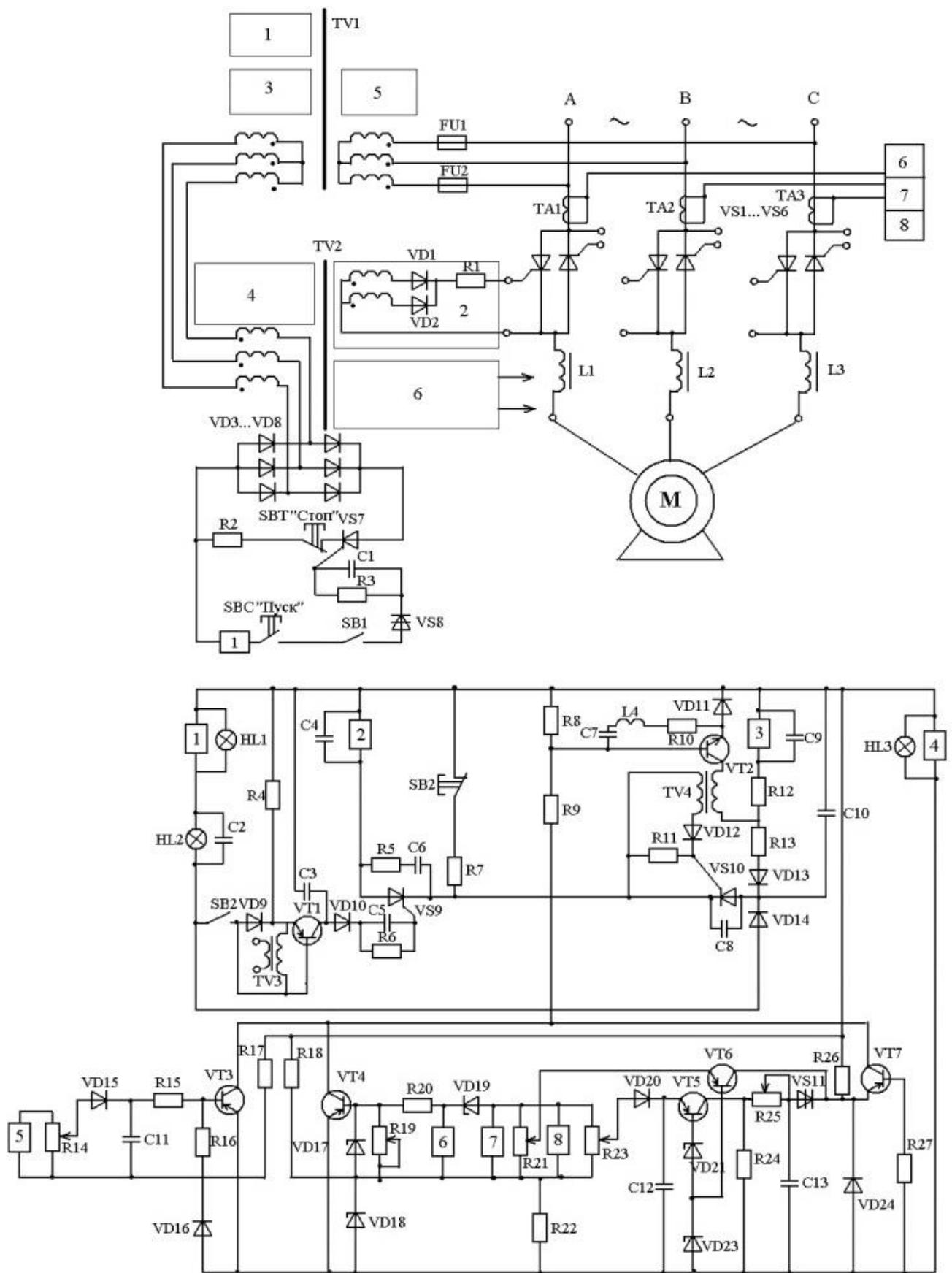


Рисунок 4 - Тиристорный пускатель серии ПТУ.

За счет выпрямления напряжения двух фаз сигнал управления каждого тиристора перекрывает анодное напряжение U_0 на $5/6T$. Трансформатор Тр1 питает трансформатор Тр2 и выпрямители 1, 3, 5, питание на Тр2 может поступать, если вспомогательный тиристор ВУ1 включен. Если же ВУ1 выключен, ток через вентили выпрямителя 2 не проходит и питание на Тр2 не поступает.

Синхронный ключ К, включенный последовательно с кнопкой П, обеспечивает включение пускателя в начале периода напряжения питания: он замыкается на короткое время в начале периода. Этим достигается плавный пуск двигателя. Ключ выполнен на транзисторе Т1, открывающемся во время перемагничивания быстронасыщающегося трансформатора Тр3.

Выбирается схема тиристорного пускателя серии ПТ, т.к. данная схема наиболее полно удовлетворяет техническому заданию. А также в данной схеме значительно меньше контактных и полупроводниковых элементов управления, что ведет к уменьшению стоимости и увеличению надежности

1.2 Электрический расчет и выбор элементов схемы

Для пускателей, работающих на промышленной сети, обычно используются низкочастотные тиристоры. Параметры тиристоров выбираются по максимальному амплитудному значению напряжения на закрытом тиристоре. Действующее значение тока нагрузки вычисляется по формуле:

$$I_{д.н.} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{15000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.8} = 28.5 A$$

Амплитудное значение тока определяется по следующей формуле:

$$I_m = \sqrt{2} \cdot I_{д.н.} = \sqrt{2} \cdot 28.5 = 40.3 A$$

Среднее значение тока через тиристор находится по формуле:

$$I_{cp} = \frac{I_m}{K_\phi} = \frac{40.3}{3.13} = 12.83, \text{ где } K_\phi - \text{коэффициент амплитуды.}$$

Амплитудное значение напряжения определяется по формуле:

$$U_m = \sqrt{6} \cdot U_{д.ф.} = \sqrt{6} \cdot 220 = 538.9 \text{ В,}$$

Действующее значение тока тиристора вычисляется по

$$I_m = K_\phi \cdot I_{cp} = 1.57 \cdot 12.83 = 20.15 \text{ A}$$

Коэффициент формы вычисляется по формуле:

$$K_\phi = \frac{\pi}{2} = \frac{3.14}{2} = 1.57$$

Предельные значения тока и напряжения находятся по формуле:

$$I_{np} > I_{cp} \quad U_{np} = 1.5 \cdot 538.9 = 808.3 \text{ В}$$

По этим параметрам выбирается тиристор Т142-63 (рис. 5) [4, с. 216] с параметрами:

$I_{пк} = 63 \text{ А}$ - предельный ток тиристора;

$U_n = 100-1200 \text{ В}$ - повторяющееся напряжение;

$U_0 = 0.95 \text{ В}$ - пороговое напряжение;

$I_y = 333 \text{ мА}$ - отпирающий ток управления;

$U_y = 10 \text{ В}$ - отпирающее напряжение управления;

$(\Theta_{p.n.}) = 50^\circ\text{C}$ - максимально допустимая температура структуры;

$R_m = 0.4^\circ\text{C} / \text{Вт}$ - общее установившееся тепловое сопротивление;

$R_d = 57 \cdot 10^{-5} \text{ Ом}$ - дополнительное сопротивление;

$R_B = 0.15^\circ\text{C} / \text{Вт}$ - внутреннее установившееся тепловое сопротивление.

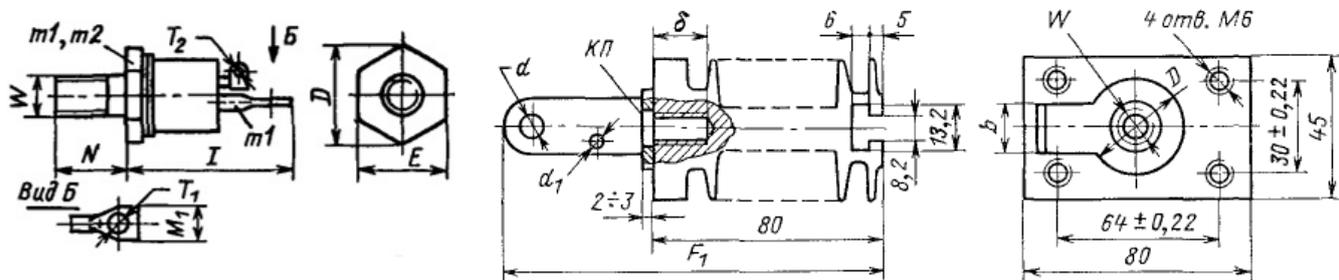


Рисунок 5 - Тиристор Т 142-63 и охладитель ОР 241-80.

Данный тиристор был выбран с запасом по току, что позволяет снизить риск повреждения тиристорного пускателя при токах короткого замыкания. Выбранный тиристор имеет стержневую конструкцию, вследствие чего охладитель ОР 241-80 должен крепиться к нему через резьбовое соединение, выполненное на корпусе тиристора и при монтаже будет расположен горизонтально.

1.3 Поверочный тепловой расчет

Потери в полупроводниковой структуре определяются по формуле:

$$\Delta P = U_0 \cdot I_{cp} + (K_\phi \cdot I_{cp})^2 \cdot R_\theta = 1.15 \cdot 12.8 + (1.57 \cdot 12.8)^2 \cdot 57 \cdot 10^{-5} = 15 \text{ Вт}$$

Определяется температура среды по следующей формуле:

$$\Theta_{p.n.} = \Theta_\kappa + \Delta P \cdot R_\epsilon = 40 + 15 \cdot 0.15 = 42.25 \text{ ВТ}$$

Условие $\Theta_{p.n.} < [\Theta_{p.n.}]$ выполняется.

Средний ток в режиме перегрузки (перегрузка составляет 20%) определяется по формуле:

$$I'_{cp} = 1.2 \cdot I_{cp} = 1.2 \cdot 12.8 = 14.1 \text{ А}$$

Выделяемая мощность тиристором в режиме перегрузки определяется по формуле:

$$\Delta P' = U_0 \cdot I'_{cp} + (K_\phi \cdot I'_{cp})^2 \cdot R_\theta = 1.15 \cdot 14.1 + (1.57 \cdot 14.1)^2 \cdot 57 \cdot 10^{-5} = 16.5 \text{ Вт}$$

Температура полупроводниковой структуры в режиме перегрузки находится по формуле:

$$\Theta'_{p.n.} = \Theta_\kappa + \Delta P' \cdot R_\epsilon = 40 + 16.5 \cdot 0.15 = 42.5 \text{ ВТ}$$

Условие $\Theta_{p.n.} < [\Theta_{p.n.}]$ выполняется.

Тепловой расчет показал, что температура тиристора даже при токах перегрузки в 20% не превысит допустимого значения 125^0 С . Таким образом, для режима перегрузки и нормальной работы пускателя в нашей схеме можно использовать тиристор Т 142-63.

1.4 Расчет повторно — кратковременного режима

Для повторно - кратковременного режима характерной чертой является то, что пускатель работает в большой степени с пусковыми токами. Для асинхронного двигателя пусковые токи $I_n = (5-8)I_n$. Из задания пусковой ток равен время пуска = 0.4 с, число включений в час $N = 120$ вкл/час.

Время цикла определяется по формуле:

$$T = \frac{3600 \cdot t_n}{N} = \frac{3600 \cdot 0.4}{120} = 12 \text{ с}$$

Время одного включения вычисляется по формуле:

$$\tau = \frac{T}{2} = \frac{12}{2} = 6 \text{ с}$$

Пусковой ток находится по формуле:

$$I_n = 5 \cdot I_{cp} = 5 \cdot 12.8 = 64 \text{ А}$$

Основные потери вычисляются по следующей формуле:

$$\Delta P_{осн} = U_0 \cdot I_n + (K_\phi \cdot I_n)^2 \cdot R_\phi = 1.1 \cdot 64 + (1.57 \cdot 64)^2 \cdot 57 \cdot 10^{-5} = 80 \text{ Вт}$$

Время установившегося режима работы определяется по формуле:

$$t_{уст} = \tau - t_n = 6 - 0.4 = 5.6 \text{ с}$$

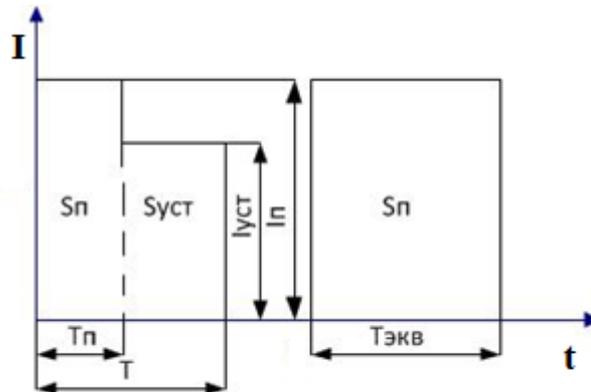


Рисунок 6 - Диаграмма одного цикла.

Получим сложную фигуру, показывающую работу двигателя (рисунок 6). Для удобства расчета сведем ее к четырехугольнику, амплитуда остается той же, и расчет сводится к нахождению $t_{экв}$:

$$S_{\text{экв}} = S_{\text{пускателя}} + S_{\text{уст}} = 0.4 \cdot 89.8 + 6.8 \cdot 12.8 = 123.2 \text{ Вт}$$

$$\tau_{\text{экв}} = \frac{S_{\text{экв}}}{I_n} = \frac{123.2}{64} = 1.76 \text{ с}$$

Температура структуры в конце серии импульсов определяется по формуле:

$$\Theta_{\text{п.н.}} = \Theta_c + \left[\frac{\tau_{\text{экв}} \cdot R_m}{T} + \left(1 - \frac{\tau_{\text{экв}}}{T} \right) \cdot r_{\tau+p} - r_m + r_\tau \right] \cdot (\Delta P_{\text{осн}} \cdot 1.05)$$

Тепловые сопротивления выбираем по графикам [4, с, 199):

$$r_{\tau+m} = 0.12^\circ\text{C} / \text{Вт} \quad r_m = 0.15^\circ\text{C} / \text{Вт} \quad r_\tau = 0.04^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

Используя полученные данные, находим температуру структуры в конце серии импульсов:

$$\Theta_{\text{п.н.}} = 40 + \left[\frac{1.37 \cdot 1}{14.4} + \left(1 - \frac{1.37}{14.4} \right) \cdot 0.12 - 0.15 + 0.04 \right] \cdot (114.6 \cdot 1.05) = 48.7^\circ\text{C}$$

Условие выполняется $\Theta_{\text{п.н.}} < [\Theta_{\text{п.н.}}]$ - это означает, что правильно выбран тиристор Т 142-63.

В повторно-кратковременном режиме тиристорный пускатель работает в условиях частого действия пусковых токов, в результате чего температура тиристора возрастает. Расчёты показали, что при повторно-кратковременном режиме с числом пусков $N = 100$ вкл/час, превышение температуры тиристора не превышает допустимого значения, что подтверждает правильность выбора марки тиристорov.

1.5 Выбор элементов схемы управления

Диоды в цепи управления выбираются по известным значениям тока и напряжения, действующих в цепи управления.

Выбираем диод 2Д207А(рис. 7)[5, с.53] с параметрами:

$U_{\text{обр}} = 600 \text{ В}$ — обратное напряжение;

$I_{\text{обр}} = 150 \text{ мкА}$ - обратный ток;

$I_{\text{пр.макс.}} = 500 \text{ мА}$ - максимально допустимый прямой постоянный ток;

$U_{\text{пр.}} = 1.5 \text{ В}$ - прямое напряжение;

$I_{пр. и max} = 4.5A$ - максимально допустимый прямой импульсный ток;

$I_{пр.ср.} = 0.8 \cdot I_{пр.ср.} = 0.8 \cdot 4.5 = 3.6 A$ средний прямой ток.

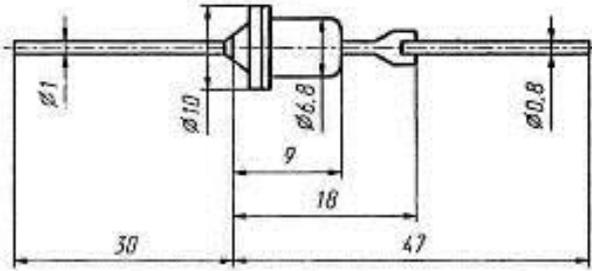


Рисунок 7 - Диод 2Д207А.

Сопротивление диода определяется по формуле:

$$R_{\delta} = \frac{U_{np}}{I_{np.ср.}} = \frac{1.5}{3.6} = 0.4 \text{ Ом}$$

Во время включения тиристора, в первый момент времени (первый полупериод) возможно включение тиристора на гребне полуволны, вследствие чего ток управления резко увеличивается, что чревато дополнительными перегрузками тиристора:

$$I_{y.и.} = 5 \cdot I_y = 5 \cdot 0.4 = 2A$$

Сопротивление управляющей цепи тиристора определяется по формуле:

$$R_y = \frac{U_y}{I_y} = \frac{3.5}{0.4} = 8.75 \text{ Ом}$$

Базовое сопротивление цепи управления вычисляется по формуле:

$$R_{\delta} = \frac{U_{max}}{I_y} - R_{\delta} - R_y = \frac{311.13}{2} - 0.4 - 8.75 = 146.45 \text{ Ом},$$

$$\text{где } U_{max} = \sqrt{2} \cdot U = \sqrt{2} \cdot 220 = 311.13 \text{ В}$$

Из ряда номинальных значений сопротивлений резисторов [6 с. 19] выбираем: $R_{\delta} = 196 \text{ Ом}$

Проверяем условие: $\alpha < \phi$, где α - угол управления тиристором.

$$\cos \phi = 0.8 \text{ рад} \Rightarrow \phi = \arccos 0.8 = 0.644 = 36^{\circ}78'$$

$$\sin \alpha = \frac{I_y \cdot R_{\Sigma}}{U_{\max}} = \frac{0.4 \cdot 156.1}{311.13} = 0.2$$

где $R_{\Sigma} = R_{\sigma} + R_{\delta} + R_y = 147 + 0.4 + 8.75 = 156.1 \text{ Ом}$

$$\alpha = \arcsin(\alpha) = \arcsin(0.2) = 11.5^{\circ} = 0.2 \text{ рад}$$

Условие $\alpha < \phi$ выполняется.

Время действия управляющего тока определяется по формуле:

$$t_y = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{0.19}{314} = 6.1 \cdot 10^{-4} \text{ с}$$

Средний установившийся ток на сопротивление находится по формуле:

$$I_{\text{ср.у.}} = 2 \cdot \frac{I_y \cdot t_y}{T} = 2 \cdot \frac{0.4 \cdot 6.3 \cdot 10^{-4}}{0.02} = 0.025 \text{ А, где } T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 0.02 \text{ с}$$

Мощность, рассеиваемая на сопротивлении, вычисляется по формуле:

$$P_{\text{кд}} = 2 \cdot (I_{\text{ср.у.}})^2 \cdot R_{\sigma} = 2 \cdot (0.025)^2 \cdot 147 = 0.18 \text{ Вт}$$

По мощности рассеивания выбираем резистор серии С2-23 (рис. 8)

[6 с.80], с параметрами:

$P = 0.25 \text{ Вт}$ - номинальная мощность;

$U_{\text{пред}} = 250 \text{ В}$ - предельное напряжение;

$R_{\sigma} = 196 \text{ Ом}$ - номинальное сопротивление резистора;

$t_{\text{max}} = 155^{\circ} \text{ С}$ - максимальная температура;

$t_{\text{min}} = -60^{\circ} \text{ С}$ - минимальная температура.

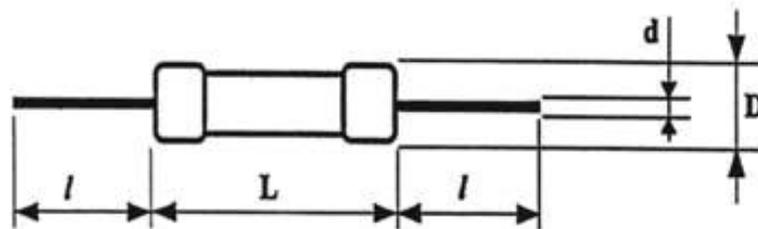


Рисунок 8 - Резистор С2-23.

Таблица 1. Размеры резистора С2-23

Вид резистора	Размеры, мм			
	L_{\max}	D_{\max}	d	l
С2-23- 0,25	7	3	0.6	20

В результате расчётов были выбраны диоды 2Д207А и резисторы серии С2-23, которые удовлетворяют требованиям, то есть при постоянной нагрузке допустимая температура элементов управления не превысит критического значения, а также имеется достаточный запас по прямому току и обратному напряжению у диода и по допустимой мощности у резистора. Это может гарантировать надёжность работы.

1.6 Выбор реле и трансформатора

По количеству контактных групп (5) и току через них выбираем реле РСЧ52 (рисунок 9) [7, с. 183]. С параметрами: 6 переключающих контактов, рабочее напряжение реле $U_p = 27В$, сопротивление обмотки реле $R_p = 2200\Omega$, ток срабатывания $I_{cp} = 0.87mA$, ток отпускания $I_{от} = 15mA$, ток удержания $I_{удер.} = 60 mA$

Обозначение реле по ГОСТу - РСЧ. 4.523.201.

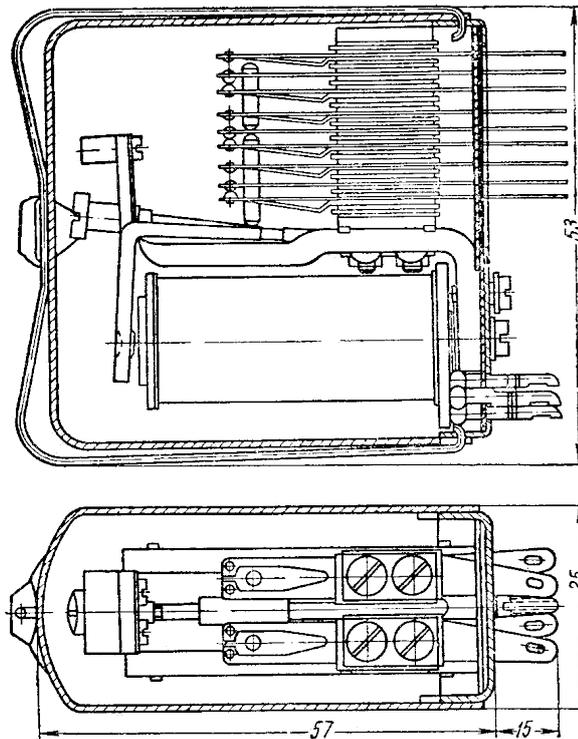


Рисунок 9 - Реле РСЧ52

Мощность, рассеиваемая на обмотке реле.

$$R_p = \frac{U_p^2}{R_p} = \frac{27^2}{220} = 3.3 \text{ Вт}$$

$$I_p = \frac{U_p}{R_p} = \frac{27}{220} = 0.12 \text{ А}$$

По мощности реле и току срабатывания ($I_{ср} = 0.87 \text{ мА}$) выбираем трансформатор ТПП [8 с.230] на броневом сердечнике ШЛ 10x12.5, с параметрами (рис. 10):

$$a=6 \text{ мм } H=47 \text{ мм}$$

$$c=12 \text{ мм } c'=36 \text{ мм}$$

$$h=30 \text{ мм } B=12.5 \text{ мм.}$$

Допустимый ток вторичных обмоток $I = 0.14 \text{ А}$, что обеспечивает работу реле.

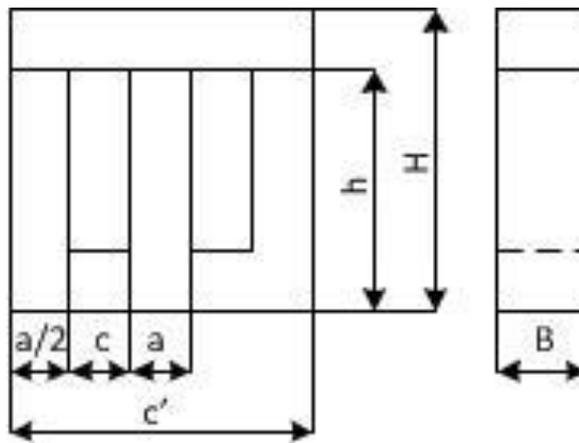


Рисунок 10 - Конструкция трансформатора.

Так как выходные параметры трансформатора (U и I) берутся, как и у реле, то по ним подбираем диод и конденсатор.

Выбираем диод Д9Е [5 с.46], с параметрами (рисунок 11):

$U_{\text{обр.мах}}=50$ В - максимальное обратное напряжение;

$I_{\text{выпр.мах.}}=20$ мА- средний прямой ток;

$U_{\text{пад}}=0.5$ В- среднее прямое напряжение;

$I_{\text{обр}}=0.1$ мА- средний обратный ток;

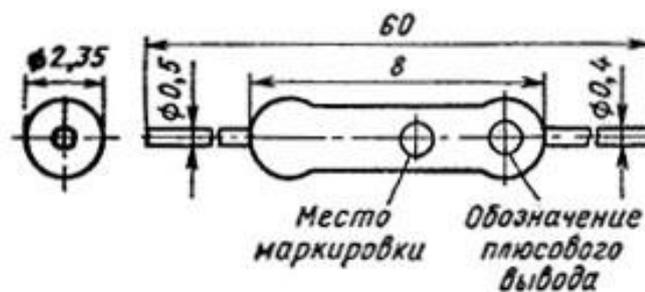


Рисунок 11 - Диод Д9Е

Емкость должна быть выбрана таким образом, чтобы во время перехода выпрямленного тока с максимума одной полуволны на максимум другой падение напряжения на реле должно быть меньшим, чем допускается для постепенного удержания реле, (чтобы не было вибрации контактов). Для этого должно выполняться условие: если за $5 \cdot t$ напряжение упадет до нуля, то за $0.01c$ оно не должно упасть больше, чем на $\Delta U=2B$, то есть:

$$\frac{5 \cdot \tau}{0.01} = \frac{27}{2} \Rightarrow \tau = 0.027 \text{ с}$$

Тогда:

$$C = \frac{\tau}{220} = \frac{0.027}{220} \Rightarrow \frac{0.027}{220} \Rightarrow \tau = 122.72 \text{ мкФ}$$

Из ряда емкостей выбираем $C = 130 \text{ мкФ}$, конденсатор должен быть рассчитан на 25В или более. По [20 с.66] выбираем емкость К-50-6 (рисунок 12).

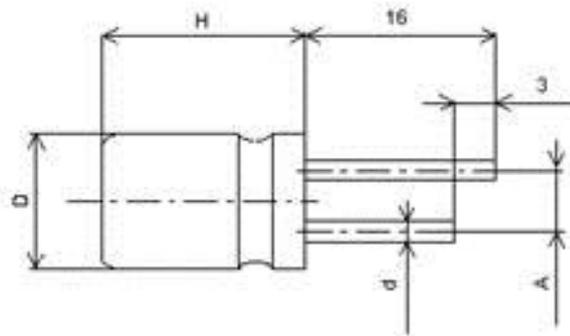


Рисунок 12 - Конденсатор К50-6 с параметрами: $D=10 \text{ мм}$, $L = 14 \text{ мм}$, $d = 0,8 \text{ мм}$, $F = 5 \text{ мм}$.

1.7 Расчет транзисторного ключа

Принципиальная схема цепи защиты пускателя с транзистором изображена на рисунке 13.

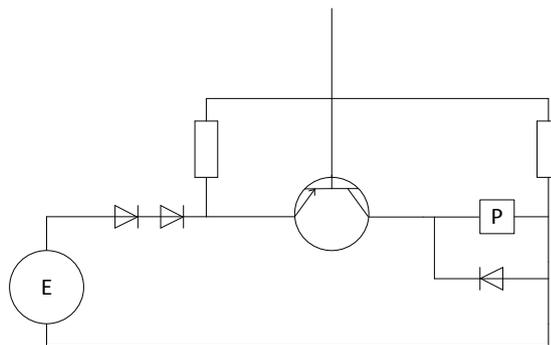


Рисунок 13 - Цепь защиты пускателя с транзистором.

Транзистор включен по схеме с общим эмиттером. Для обеспечения режима отсечки при однополупериодном входном сигнале, поступающем в устройства защиты в эмиттерной цепи транзистора, включены диоды. По известным параметрам обмотки, управление реле выбираем транзистор и

определяем ток, и напряжение базы трансформатора, при которых он работает в ключевом режиме.

По току обмотки и напряжению реле $I_p = 120 \text{ mA}$, $U_p = 27 \text{ V}$ выбираем транзистор (рисунок 14) КТ208К [9 с. 142], со следующими параметрами:

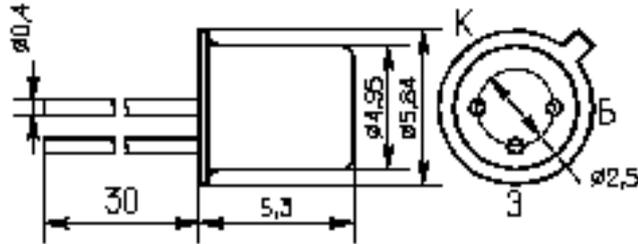


Рисунок 14 - Транзистор КТ208К

$\beta = 80 \dots 240$ - статический коэффициент передачи тока в схеме с общим эмиттером;

$U_{K-Эmax} = 45 \text{ V}$ - максимально допустимое (импульсное) напряжение коллектор-эмиттер;

$U_{K-Бmax} = 45 \text{ V}$ - максимально допустимое (импульсное) напряжение коллектор-база

$I_K = 300 \text{ mA}$ - максимально допустимый постоянный (импульсный) ток коллектора;

$U_{K-Энас} = 0.4 \text{ V}$ - напряжение насыщения коллектор-эмиттер;

$[P] = 0.2 \text{ Вт}$ - максимальная постоянная рассеиваемая мощность коллектора.

Выбираются диоды цепи защиты по тем же параметрам, что и транзистор Д9Е [5 с. 43], с параметрами:

$U_{обр.max} = 50 \text{ В}$ - максимальное обратное напряжение;

$I_{выпр.max} = 20 \text{ мА}$ - средний прямой ток;

$U_{пад} = 0.5 \text{ В}$ - среднее прямое напряжение;

$I_{обр} = 0.1 \text{ mA}$ - средний обратный ток;

Ток базы, необходимый для насыщения транзистора, определяется по формуле:

$$i_b = \frac{K_n \cdot (E - U_{K-Энас} - U_{пад})}{\beta \cdot R_p} = \frac{1.7 \cdot (27 - 0.4 - 0.5)}{80 \cdot 220} = 2.5 \text{ mA},$$

где $K_H=1.2-2$ – коэффициент насыщения;

β -коэффициент усиления транзистора;

$R_p=220\Omega$ – активное сопротивление обмотки реле;

$U_{BO}=(0.1-0.3)$ В – напряжение базы транзистора, необходимое для отсечки транзистора;

$U_6=U_d-U_{60}=0.5-0.2=0.3$ В – входной сигнал отсечки транзистора.

Проверку теплового режима производится по максимально допустимой мощности потерь, которая имеет место в режиме насыщения транзистора.

$$P = I_p \cdot U_{K-ЭН} \cdot \left(1 + \frac{1}{\beta}\right) = 0.12 \cdot 0.4 \cdot \left(1 + \frac{1}{80}\right) = 0.049 \text{ Вт}$$

Условие $[P] > P$ – выполняется.

Сопротивление цепи защиты определяется по формуле:

$$2 \cdot R_3 = \frac{E}{I_6} = \frac{27}{2.5 \cdot 10^{-3}} = 10.8 \text{ кОм} \Rightarrow R_3 = 5.4 \text{ кОм}$$

Мощность, рассеиваемая на каждом из резисторов, определяется по формуле:

$$P_R = i_6^2 \cdot R_3 = (2.5 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 5.4 \cdot 10^3 = 0.034 \text{ Вт}$$

Выбирается резистор С2-23 с номинальной мощностью $P=0.062$ Вт [6.С 80]

В результате расчёта были выбраны: транзистор, конденсатор, диоды, предназначенные для функционирования системы защиты тиристорного пускателя. Данные элементы были выбраны с минимальной массой и габаритами, при сохранении своей функциональности.

1.8 Расчет надежности схемы

Надежность – способность изделий выполнять свои функции в заданных условиях эксплуатации. На надежность влияют: степень загрузки элементов схемы, окружающая среда, технологические факторы и др.

Надежность характеризуется средним временем безотказной работы $T = \frac{1}{\lambda_2}$, которая в свою очередь зависит от интенсивности отказов λ . Для пускателя опасность отказов определяется по формуле $\lambda_n = \sum_{i=1}^n \lambda_i$.

Таблица 2 . Опасность отказов элементов схемы.

Наименование элементов	Количество	Опасность отказов λ , 1/час
Тиристоры	10	$5,13 \cdot 10^{-6}$
Диоды	20	$(0,03 - 0,4) \cdot 10^{-5}$
Резисторы	7	$(0,003 - 0,013) \cdot 10^{-3}$
Реле	2	$(1 - 2,7) \cdot 10^{-5}$
Транзисторы	1	$(0,7 - 4) \cdot 10^{-5}$
Конденсаторы	1	$(0,0014 - 0,018) \cdot 10^{-3}$
Трансформаторы	1	$(0,4 - 0,6) \cdot 10^{-5}$

Минимальная опасность отказов схемы находится по формуле:

$$\lambda_{\min} = (5,13 \cdot 10 + 0,2 \cdot 20 + 3 \cdot 7 + 2 \cdot 10 + 1 \cdot 4 + 1 \cdot 1,4 + 1 \cdot 4) \cdot 10^{-6} = 10,57 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{час}}$$

Максимальное время безотказной работы вычисляются по формуле:

$$T_{\max} = \frac{1}{\lambda_{\min}} = \frac{1}{10,57 \cdot 10^{-5}} = 9460 \text{ часов}$$

Максимальное время безотказной работы определяется по формуле:

$$\lambda_{\min} = (5,13 \cdot 10 + 3 \cdot 20 + 13 \cdot 7 + 2 \cdot 27 + 1 \cdot 40 + 1 \cdot 18 + 1 \cdot 4) \cdot 10^{-6} = 3,1 \frac{1}{\text{час}}$$

Минимальное время безотказной работы определяется по формуле:

$$T_{\max} = \frac{1}{\lambda_{\min}} = \frac{1}{3,1 \cdot 10^{-5}} = 3225 \text{ часов}$$

Среднее время безотказной работы вычисляется по формуле:

$$T_{\max} = \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} = \frac{9460 + 3225}{2} = 6342,5$$

Рассчитанное время безотказной работы больше минимального допустимого (5000 часов), следовательно, схема достаточно надежна. Надёжность схемы объясняется простотой устройства, большого применения полупроводниковых приборов, которые имеют большой ресурс и

надёжность. Малое число используемых элементов, также позволяет повысить надёжность тиристорного пускателя.

1.9 Разработка конструкции

Конструктивно пускатели выполняются в виде единого блока, помещенного в металлический кожух. Тиристоры устанавливаются на охладители и располагаются в 2 ряда в верхней части пускателя. В нижней части пускателя размещается блок управления, который прикреплен к стойке винтами и может откидываться для доступа к элементам, расположенным с обратной стороны блока. Реле в пускателях размещаются в контейнере для защиты контактов реле от механических повреждений и пыли. Пускатель может монтироваться как на металлическом, так и на изоляционном основании. Охлаждение тиристоров естественное. Защита пускателей от токов короткого замыкания осуществляется быстродействующими предохранителями или автоматическими выключателями, установленными перед пускателем. Термодатчик тепловой защиты установлен на нижнем первом охладителе тиристора.

Заключение

Были проведены расчёты: электрический расчет и выбор основных элементов силовой схемы и схемы управления, поверочный тепловой расчет показывающий, что для режима перегрузки и нормальной работы схемы пускателя можно использовать тиристор Т142-63, расчет транзисторного ключа, по данным которого выбран транзистор КТ208К и диод Д-9Е. Также были выбраны элементы схемы управления: диод 2Д207А и резистор серии С2-23.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС СБОРКИ ПЛАТЫ УПРАВЛЕНИЯ

В последние годы бурный рост исследований в области электротехники предъявляет все больше требований к современным коммутирующим устройствам. Подобные устройства находят применение в погружных насосах нефтяных скважин, на станциях перекачки и сепарирования нефти, в приводах станков-качалок, в металлургической промышленности при прокате проволоки и др. Очевидно, что приоритетной становится необходимость создания коммутационной аппаратуры большей мощности без существенного увеличения габаритов, с большими возможностями по защите и отказоустойчивости. Это предопределяет повышенные требования к надёжности несущих конструкций и электрооборудования.

Достоинства бесконтактных аппаратов по сравнению с обычными пускателями и контакторами:

- не образуется электрическая дуга, оказывающая разрушительное воздействие на детали аппарата;
- небольшое время срабатывания, поэтому допускается большая частота срабатываний;
- нет механического износа элементов устройства; высокая надёжность и простота эксплуатации; бесконтактная и бесшумная коммутация;
- безопасность при работе во взрывоопасных средах; небольшое потребление электрической энергии в цепях управления.

Проведенный системный анализ различных схем тиристорных пускателей с прямым и реверсивным пуском для управления наиболее распространёнными в промышленности асинхронными двигателями выявил, что в схеме тиристорного пускателя серии ПТ меньше элементов управления в сравнении с аналогами, что ведёт к уменьшению стоимости и увеличению надёжности пускателя. Уменьшение веса и габаритов достигается выбором элементов (транзистор, конденсатор, диодов) с минимальными массогабаритными показателями при сохранении функциональности.

Условия эксплуатации

Высота над уровнем моря не более 1000 м.

Температура окружающего воздуха от 5 до 40°C.

Максимальная относительная влажность 80% при температуре 30°C.

Окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию.

Пускатели имеют степень защиты IP00 и предназначены для установки в защитные оболочки, соответствующие условиям эксплуатации в закрытых помещениях, при отсутствии непосредственного воздействия солнечной радиации.

В части воздействия механических факторов внешней среды пускатель соответствует группе условий эксплуатации МЗ (степень жесткости 1) по ГОСТ 17516.1.

Рабочее положение пускателей вертикальное, допустимое отклонение от вертикального положения не более 5° в любую сторону.

Пускатели в части требований безопасности соответствуют ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 12.2.007.7, ГОСТ 12.2.007.11.

По способу защиты человека от поражения электрическим током пускатели относятся к классу 01 по ГОСТ 12.2.007.0.

Составные части пускателей имеют отдельные зажимы заземления, обозначенные знаком заземления по ГОСТ 21130.

Уровень звукового давления, создаваемого пускателем, соответствует требованиям ГОСТ 12.1.003 для производственных помещений и территорий предприятий.

В части пожарной безопасности пускатели соответствуют ГОСТ 12.1.004.

Пускатели для внутренних и экспортных поставок соответствуют основному конструкторскому документу ИЖКМ.656323.002СБ.

ИЖКМ.656323.002СБ

2.1 Оценка технологичности конструкции

Технологичность – это одна из комплексных характеристик технического устройства, которая выражает удобство его производства, ремонтпригодность и эксплуатационные качества.

Годовая программа выпуска – 10000 штук. Следовательно, производство является серийным. Для серийного производства применяют метод полной взаимозаменяемости.

Изделия, состоящие из большого числа деталей и сборочных единиц, должны строиться по блочному принципу и расчленяться на рациональное число самостоятельных узлов с целью обеспечения возможности их параллельной сборки, автономного контроля, испытания, замены и т.д.

Отсутствует необходимость проведения промежуточной разборки и повторной сборки его составных частей. Итоговая сборка осуществляется снизу вверх относительно базовой составной части, что значительно упрощает процесс, так как отсутствует необходимость изменения её положения.

2.2 Составление схемы сборки и маршрутной технологии производства

печатных плат

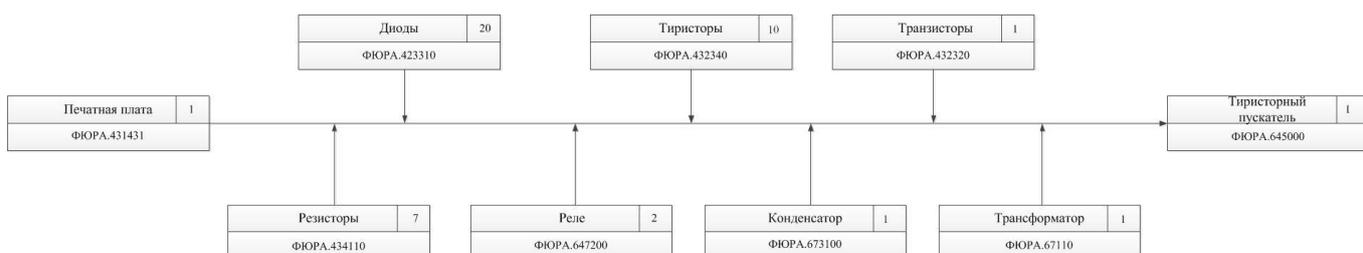


Рисунок 15 – Схема сборки печатной платы

К сборщику на рабочее место проступают сборочные единицы, детали и стандартные изделия, представленные на рисунке 15.

Базовой сборочной единицей является печатная плата. На печатную плату размещаются элементы, в соответствии с маркировкой на плате. После размещения элементов печатная плата помещается в устройство для

волнового припоя. Далее происходит сканирование печатной платы, для контроля целостности дорожек и припоя элементов. В дальнейшем плата покрывается защитным лаком.

Окончательным этапом общей сборки являются приёмо-сдаточные испытания.

2.3 Выбор сборочного оборудования и оснастки

Все сборочные операции осуществляются без применения специальных инструментов поступательными движениями в вертикальной плоскости.

Сборочные операции производятся на столе сборщика - верстак 1-2-2.

Контроль размеров производится с помощью мерительных инструментов.

Приёмо-сдаточные испытания производятся на универсальном стенде для приёмо-сдаточных испытаний печатных плат. В состав стенда входят: цифровой мультиметр DT-9963, ЭВМ, Настольная AOI – система ScanSpection. От работника требуется только установить печатную плату в сканер, проверить качество паяльных соединений, проверить сопротивление резисторов.

Техника безопасности:

При выполнении работ следует придерживаться правил инструкций по технике безопасности. Для этой цели на предприятии имеется отдел по технике безопасности, который проводит инструктаж рабочего персонала, разрабатывает мероприятия для снижения травматизма.

2.4 Нормирование сборочных работ и расчёт количества

технологического оборудования для обеспечения заданной программы

Определение штучного времени производится по формуле:

$$T_{\text{шт}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{доп}} + t_{\text{обсл}} + t_{\text{отд}}$$

где $t_{\text{осн}}$ – основное технологическое время;

$t_{\text{доп}}$ – вспомогательное время;

$t_{\text{обсл}}$ – время обслуживания своего рабочего места;

$t_{\text{отд}}$ – время перерыва на отдых и личные потребности рабочего.

Сумма основного технологического и дополнительного времени называется оперативным временем $t_{оп}$:

$$t_{оп} = t_{осн} + t_{доп}.$$

Если обозначить $(t_{обсл} + t_{отд}) \cdot 100 / t_{оп}$ через K , тогда:

$$T_{шт} = t_{оп} \cdot (1 + K/100),$$

где K – в процентах от оперативного времени.

Для первой операции:

$$шт_1 = 1 \cdot (1 + 7/100) = 1 \text{ мин.}$$

Найдем штучно – калькуляционное время:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}$$

где $T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время,

n – количество изделий в партии.

$$T_{шт-к1} = 1 + 3/43 = 1 \text{ мин.}$$

Для второй операции:

$$T_{шт2} = 2 \cdot (1 + 50/100) = 3 \text{ мин.}$$

Найдем штучно – калькуляционное время:

$$T_{шт-к2} = 3 + 5/43 = 3,1 \text{ мин.}$$

Для третьей операции:

$$T_{шт3} = 3 \cdot (1 + 10/100) = 3 \text{ мин.}$$

Найдем штучно – калькуляционное время:

$$T_{шт-к3} = 3 + 3/43 = 3 \text{ мин.}$$

Согласно проведенным расчетам рабочие уложатся в план годовой программы выпуска.

Программа выпуска равна 10000 шт./г. Ниже приведены таблицы норм времени приёмо-сдаточных испытаний и общей сборки.

Таблица 3. Приемо-сдаточные испытания изделия.

Наименование	Штучное время, $t_{шт}$, мин
Установка печатной платы на стенд и снятие по завершении испытаний	1,00
Сканирование печатной платы	3,00
Соответствие конструкторской документации	
Проверка сопротивления резисторов	3,00
Общее время для одной печатной платы	7,00

Таблица 4. Контрольные операции.

Наименование	Штучное время, $t_{шт}$, мин
Внешний осмотр	0,08
Контроль габаритных размеров	0,20
Контроль массы	0,06
Общее время для одной печатной платы	0,34

Таблица 5. Общая сборка изделия и слесарно-сборочные операции.

Номер перехода	Содержание работы	Штучное время, $t_{шт}$, мин
1	Взять печатную плату, установить ее на верстак	0,02
2	Установить элементы на печатную плату	1,40
3	Флюсовать выводы погружением их в чашу с флюсом	0,02
4	Закрепить печатную плату в установку пайки	0,05
5	Произвести пайку печатной платы	1,0
6	Извлечь плату из приспособления	0,02
7	Обрезать концы элементов	0,3
10	Испытания	7,00
Общее время для одной печатной платы		10,00

При непрерывной сборке количество изделий, выпускаемых за день одним сборщиком, будет равно:

$$Q_{\text{дн}} = \frac{Q_{\text{г}} \cdot k}{247},$$

где $Q_{\text{дн}}$ – дневной объем выпуска, шт./день;

$Q_{\text{г}}$ – объём запуска, шт./г.

k - принимаемое количество брака, в нашем случае - 4 %.

247 – количество рабочих дней в году.

$$Q_{\text{дн}} = \frac{10000 \cdot 1,04}{247} \approx 43 \text{ шт./день}.$$

Проверим, возможно ли произвести общую сборку 43 плат в день.

$$t_{\text{дн}} = t_{\text{шт}} \cdot Q_{\text{дн}} = 10 \cdot 43 = 430 \text{ мин},$$

при длительности рабочей смены в 450 мин (8 часовая рабочая смена, с вычетом свободного времени рабочего) сборка возможна в 1 поток.

Согласно проведенным расчетам рабочие уложатся в план годовой программы выпуска.

2.5 Определение необходимого количества оборудования

Количество оборудования, необходимое для организации производства, и его загрузка являются исходными данными для проектирования участка цеха.

Определяем составляющие на 2016 год, число дней в котором 365.

$V_{\text{д}} = 118$ – количество выходных дней;

$P_{\text{д}} = 14$ – количество праздничных дней;

$P_{\text{пд}} = 5$ – количество предпраздничных дней;

$z = 1$ – число смен работы оборудования;

$K_{\text{р}} = 1$.

Эффективный годовой фонд времени работы верстака 1-2-2 равен

$$F_{\text{д}} = [(365 - V_{\text{д}} - P_{\text{д}}) \cdot 8 - P_{\text{пд}}] \cdot z \cdot K_{\text{р}} = \\ = [(365 - 118 - 14) \cdot 8 - 5] \cdot 1 \cdot 1 = 1859 \text{ часов}.$$

Расчетное число оборудования равно

$$C_{\text{р}} = \frac{T_{\text{шт-к}} \cdot N}{60 F_{\text{д}}} = \frac{6 \cdot 10000}{60 \cdot 1859} = 0,54, \text{ где}$$

$T_{шт-к}$ – сумма штучно-калькуляционного времени по всем операциям для одного верстака.

Принимаем число верстаков равным $C_{п}=1$ и определяем коэффициент загрузки оборудования $K_3 = (C_p / C_{п}) \cdot 100 = (0,54/1) \cdot 100 = 54 \%$.

Расчетное число контрольно-испытательного стенда АОІ равно:

$$C_p = \frac{T_{шт-к} \cdot N}{60F_d} = \frac{4 \cdot 10000}{60 \cdot 1859} = 0,36$$

Принимаем число стендов равным $C_{п}=1$ и определяем коэффициент загрузки стенда $K_3 = C_p / C_{п} \cdot 100 = 0,36/1 \cdot 100 = 36 \%$.

Расчетное установки пайки волной припоя УПВ – 903 Б равно:

$$C_p = \frac{T_{шт-к} \cdot N}{60F_d} = \frac{1,07 \cdot 10000}{60 \cdot 1859} = 0,1$$

Принимаем число стендов равным $C_{п}=1$ и определяем коэффициент загрузки стенда $K_3 = C_p / C_{п} \cdot 100 = 0,1/1 \cdot 100 = 10 \%$.

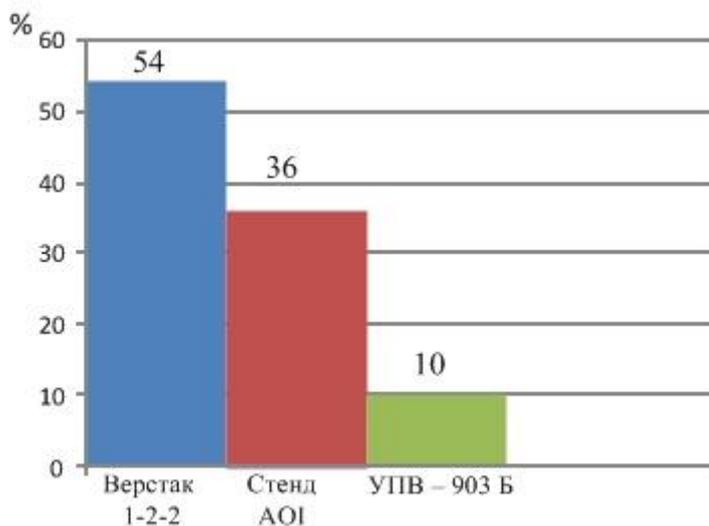


Рисунок 16 - График загрузки оборудования.

В дальнейшем, при необходимости, есть возможность значительно сократить время общей сборки, если проводить сборку печатных плат во время

проведения приёмо-сдаточных испытаний и удвоить количество испытательных стендов, а так же количество рабочих.

Заключение

В данном разделе был изучен и описан технологический процесс общей сборки печатной платы тиристорного пускателя. Составлена маршрутная карта и карта эскизов. Выбрано сборочное оборудование и оснастка. Проведён анализ норм времени и предложены варианты значительного сокращения времени сборки.

3.ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Это важно для разработчиков, которые должны представлять состояние и перспективы проводимых научных исследований.

Необходимо понимать, что коммерческая привлекательность научного исследования определяется не только превышением технических параметров над предыдущими разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сумеет найти ответы на такие вопросы – будет ли продукт востребован рынком, какова будет его цена, каков бюджет научного проекта, какой срок потребуется для выхода на рынок и т.д.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

В данном случае сегментирования целесообразно провести по критерию точности, т.к. как для разных типов режимов работы, требуется разная величина производительности пускателя и разные характеристики, получаемые пускателем.

А также следует выделить сегменты рынка:

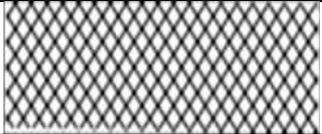
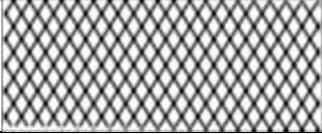
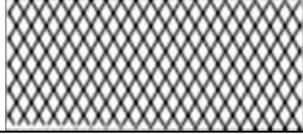
по разработке, проектированию и производству;

по установке и пуско-наладке;

по дальнейшему обслуживанию и ремонту.

Исходя из сегмента рынка, будет произведено сегментирование коммерческих организаций по отраслям. Сегментирование приведено в табл. 6.

Таблица 6. Карта сегментирования рынка разработок

	Контакты переменного тока	Полупроводниково е реле	Тиристорный пускатель
Проектирование и производство			
Установка и пуско-наладка			
Обслуживание и ремонт			
Фирма А		Фирма Б	

Результаты сегментирования:

Основными сегментами рынка являются все виды деятельности для контакторов переменного тока и полупроводниковых реле;

Наиболее сильно предприятие должно быть ориентировано на сегменты рынка связанные с проектированием и производством, установкой и пуско-наладкой тиристорного пускателя;

Наиболее привлекательными сегментами рынка являются отрасли, связанные с проектированием и производством, установкой и пуско-наладкой тиристорных пускателей.

Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

В основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины следующих групп показателей:

1) *Показатели оценки коммерческого потенциала разработки:*

влияние нового продукта на результаты деятельности компании;

перспективность рынка;

пригодность для продажи;

перспективы конструирования и производства;

финансовая эффективность.

правовая защищенность и др.

2) *Показатели оценки качества разработки:*

динамический диапазон;

вес;

ремонтпригодность;

энергоэффективность;

долговечность;
 эргономичность;
 унифицированность;
 уровень материалоемкости разработки и др.

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации.

Для упрощения процедуры проведения QuaD оценка проводится в табличной форме (табл. 7).

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по стобальной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 7. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)x100
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
1. Повышение производительности труда пользователя	0,08	93	100	0,93	7,44
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,1	90	100	0,9	9
3. Помехоустойчивость	0,05	88	100	0,88	4,4
4. Энергоэкономичность	0,12	93	100	0,93	11,16
5. Надежность	0,07	95	100	0,95	6,65
6. Уровень шума	0,05	85	100	0,85	4,25
7. Безопасность	0,02	85	100	0,85	1,7

8. Потребность в ресурсах памяти	0,03	75	100	0,75	2,25
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,05	83	100	0,83	4,15
10. Простота эксплуатации	0,04	97	100	0,97	3,88
11. Качество интеллектуального интерфейса	0,04	95	100	0,95	3,8
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,06	99	100	0,99	5,94
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
1. Конкурентоспособность продукта	0,03	92	100	0,92	2,76
2. Уровень проникновения на рынок	0,03	65	100	0,65	2,85
3. Цена	0,08	70	100	0,7	5,6
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	92	100	0,92	4,6
5. Послепродажное обслуживание	0,02	92	100	0,92	1,84
6. Финансирование научной разработки	0,03	80	100	0,8	2,4
7. Срок выхода на рынок	0,02	75	100	0,75	1,5
8. Наличие сертификации разработки	0,03	85	100	0,85	2,55
Итого	1				88,72

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i = 0,08 \cdot 93 + 0,1 \cdot 90 + \dots + 0,03 \cdot 85 = 88,72,$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Значение P_{cp} получилось равным 88,72, что говорит о том, что данная разработка является перспективной.

3.1.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Он проводится в несколько этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде. Дадим трактовку каждому из этих понятий.

1. Сильные стороны. Сильные стороны – это факторы, характеризующие конкурентоспособную сторону научно-исследовательского проекта. Сильные стороны свидетельствуют о том, что у проекта есть отличительное преимущество или особые ресурсы, являющиеся особенными с точки зрения конкуренции. Другими словами, сильные стороны – это ресурсы или возможности, которыми располагает руководство проекта и которые могут быть эффективно использованы для достижения поставленных целей. При этом важно рассматривать сильные стороны и с точки зрения руководства проекта, и с точки зрения тех, кто в нем еще задействован. При этом рекомендуется задавать следующие вопросы:

Какие технические преимущества вы имеете по сравнению с конкурентами?

Что участники вашего проекта умеют делать лучше всех?

Насколько ваш проект близок к завершению по сравнению с конкурентами?

2. Слабые стороны. Слабость – это недостаток, упущение или ограниченность научно-исследовательского проекта, которые препятствуют достижению его целей. Это то, что плохо получается в рамках проекта или где он располагает недостаточными возможностями или ресурсами по

сравнению с конкурентами. Чтобы прояснить в каких аспектах вас, возможно, превосходят конкуренты, следует спросить:

Что можно улучшить?

Что делается плохо?

Чего следует избегать?

3. Возможности. Возможности включают в себя любую предпочтительную ситуацию в настоящем или будущем, возникающую в условиях окружающей среды проекта, например, тенденцию, изменение или предполагаемую потребность, которая поддерживает спрос на результаты проекта и позволяет руководству проекта улучшить свою конкурентную позицию. Формулирование возможностей проекта можно упростить, ответив на следующие вопросы:

Какие возможности вы видите на рынке? Проводите поиск свободных ниш, но помните, что свободными они остаются недолго. Благоприятная возможность, увиденная сегодня, может перестать существовать уже через три месяца. Благоприятные возможности могут возникать в силу действия следующих факторов:

изменения в технологической сфере и на рынке – как мирового, так и регионального масштаба;

изменения правительственной политики в отношении отрасли, где проводится научное исследование;

изменения социальных стандартов, профиля населения, стиля жизни и т.д.

В чем состоят благоприятные рыночные возможности?

Какие интересные тенденции отмечены?

Какие потребности, пожелания имеются у покупателя, но не удовлетворяются конкурентами?

4. Угроза представляет собой любую нежелательную ситуацию, тенденцию или изменение в условиях окружающей среды проекта, которые имеют разрушительный или угрожающий характер для его конкурентоспособности в настоящем или будущем. В качестве угрозы может выступать барьер,

ограничение или что-либо еще, что может повлечь за собой проблемы, разрушения, вред или ущерб, наносимый проекту. Для выявления угроз проекта рекомендуется ответить на следующие вопросы:

Какие вы видите тенденции, которые могут уничтожить ваш научно-исследовательский проект или сделать его результаты устаревшими?

Что делают конкуренты?

Какие препятствия стоят перед вашим проектом (например, изменения в законодательстве, снижение бюджетного финансирования проекта, задержка финансирования проекта и т.п.)?

Изменяются ли требуемые спецификации или стандарты на результаты научного исследования?

Угрожает ли изменение технологии положению вашего проекта?

Имеются ли у руководства проекта проблемы с материально-техническим обеспечением?

Результаты первого этапа SWOT-анализа представляем в табличной форме (табл. 8).

Таблица 8. Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии. С2. Экологичность технологии. С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями. С4. Повышение производительности труда. С5. Квалифицированный персонал. С6. Высокий срок эксплуатации. С7. Надежность данной системы по сравнению с другими. С8. Высокое качество продукции. С9. Универсальность схемы управления.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с научной разработкой Сл2. Большой срок выхода на рынок Сл3. Высокая стоимость лицензионного программного обеспечения

<p>Возможности: В1.Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В2.Появление дополнительного спроса на новый продукт В3. Снижение стоимости на электроэнергию и материалы, используемые при научных исследованиях В4. Повышение стоимости конкурентных разработок В5. Развитие технологий в данной отрасли</p>		
<p>Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства. У2. Развитая конкуренция технологий производства У3. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции У4.Экономическая ситуация в стране, влияющая на спрос. У5. Появление новых конкурентных разработок.</p>		

Описание сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта, его возможностей и угроз должно происходить на основе результатов анализа, проведенного в предыдущих разделах бакалаврской работы.

После того как сформулированы четыре области SWOT переходим к реализации второго этапа.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Возможно использование этой матрицы в качестве одной из основ для оценки вариантов

стратегического выбора. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-». Полученная интерактивная матрица проекта представлена в табл. 9.

Таблица 9 - Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта										
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
	B1	0	+	0	0	+	0	+	+	+
	B2	+	+	+	+	-	+	+	+	+
	B3	+	-	+	+	-	+	+	0	+
	B4	+	-	-	0	+	+	+	+	+
	B5	+	0	+	+	+	+	+	+	+

Результаты анализа таблицы:

B2B3B4C1C6C7C9

B1C2C5C7C8C9

B4C1C5C6C7C8C9

B5C1C3C4C5C6C7C8C9

Продолжение таблицы 9

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	-	-	-
	B2	-	-	-
	B3	-	-	-
	B4	-	-	0
	B5	+	0	+

Результаты анализа таблицы:

B5Сл1Сл3

Продолжение таблицы 9

Сильные стороны проекта										
Угрозы		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
	У1	-	-	-	-	+	-	-	-	-
	У2	0	0	-	-	-	-	-	-	+
	У3	+	0	+	+	-	+	0	0	0
	У4	-	-	-	0	-	-	-	-	-
	У5	0	-	-	-	+	-	-	-	-

Результаты анализа таблицы:

У1С5

У3С1С3С4С6

У2С9

У5С5

Окончание таблицы 9

Слабые стороны проекта				
Угрозы		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	0	0
	У2	-	0	+
	У3	+	+	+
	У4	+	-	+
	У5	+	0	+

Результаты анализа таблицы:

У1Сл1

У2Сл3

У3Сл1Сл2Сл3

У4У5Сл1Сл3

В рамках третьего этапа составляем итоговую матрицу SWOT-анализа (табл. 10).

Таблица 10 - Итоговая матрица SWOT-анализа

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии. С2. Экологичность технологии. С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями. С4.Повышение производительности труда. С5. Квалифицированный персонал.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с научной разработкой Сл2. Большой срок выхода на рынок Сл3. Высокая стоимость лицензионного программного обеспечения</p>
<p>Возможности: В1.Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В2.Появление дополнительного спроса на новый продукт В3. Снижение стоимости на электроэнергию и материалы, используемые при научных исследований В4. Повышение стоимости конкурентных разработок В5. Развитие технологий в данной отрасли</p>	<p>В2В3В4С1С6С7С9 В1С2С5С7С8С9 В4С1С5С6С7С8С9 В5С1С3С4С5С6С7С8С9</p>	<p>В5Сл1Сл3</p>
<p>Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства. У2. Развитая конкуренция технологий производства У3. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции У4.Экономическая ситуация в стране, влияющая на спрос. У5. Появление новых конкурентных разработок.</p>	<p>У1С5 У3С1С3С4С6 У2С9 У5С5</p>	<p>У1Сл1 У2Сл3 У3Сл1Сл2Сл3 У4У5Сл1Сл3</p>

Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

3.2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

В предыдущем разделе были описаны методы, которые позволяют выявить и предложить возможные альтернативы проведения исследования и доработки результатов. К их числу относятся технология QuaD, SWOT-анализ. К ним можно добавить ФСА-анализ, метод Кано, оценку конкурентных инженерных решений. Однако, в большей степени все приведенные методы ориентированы на совершенствование результатов научного исследования, находящегося на стадии создания макета, модели системы, прототипа, конечного продукта. Если разработка находится на перечисленных стадиях жизненного цикла нового продукта, можно предложить не менее двух–трех основных вариантов совершенствования разработки или основных направлений научного исследования.

Разработка относится к вышеописанным стадиям, поэтому нет необходимости использовать морфологический подход.

4. ПЛАНИРОВАНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ

4.1. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

определение структуры работ в рамках научного исследования;

определение участников каждой работы;

установление продолжительности работ;

построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться.

По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

Составляем перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проводим распределение исполнителей по видам работ. Результат представлен в табл. 11.

Таблица 11. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Описание объекта разработки	Инженер

	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Разработка печатной платы пускателя	Инженер
	6	Расчет повторно-кратковременного режима	Инженер
	7	Проектный расчет электрической части	Инженер
	8	Поверочный расчет	Инженер
	9	Расчет надежности схемы	Инженер
	10	Технологические расчеты	Инженер
Обобщение и оценка результатов	11	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель
<i>Проведение ОКР</i>			
Разработка технической документации и проектирование	12	Технико-экономические расчеты	Инженер
	13	Вопросы безопасности и экологичности проекта	Инженер
	14	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Инженер

4.1.1. Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (1)$$

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{p_i} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i}, \quad (2)$$

где T_{p_i} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

4.1.2. Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

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

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (3)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (4)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

Все рассчитанные значения сводим в таблицу (табл. 12).

Пример расчета (составление и утверждение технического задания):

$$t_{\text{ож}} = \frac{3 \cdot t_{\text{min}} + 2 \cdot t_{\text{max}}}{5} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1,4 \approx 2 \text{ чел} - \text{дней};$$

$$T_p = \frac{t_{ожс}}{Ч} = \frac{2}{1} = 2 \text{ дня};$$

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 116 - 14} = 1,553;$$

$$T_k = T_p \cdot k_{кал} = 2 \cdot 1,553 = 3,106 \approx 4 \text{ дня}.$$

Таблица 12. Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ожс}$, чел-дни		Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер
	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер				
Составление и утверждение технического задания	1		2		2		2		4	
Подбор и изучение материалов по теме		5		9		7		7		11
Описание объекта разработки		3		5		4		4		7
Календарное планирование работ по теме	3		5		4		4		7	
Разработка печатной платы пускателя		5		10		7		7		11
Расчет повторно-кратковременного режима		3		7		5		5		8

Проектный расчет электрической части		3		7		5		5		8
Поверочный расчет		2		4		3		3		5
Расчет надежности схемы	3		7		5		5		8	
Технологические расчеты		5		9		7		7		11
Оценка эффективности полученных результатов	2		4		3		3		5	
Технико-экономические расчеты		4		7		6		6		10
Вопросы безопасности и экологичности проекта		3		5		4		4		7
Составление пояснительной записки		1		3		2		2		4

На основе табл. 9 строим календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике выделяем различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 13. Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				фев.		март			апрель			май			июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	4														
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	11														
3	Описание объекта разработки	Инженер	7														

4.1.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

материальные затраты НТИ;

затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;

основная заработная плата исполнителей темы;

дополнительная заработная плата исполнителей темы;

отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);

затраты научные и производственные командировки;

контрагентные расходы;

накладные расходы.

Все необходимое оборудование и материалы имеются в лаборатории, поэтому расчет материальных затрат проводить не будем.

4.1.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в табл. 14.

Таблица 14 - Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудо-емкость, чел.-дн.	Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.	Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	4	2351	9404
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	11	1523	16753
3	Описание объекта (разработки)	Инженер	7	1523	10661
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель	7	2351	16457
5	Разработка печатной платы пускателя	Инженер	11	1523	16753
6	Расчет повторно-кратковременного режима	Инженер	8	1523	12184
7	Проектный расчет электрической части	Инженер	8	1523	12184
8	Поверочный расчет	Инженер	5	1523	7615
9	Расчет надежности схемы	Руководитель	8	2351	18808
10	Технологические расчеты	Инженер	11	1523	16753
11	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	5	2351	11755
12	Технико-экономические расчеты	Инженер	10	1523	15230
13	Вопросы безопасности и экологичности проекта	Инженер	7	1523	10661
14	Составление пояснительной записки	Инженер	4	1523	6092
Итого:					181310

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (8)$$

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

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (9)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 7);

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{53594 \cdot 10,4}{237} = 2351 \text{ руб.},$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл. 15).

Таблица 15. Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	52
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	48
- невыходы по болезни	14	14
Действительный годовой фонд рабочего времени	237	237

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{TC} \cdot (1 + k_{np} + k_d) \cdot k_p = 27484 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 53594 \text{ руб}$$

где Z_{TC} – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

k_{np} – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от Z_{TC});

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от Z_{TC});

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Тарифная заработная плата Z_{TC} находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда $T_{ci} = 600$ руб. на тарифный коэффициент k_t и учитывается по единой для бюджетных организации тарифной сетке. Для предприятий, не относящихся к бюджетной сфере, тарифная заработная плата (оклад) рассчитывается по тарифной сетке, принятой на данном предприятии. Расчёт основной заработной платы приведён в табл. 16.

Таблица 16. Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Z_{TC} , руб.	k_{np}	k_d	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	27484	0,3	0,2	1,3	53594	2351	24	56424
Инженер	17808	0,3	0,2	1,3	34725	1523	82	124886
Итого $Z_{осн}$								181310

4.1.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,13 \cdot 56424 = 7335 \text{ руб}$$

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

4.1.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,271 \cdot (56424 + 7335) = 17279 \text{ руб}$$

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

На 2015 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2015 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представляем в табличной форме (табл. 17).

Таблица 17. Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	56424	7335
Студент-дипломник	124886	16235
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Итого		
Руководитель	17279	
Инженер	38243	

4.1.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{нр} = (Z_{осн} + Z_{доп} + Z_{внеб}) \cdot 0,16 = \\ = (181310 + 23570 + 55522) = 41664$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

4.1.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в табл. 18.

Таблица 18. Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	%
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	181310	Пункт
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	23570	Пункт
Отчисления во внебюджетные фонды	55522	Пункт
Накладные расходы	41664	16 % от суммы ст.
Бюджет затрат НИИ	302066	Сумма ст.

4.2 Определение ресурсоэффективности проекта

Финансовую эффективность проекта можно оценить при помощи интегрального финансового показателя:

$$I_{фин}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}$$

где:

$I_{фин}^{исп.i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Расчёт интегрального финансового показателя проводим в виде табличной формы (табл. 19). Значения Φ_{max} и Φ_{pi} для каждого типа аппарата брались из сети интернет.

Таблица 19. Расчёт интегрального финансового показателя конкурентных технических решений

Вариант схемы	Φ_{max} , руб.	Φ_{pi} , руб.	$I_{фин}^{исп.i}$, о.е.
1	30500	30500	1
2		27000	0,88
3		24000	0,78

Величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное удешевление стоимости аппарата при одинаковой мощности. Схема 3 имеет наименьший интегральный показатель

среди трёх конкурентных технических решений, и, следовательно, вариант схемы является наиболее финансово эффективным, что является определяющим критерием.

Определение ресурсоэффективности проекта схемы 3 можно оценить с помощью интегрального критерия ресурсоэффективности:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент разработки;

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

Расчёт интегрального показателя ресурсоэффективности схем проводим в виде табличной формы (табл. 20).

Таблица 20. Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Контактор переменного тока	Полупроводниковое реле	Электромагнитное реле переменного тока
1. Безопасность	0,2	5	5	5
2. Удобство в эксплуатации	0,15	4	4	5
3. Помехоустойчивость	0,10	4	4	4
4. Энергосбережение	0,15	3	4	5
5. Надёжность	0,25	5	5	5
6. Материалоёмкость	0,15	4	4	4
Итого:	1,00	4,3	4,45	4,75

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

$$I_p = 0,2 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,1 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 + 0,25 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 = 4,75.$$

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет достаточно высокое значение, что говорит об эффективности использования технического проекта.

Таким образом, применение данных аппаратов и сейчас остается эффективным.

Заключение

В ходе выполнения данной части выпускной работы была доказана конкурентоспособность данного технического решения, были произведены SWOT-анализ, планирование, которое ограничило выполнение работы в 116 дней. Также был посчитан бюджет НИИ равный 302066 руб, основная часть которого приходится на зарплаты сотрудников.

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Социальная ответственность – ответственность организации за воздействия ее решений и деятельности на общество и окружающую среду через прозрачное и этическое поведение, которое: содействует устойчивому развитию, включая здоровье и благосостояние общества; учитывает ожидания заинтересованных сторон; соответствует применяемому законодательству и согласуется с международными нормами поведения; интегрировано в деятельность организации и применяется в ее взаимоотношениях

Так как тема данной ВКР связана непосредственно с процессами, происходящими при производстве и эксплуатации тиристорного пускателя, рассматриваемый раздел ВКР посвящен выявлению и анализу воздействующих на работающий персонал опасных и вредных факторов промышленной среды, разработке мер и методов по защите его от негативного влияния данных факторов.

В данном пункте работы будет произведен анализ таких вредных факторов промышленной среды, как превышение электромагнитных излучений на производственной территории, отклонение показателей микроклимата на территории, повышение уровня шума и вибрации вследствие работы промышленного оборудования. Также будут рассмотрены параметры освещения промышленной зоны.

В данной работе кроме анализа выше перечисленных факторов производственной среды будут рассмотрены вопросы охраны окружающей среды как на территории предприятия так и за ее пределами, защита от различного рода чрезвычайных ситуаций, правовые и организационные вопросы по обеспечению безопасности персонала, находящегося и выполняющего всевозможные работы на промышленной территории.

Описание рабочего места

Рациональная организация рабочего места – важное условие организации труда, способствующее повышению производительности, качество обработки и культуры производства.

Рабочим местом является определенный участок производственной площади цеха, оснащенный оборудованием, инструментами и принадлежностями для выполнения заданной работы в соответствии с требованиями проекта.

Рациональная организация рабочего места заключается в правильной планировке и размещении станка, инструмента, приспособлений, заготовок, создании безопасных условий работы, наведении и поддержании чистоты, порядка и нормальных условий работы.

Перечисленные мероприятия осуществляются с целью создания условий для высокой производительности труда. Они должны освободить рабочего от лишних неудобных движений, вынужденных перерывов, уменьшить его утомляемость.

Правильная планировка рабочего места производится с учетом условий и особенностей работы. Она предусматривает значительную экономию сил и времени рабочего на подбор, установку, закрепление заготовки, ее обработку, снятие со станка и отправку по значению.

Планировка рабочего места должна предусматривать наиболее рациональное размещение станка, оснащения, заготовок и деталей, чтобы обеспечить сокращение вспомогательного, подготовительно-заключительного времени и времени на обслуживание рабочего места.

При оснащении рабочего места учитывают его технологическое назначение. Выясняют количество и наименование инструмента, приспособлений и принадлежностей, вспомогательных средств (тара, подножные решетки) и защитных устройств (экраны, щитки и т.п.), необходимых для постоянного использования на рабочем месте. Оснащение, необходимое для постоянного пользования, должно находиться и храниться на рабочем месте; оснащение,

предназначенное для определенной работы, после ее выполнения сдается обратно – в инструментальную, материальную кладовые.

5.2 Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме

В ходе работы были использованы следующие нормативные документы: СанПиН 2.2.4.548-96, СН 2.2.4/2.1.8.562-96, ГОСТ 12.1.012-90, СН 2.2.4/2.1.8.566-96, СНиП 23-05-95, СанПиН 2.2.4.1191-03, ГОСТ 12.1.001.-83, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03, ГОСТ 12.1.005-88.

5.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

К вредным факторам при разработке и эксплуатации тиристорного пускателя относятся повышенные уровни шума и вибрации, электромагнитные излучения.

Повышение уровня шума и вибрации на рабочих местах оказывает вредное воздействие на организм человека. В результате длительного воздействия шума нарушается нормальная деятельность сердечно-сосудистой и нервной системы, пищеварительных и кроветворных органов, развивается профессиональная тугоухость, прогрессирование которой может привести к полной потере слуха. На постоянных рабочих местах допустимый уровень звука составляет 80 дБА. Допустимые значения ультразвука на рабочих местах регламентирует ГОСТ 12.1.001—83 «ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности». Нормируемой характеристикой ультразвука в низкочастотном диапазоне является уровень звукового давления в третьоктавных полосах частот со среднегеометрическими частотами от 12,5 до 100 кГц.

Меры по борьбе с шумами:

- правильная организация труда и отдыха;
- снижение и ослабление шума;
- применение звукопоглощающих преград;
- применение глушителей шума;

применение средств индивидуальной защиты от шума.

Электромагнитные излучения наибольшее влияние оказывают на иммунную, нервную и эндокринную системы. Иммунная система уменьшает выброс в кровь специальных ферментов, выполняющих защитную функцию, происходит ослабление системы клеточного иммунитета.

5.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

К опасным факторам при разработке и эксплуатации тиристорного пускателя относятся повышенное значение напряжения в электрической цепи, термическая опасность.

При повышенном значении напряжения в электрической цепи, есть риск поражения электрическим током. Электрический ток, протекая через организм человека, оказывает тепловое (термическое), электролитическое и биологическое воздействие. Это может вызывать серьезные последствия для здоровья. Ожоги вызываются тепловым действием электрического тока или электрической дуги. Электролитическое воздействие проявляется в разложении плазмы крови и др. органических жидкостей, что может привести к нарушению их физико-химического состава.

Для обеспечения электробезопасности предусматривается:

- заземление, зануление токоведущих частей оборудования по ГОСТ 12.1.030 – 81 и ПУЭ, сопротивление заземления не более 4 Ом;
- ограждение и изоляция оборудования и токопроводов по ГОСТ 12.1.030 – 81 и ПУЭ;
- недоступность проводки;
- автоматическое отключение и блокировка при аварии;
- малое напряжение в особоопасных местах.

К общей системе заземления подключают все металлические части оборудования, не находящиеся под напряжением, но которые могут оказаться под током вследствие замыкания под корпус.

К защитным средствам относятся приборы, аппараты, устройства и инструмент, предназначенные для защиты персонала от поражения электрическим током. Защитные средства используемые для монтажа, наладки и обслуживании силовых щитов:

- а) указатель напряжения;
- б) инструмент с изолирующими ручками;
- в) перчатки резиновые диэлектрические;
- г) галоши резиновые диэлектрические;
- д) коврик резиновый диэлектрический.

Защитное заземление и зануление применяют для защиты от поражения электрическим током и обеспечения условий отключения при повреждении изоляции электроустановок.

Организационные мероприятия для обеспечения безопасности работ – это выполнение работ в электроустановках по наряду, распоряжению, в порядке текущей эксплуатации, проводится ежегодное обучение персонала, медосмотры, также проверка знаний по ТБ и регулярная (раз в год) сдача экзаменов на группу допуска.

Другие причины возможного возникновения пожара:

- 1) несоблюдение правил эксплуатации электроустановок и электросети;
- 2) нарушение режимов работы термонагревающего оборудования;
- 3) перегрев мест соединений токоведущих частей в результате образования высокого переходного сопротивления;
- 4) несоблюдение правил пожарной безопасности.

5.5 Экологическая безопасность

Тиристорный пускатель не оказывает вреда на атмосферу и гидросферу. Но при неправильно осуществленном процессе утилизации вышедшие из строя тиристорные представляют собой серьезную угрозу экологии, их приемом, вывозом и утилизацией должны заниматься только специальные

компаний, имеющие на это не только разрешение, но и специальную технику и оборудование.

Электрические аппараты по истечении срока своей службы не могут быть просто выброшены вместе с бытовым мусором, а должны быть утилизированы на специальном предприятии, поскольку в противном случае урон, нанесенный окружающей среде, может быть просто невосполним. Причиной этого являются содержащиеся в элементах металлы. Под влиянием погодных условий металлы, содержащиеся в деталях пускателя, могут образовать связи с углеводородами и соединениями хлора, в избытке содержащимися в сделанных из пластмассы деталях. В результате такие соединения образуют токсичные вещества, которые являются чрезвычайно опасными как для здоровья человека, так и для всей окружающей среды в целом.

Необходимо также отметить, что несписанные должным образом и не утилизированные в соответствии с правилами и нормами законодательства приборы могут значительно увеличить расходы предприятия, поскольку часть деталей оборудования содержат черные, цветные и драгоценные металлы, делая при этом приборы электронного учета весьма ценным имуществом, облагаемым налогом. Процесс переработки и утилизации пускателя основывается на принципе разделения на составные компоненты, а переработка является отдельным утилизационным процессом.

5.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Надежность тиристорного пускателя, это важная составляющая при проектировании, эксплуатации и выборе аппарата, так как выход из строя систем управления и коммутации может привести к негативным последствиям, и вывести из строя дорогостоящее оборудование, электродвигатели, станки, разнообразные технологические станки.

Так, например, обследование работы печатных плат показало, что, среди множества возможных объяснений неисправности этого типа два из них можно считать наиболее вероятными кандидатами.

— Механические нагрузки (вибрации, циклический нагрев, изгиб платы) приводят к разрыву нормально соединенных дорожек.

— Недостаточное травление или плохое удаление смазки (оставшейся после сверления отверстий в плате) в процессе изготовления печатной платы препятствуют формированию хороших связей между дорожками и металлизацией.

Если бы основной причиной отказа данного вида были механические нагрузки, повреждений медных дорожек на печатной плате было бы гораздо больше, но в этом случае кроме отслаивания металлизации от стенок отверстий других повреждений не оказалось. Неправильно проведенная очистка или протравливание в процессе изготовления платы также могут привести к формированию дефектных связей между внутренними дорожками и металлизацией сквозных отверстий. Таким образом, обнаруженный дефект был отнесен к разряду тех, которые наиболее часто возникают в процессе производства плат.

Корректирующие мероприятия в таких случаях заключаются в дополнительной проверке и разрушающем контроле печатных плат с помощью прибора РС-А-600 в процессе отбраковочных испытаний. Это позволяет выявить и другие неисправности, подобные этой, еще до того как платы попадут к конечному потребителю, а производитель печатных плат получит возможность идентифицировать и исправить недостатки своего технологического процесса.

Для ликвидации пожара необходимо прекратить доступ окислителя (кислорода воздуха) или горючего вещества в зону горения либо снизить их поступление до величин, при которых горение не может происходить; охладить зону горения до температуры ниже температуры

самовоспламенения или сделать температуру горящего вещества ниже температуры воспламенения; разбавить горючие вещества негорючими.

Для этих целей применяют огнетушащие вещества. Основными огнетушащими веществами являются вода в жидком и парообразном состоянии, химическая и воздушно-механическая пена, водные растворы солей, инертные газы, галогенированные огнетушащие составы, сухие огнетушащие порошки.

К первичным средствам пожаротушения в цехе и на предприятии относятся приборы, используемые рабочими, служащими и при возникновении пожара: ручные огнетушители, внутренние пожарные краны, оборудованные рукавами и стволами, и пр. В качестве огнетушащего средства в огнетушителях используют химическую или воздушно-механическую пену, диоксид углерода (в жидком состоянии), аэрозольные бромсодержащие составы и порошки.

Для тушения пожаров в здании в начальный период их развития наряду с первичными средствами тушения используют внутренние пожарные краны, устанавливаемые на стояках внутреннего водопровода. Они представляют собой расположенные в нишах с дверцами патрубки с соединительными головками, предназначенными для присоединения пожарных рукавов со стволами. Пожарные краны размещены в коридорах, на лестничных клетках. При возникновении пожара или загорания на любом участке цеха (в помещении, на складе, территории) немедленно объявляют пожарную тревогу (по местному телефону) и сообщают в пожарную охрану. Для этого используют ближайший телефон. Номер телефона пожарной охраны вывешен на видных местах на территории предприятия, в помещениях, на промышленных площадках и у каждого телефонного аппарата с выходом в городскую или объектовую телефонную сеть.

Одновременно с сообщением о пожаре рабочие и служащие принимают меры к его ликвидации и эвакуации людей из горящего здания или помещения, а также меры по усилению охраны объекта.

Для тушения пожара используют имеющиеся на предприятии первичные средства пожаротушения (огнетушители, воду, песок, асбестовые покрывала).

При загорании изоляции проводов или обмоток электродвигателей прежде всего обесточивают электрическую сеть (это делает дежурный электрик).

После прибытия на предприятие к горящему помещению, цеху либо складу городской или объектовой пожарной части члены ДПД, боевых расчетов, а также остальные рабочие и служащие поступают в распоряжение руководителя тушения пожара пожарной части и действуют в соответствии с его указаниями.

5.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Эксплуатируемое оборудование должно быть в полной исправности. Ограждение или защитные устройства должны быть установлены на место и соответствующим образом закреплены. Работать на неисправном оборудовании и при отсутствии или неисправном ограждении запрещается. Вновь установленное или вышедшее из капитального ремонта оборудование может быть пущено в работу только после его комиссионной приемки с участием начальника цеха и инженера по охране труда.

Верстаки, столы и стеллажи должны быть прочными, устойчивыми и безопасными для работы и надежно закреплены на полу. Ящики верстаков должны иметь стопоры.

Поверхность верстаков должна быть обита гладким материалом, столы и стеллажи не должны иметь выбоин, заусенцев, трещин и др. дефектов. Полки стеллажей должны иметь наклон внутрь во избежание падения хранящихся предметов.

При обивке верстака нельзя допускать выступающих кромок и острых уголков. Ширина верстака должна иметь не более 0.75м. Расстояние между

тисами на верстаках должно соответствовать размеру обрабатываемых деталей и быть не менее 1м между осями тисов.

Для защиты рабочих от отлетающих осколков на верстаке должны быть установлены сетки высотой не менее 1м с ячейками не более 3-х мм.

Детали и материалы, поступившие на обработку, должны размещаться на специальных и четко обозначенных местах.

Для каждого работающего должно быть обеспечено удобное рабочее место, не стесняющее его действий во время исполняемой работы. Рабочее место должно быть обеспечено достаточной площадью для размещения вспомогательного оборудования, а так же необходимым инвентарем для хранения инструмента, оснастки заготовок и обрабатываемых изделий (стеллажи, столы, ящики, тумбочки и т.п.).

На рабочем месте под ногами рабочего должен быть исправный деревянный решетчатый настил, у которого расстояние между планками должно соответствовать 25-30мм.

Рабочее место должно быть достаточно освещенным и содержаться в чистоте.

Уборка рабочего места должна производиться в течение рабочего дня и после каждой смены по мере накопления на рабочих местах готовой продукции и отходов.

Перед началом работы проверить весь инструмент, хорошо осмотреть свою одежду. На рабочем костюме не должно быть болтающихся концов тесемок, манжеты рукавов следует завязать или застегнуть на пуговицы, длинные волосы убрать под головной убор.

Работы по ТО и ТР, испытанию и наладке электрического и электронного оборудования необходимо производить в соответствии с ГОСТ 12.1.019 – 79 и ПУЭ. Стенд для диагностики и ремонта электронного оборудования должен иметь защитное заземление ("зануление" или устройство защитного отключения). Испытания электрических машин, аппаратов и счетчиков электрической энергии на электрическую прочность

изоляция должны производиться на специально оборудованной станции (площадке, стенде), имеющей необходимое ограждение, сигнализацию, знаки безопасности и блокирующие устройства. Перед началом и во время испытаний на станции (площадке) не должны находиться посторонние лица. Условия труда определяются, с одной стороны трудовым процессом, а с другой - санитарно-гигиенической обстановкой, в которой выполняется трудовой процесс.

Санитарно-гигиеническая обстановка, определяющая условия труда, характеризуется метеорологическими параметрами, действием вредных и ядовитых веществ, наличием шумов, вибраций, излучений и т.д.

Стены и потолки необходимо сооружать из малотеплопроводных материалов, не задерживающих осаждение пыли. Полы должны быть теплыми, эластичными, ровными и нескользкими.

Важную роль для здоровья человека играет состояние окружающей среды, метеорологические условия или микроклимат на производстве.

Заключение

В ходе выполнения данной работы были рассмотрены вопросы о влиянии на персонал подстанции различных вредных и опасных факторов, были рассмотрены вопросы охраны окружающей среды и защиты в случае возникновения чрезвычайных ситуаций. Была проведена объемная работа с нормативными документами по соответствующим разделам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе были рассмотрены различные схемы тиристорных пускателей с прямым и реверсивным пуском, а также различными способами торможения для управления асинхронными двигателями. Но в качестве примера была рассчитана схема реверсивного тиристорного пускателя серии ПТ для управления асинхронным двигателем на мощность 15кВт. Кроме пуска, реверса и остановки двигателя, данный тиристорный пускатель защищает от токов короткого замыкания и перегрева тиристоров.

Были проведены расчёты: электрический расчет и выбор основных элементов силовой схемы и схемы управления, поверочный тепловой расчет показывающий, что для режима перегрузки и нормальной работы схемы пускателя можно использовать тиристор Т142-63, расчет транзисторного ключа, по данным которого выбран транзистор КТ208К и диод Д-9Е. Также были выбраны элементы схемы управления: диод 2Д207А и резистор серии С2-23.

В результате спроектирован быстродействующий реверсивный тиристорный пускатель с защитой от перегрузок. В данном пускателе невелики тепловые потери, что подтверждает целесообразность использования выбранных компонентов. Расчёты надёжности показали, что тиристорный пускатель серии ПТ имеет высокую работоспособность.

В технологической части представлен процесс сборки платы управления тиристорного пускателя, произведен анализ конструкции на технологичность, а так же был построен график загрузки оборудования для обеспечения заданной программы.

В экономической части была доказана конкурентоспособность данного технического решения, был произведен SWOT-анализ, планирование. Так же был рассчитан показатель ресурсоэффективности, значение которого говорит об эффективности использования технического проекта.

При разработке раздела «Социальная ответственность» были разработаны меры по предотвращению травматизма и чрезвычайных ситуаций в рассматриваемой производственной среде.

Разработанная в данной работе система труда, здоровья и экологической безопасности полностью отвечает всем требованиям законодательства. Рабочие, которые будут производить работу непосредственно в рассматриваемой среде будут полностью защищены от различных ЧС, вредных, опасных факторов производственной среде и несчастных случаев.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дшхунян В. Л., Шаньгин В.Ф. Бесконтактные электронные идентификаторы. – М.: АСТ, 2014. – 695 с.
2. Лукинов А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: учебное пособие / А.П. Лукинов – СПб: Лань, 2012. – 606 с.
3. Овчинников И.Е. Электромеханические и мехатронные системы. – М.: Корона-Век, 2013. – 397 с.
4. Чебовский О.Г. и др. Силовые полупроводниковые приборы: Справочник/ О.Г. Чебовский, Л.Г. Моисеев, Р.П. Недошивин. - 2-е изд., перераб. И доп. - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 400 с: ил.
5. Полупроводниковые приборы: Диоды, тиристоры, оптоэлектронные приборы: Справочник/А.В. Баюков, А. Б. Гитцевич, Зайцев и др.; под общ. Ред. Н.Н. Горюнова. 3-е изд., перераб. м.: Энергоатомиздат, 1987. 744 с: ил.
6. Резисторы: (справочник) О.Н. Андреев, А.И. Антонян, Д.М. Иванов и др.; Под ред. И.И. Четверткова. - М.: Энергоиздат, 1981. - 352 с: ил.
7. Игловский И.Г., Владимиров г.в. Слаботочные Электрические реле: Справочник. -М.: КубК-а, 1996. - 560 с: ил.
8. Сидоров И.Н. и др. Малогабаритные трансформаторы и ДРОссели: Справочник/И.Н. Сидоров, В.В. Мукосеев, А.А. Христинин. - М.: Радио и связь, 1985. - 416 с: ил.
9. Полупроводниковые приборы: Транзисторы. Справочник/В.Л. Аронов, А.В. Баюков, АА. Зайцев и др. Под общ. Ред. Н.И. Горюнова - 2-е изд., перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1985.-904 с: ил.
10. Подураев Ю.В. Мехатроника: основы, методы, применение: учебное пособие / Ю.В. Подураев – М.: Машиностроение, 2007. – 256 с.
11. Григораш О.В. Электротехника и электроника: учебник для вузов / О. В. Григораш, Г. А. Султанов, Д. А. Нормов. – Ростов-на-Дону; Краснодар: Феникс: Неоглори, 2008. – 462 с.: ил.

12. Бутырин П.А. Электротехника: учебник / П. А. Бутырин, О. В. Толчеев, Ф. Н. Шакирзянов; под ред. П. А. Бутырина. – М.: Академия, 2006. – 268 с. : ил.
13. Яковлев А.А. Разработка множеств технических решений установок для преобразования энергии: монография / А. А. Яковлев. – М.: Машиностроение-1, 2007. – 128 с.
14. Маркман Г.З. Энергоэффективность преобразования и транспортировки электрической энергии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г. З. Маркман; Томский политехнический университет (ТПУ). - 1 компьютерный файл (pdf; 5.2 МВ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2008
15. Чунихин А.А. Электрические аппараты. Общий курс: учебник для вузов / А. А. Чунихин. – 4-е изд., стер. – М.: Альянс, 2008. – 720 с.: ил.
16. Электрические аппараты: учебное пособие / сост. Н.Ю. Сипайлова, Р.Я. Кляйн, Е.П. Богданов. – Томск: Из-во Томского политехнического университета, 2012. – 88 с.
17. Кляйн Р.Я. Электрические и электронные аппараты. Ч. II: Электромеханические аппараты: учебное пособие / Р.Я. Кляйн. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 161 с.
18. Копылов Ю.В. Лабораторный практикум. Методические указания по выполнению лабораторных работ по курсу «Электрические и электронные аппараты». – Томск: Изд-во ТПУ 2007 г. – 107 с.
19. Чесалин А.Д. Курсовое проектирование по технологии производства электрических машин и аппаратов: учебное пособие / А.Д. Чесалин, П.Р. Баранов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 148 с.
20. Конденсаторы: Справочник Горячева Г.А., Добромыслов Е.Р.-М.: Радио и связь, 1984. – 88с., - (Массовая радиобиблиотека. Вып. 1079).

Дубл.									
Взам.									
Подл.									

				ЭНИН				ФЮРА.644300.028СБ			
								Тиристорный пускатель			

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ
 на технологический процесс
 общей сборки платы управления тиристорного пускателя
 ФЮРА.648400.028СБ

Руководитель:
Доцент, к.т.н

Баранов П.Р.

Исполнитель:
Студент гр. 5Г2Г

Кулаков И.В.

Дубл.																	
Взам.																	
Подл.																	
Разраб.	Кулаков И.В.																
Провер.	Баранов П.Р.																
Т. контр.																	
Н. контр.																	
Утв.																	
М01																	
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КВМ	Код загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ							
М02			13,22				Штамповка			13,9							
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наимен. операции			Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	Е Н	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
А01	005		8864 комплектующая					0335		1Р	1	1	1	34	1	1	
Б02	Верстак 1-2-2 ОСТ4. ГО. 060.006; Ножницы арт.505-3р; Пинцет ПГТМ-120 ОСТ4.ГО.060.013																
Т03	Костюм х/б Ми ГОСТ 27575-87																
Т04	Ботинки кожаные Мун ГОСТ 12.4.032-77																
Т05	Берет																
Т06	Перчатки х/б Ми ТУ 17 06-7745-84																
О07	Взять упаковку с резисторами и соответствующий инструмент															0,02	

A01	032 010 ПОДГОТОВКА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ К СБОРКЕ	0335	1P	1	1	1	34	1	1	
B02	Верстак 1-2-2 ОСТ4.ГО.660.006; Ванна с раствором; Кисть КХЖК №1; Шкаф для сушки									
T03	Костюм х/б Ми ГОСТ 27575-87									
T04	Ботинки кожаные Мун ГОСТ 12.4.032-77									
T05	Берет									
T06	Перчатки х/б Ми ТУ 17 06-7745-84									
O07	Извлечь печатную плату из тары.									0,02
O08	Удалить консервирующее покрытие путем смывки в очищающем растворе									0,02
O09	Сушить печатную плату (t=10-15 мин)									10-15
O10	Проверить качество удаленного консервирующего покрытия									0,2
O11	Уложить печатную плату в технологическую тару									0,02
O12										

Дубл.										
Взам.										
Подл.										
Разраб.	Кулаков И.В.									
Провер.	Баранов П.Р.									
Т. контр.										
Н. контр.										
Утв.										
M01										

	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КВМ	Код загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ						
М02				13,22				Штамповка			13,9						
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наимен. операции			Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	Е Н	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
А01	032 8864 ПОДГОТОВКА ЭРЭ К ЭЛЕКТРОМОНТАЖУ							0335		1Р	1	1	1	34	1	1	
Б02	Верстак 1-2-2 ОСТ4.ГО.660.006; Пинцет ПГТМ – 120 ОСТ4. 060.013; Чашка 98.99045-04; Тигель 1582-0030; Кисть КХЖК №1; Стойка 3 ОСТ4.ГО.060.053																
Т03	Костюм х/б Ми ГОСТ 27575-87																
Т04	Ботинки кожаные Мун ГОСТ 12.4.032-77																
Т05	Берет																
Т06	Перчатки х/б Ми ТУ 17 06-7745-84																
О07	Извлечь резистор R1 поз.1 из технологической тары.																0,02
О08	Флюсовать выводы резистора погружением в чашку с флюсом.																0,02
О09	Лудить выводы резистора погружением их в тигль																0,057
О10	Повторить переходы 005...009 для остальных резисторов																0,14
О11	Повторить переходы 007...010 для остальных элементов																3,50
О12	Уложить электрорадиоизделия в технологическую тару																0,02
О13																	
МК																	1

Дубл.																	
Взам.																	
Подл.																	

Разраб.	Кулаков И.В.			ТПУ	ФЮРА. 853649.016												
Провер.	Баранов П.Р.																
Т. контр.																	
Н. контр.				Печатная плата													
Утв.																	
M01																	
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КВМ	Код загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ							
M02			13,22				Штамповка			13,9							
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наимен. операции				Обозначение документа								
Б	Код, наименование оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	Е Н	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
A01	032 8864 МЕХАНИЧЕСКИЙ МОНТАЖ ЭРЭ НА ПЛАТУ							0335		1Р	1	1	1	34	1	1	
B02	Верстак 1-2-2 ОСТ4.ГО.660.006; Пинцет ПГТМ – 120 ОСТ4. 060.013; Стойка 3;																
T03	Костюм х/б Ми ГОСТ 27575-87																
T04	Ботинки кожаные Мун ГОСТ 12.4.032-77																
T05	Берет																
T06	Перчатки х/б Ми ТУ 17 06-7745-84																
O07	Вставить в плату резистор R1, совместив его выводы с соответствующими отверстиями печатной платы, перевернуть плату, откусить выступающие концы до 0,5 мм																0,5
O08	Вставить в плату конденсатор C1, совместив его выводы с соответствующими отверстиями печатной платы, перевернуть плату, откусить выступающие концы до 0,5 мм																0,5
O09	Повторить переход O08 для транзистора																0,05

ГОСТ 3.1404-86 Форма 1

--	--	--	--	--

A01	032 035 ЛАКИРОВКА	0335	1P	1	1	1	34	1	1	
B02	Верстак 1-2-2 Термостат АТ-1 ОСТ4.ГО.060.006: Кисть КХЖК									
T03	Костюм х/б Ми ГОСТ 27575-87									
T04	Ботинки кожаные Мун ГОСТ 12.4.032-77									
T05	Берет									
T06	Перчатки х/б Ми ТУ 17 06-7745-84									
O07	Лакировать плату двумя слоями лака УР-231									0,02
O08	Сушить плату в термостате АТ-1 15минут.									15,00
O09	Проверить количество лакировки.									0,50
O10										
O11										
O12										
O13										
O14										
МК										1

Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Формат	Зона	Лист.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Стр. №	Лист. примен.		
																			Лит.	Лист
										Документация										
						A4			ФЮРА.648400.028 СБ	Сборочный чертеж	1									
										Детали										
									ФЮРА.431431	Плата печатная	1									
						A4				Стандартные изделия										
						A4		1		Резистор С2-23 0,25Вт 196 Ом	5									
						A4				ГОСТ ОЖО.467.104 ТУ										
						A4		2		Диод Д9Е 3.362.015 ТУ	10									
										Uобр=50В, Iмах=20мА										
								3		Диод 2Д207А	6									
										Гост 18986.16-72										
								4		Uобр=600В, Iмах=500мА										
										Транзистор КТ08К	1									
								5		ЩТО.336.014 ТУ										
										P=0,2Вт, B=80..240										
										Конденсатор К50-6	1									
										C=130мкФ										
										ОЖО.464.107 ТУ										
										Материалы										
										Припой ПОС-61	20	2								
										по ГОСТ21931-76										
										ФЮРА.648400.028 СБ										
Изм.		Лист		№ докум.		Подп.		Дата		Печатная плата			Лит.	Лист	Листов					
Разраб.		Кулаков И.В.											91		1					
Проб.		Баранов П.Р.																		
Н.контр.													ГПУ ЭНИИ							
Утв.													Группа 5Г2Н							
										Копировал			Формат А4							

ФЮРА 648400.028

Листов. примеч.

Страница №

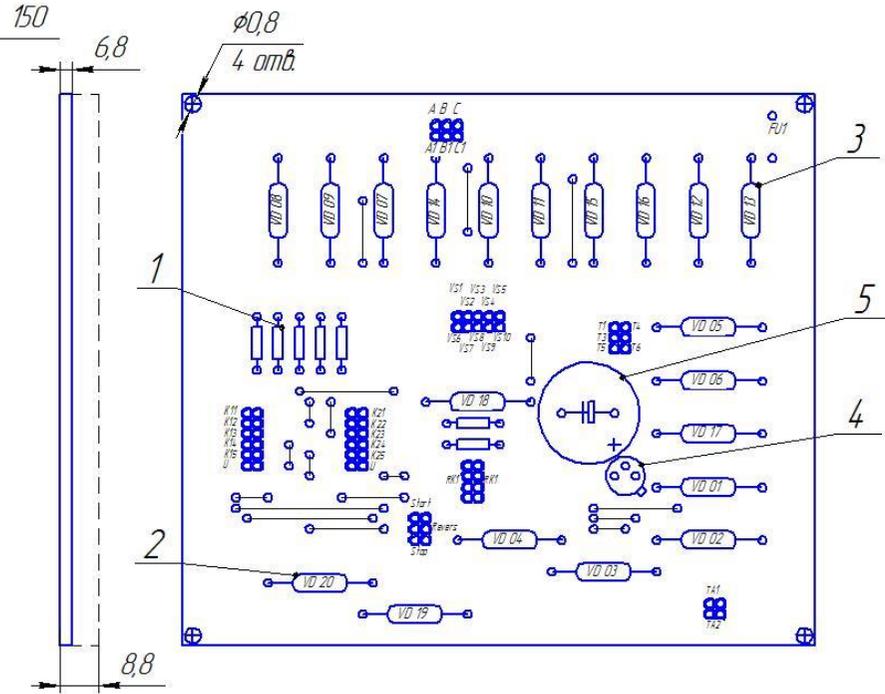
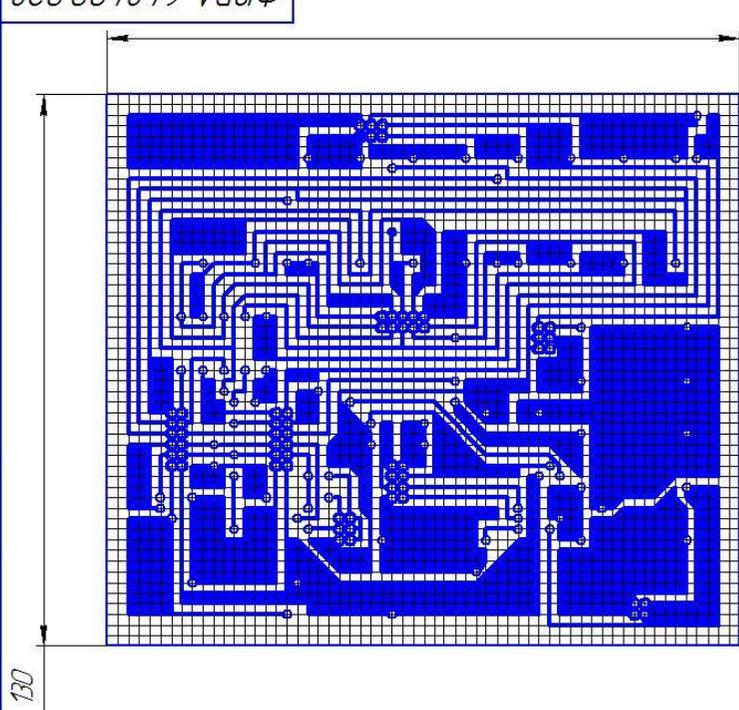
Лист и дата

Инд. № дубл.

Взам. инв. №

Лист и дата

Инд. № подл.



После монтажа плату управления
покрыть лаком УР-231 (ТУ 6-21-14-90)

					ФЮРА 648400.028			
Изм.	Лист	№ док-м	Подп.	Дата	Плата управления сборочный чертеж	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.		Кулаков И.В.				у		1:1
Пров.		Баранов П.Р.				Лист	Листов	1
Т.контр.						ТПУ ЭНИИ Группа 5Г2Г		
Н.контр.					Формат А3			
Утв.								

Копировал

ФЮРА 648400.028

Перв. примен.

Справ. №

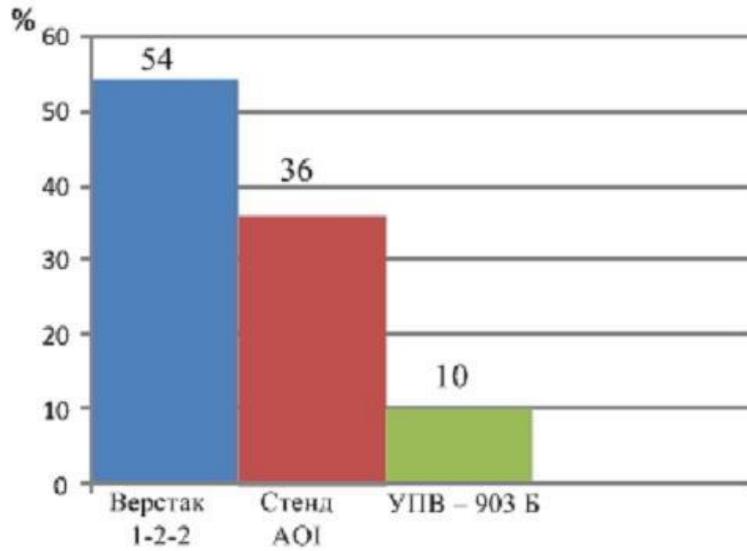
Подп. и дата

Инд. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.



ФЮРА 648400.028

График загрузки оборудования

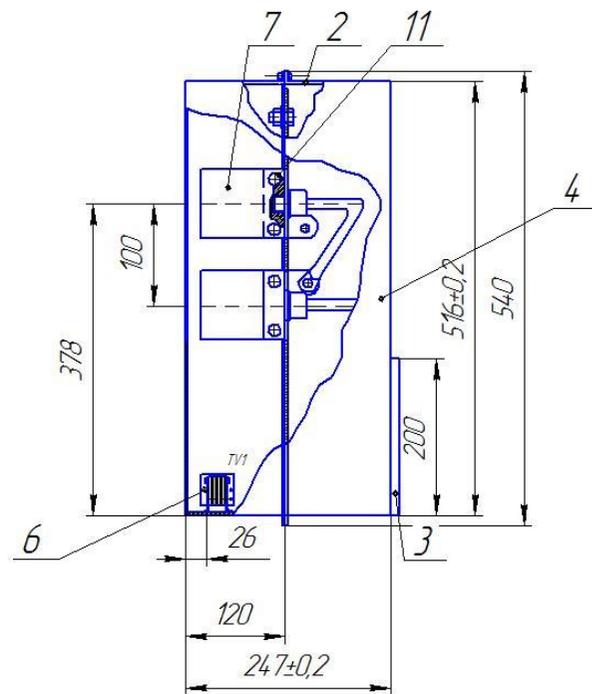
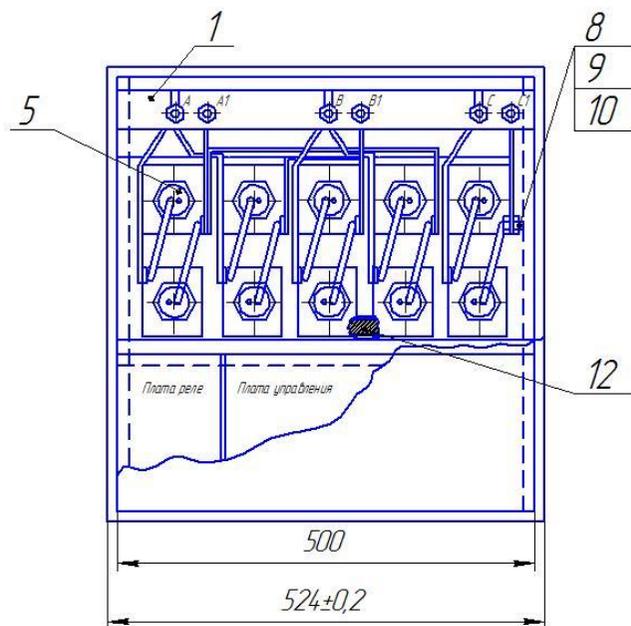
Лист	Масса	Масштаб
у		1:1
Лист	Листов 1	
ТПУ ЭНИИ Группа 5Г2Г		

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Кулаков И.В.		
Проб.		Богданов Е.П.		
Т.контр.		Баранов П.Р.		
Н.контр.				
Утв.				

Копировал

Формат А4

ФЮРА 648400.028



Листов. примеч.

Листов. №

Листов. и дата

Листов. №

Листов. и дата

Листов. №

Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата
Разраб.		Куцаков И.В.		
Пробв.		Богданов Е.П.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

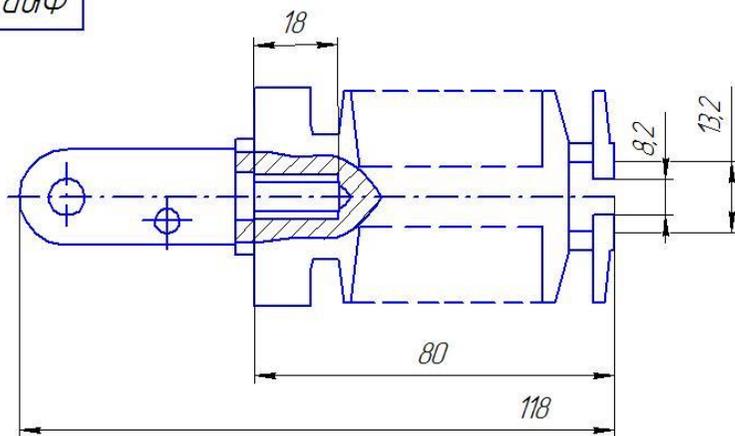
ФЮРА 648400.028

Принципиальная
электрическая
схема пускателя

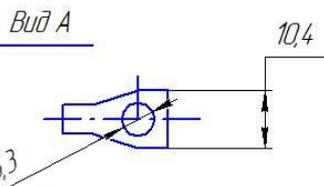
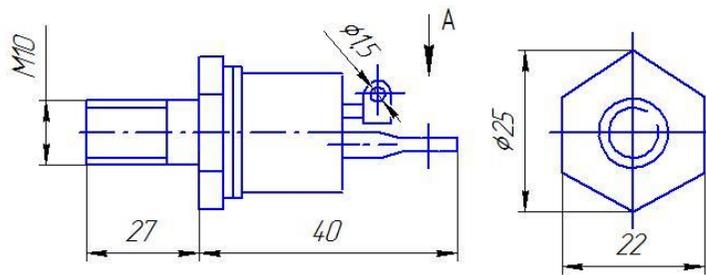
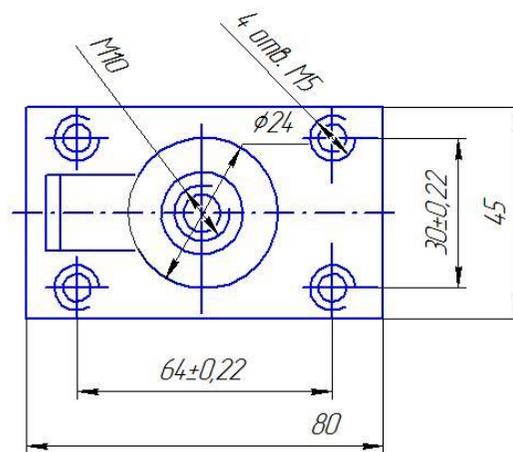
Лит.	Масса	Масштаб
у		1:1
Лист	Листов	1
ТПУ ЭНИИ		
Группа 5Г2Г		
Формат А4×2		

Копировал

ФЮРА 432432.005



*Охладитель ОР 241-80



*Туристор Т 142-63

Листов, примен.

Станд. №

Лист и дата

Инд. № дубл.

Взам. инд. №

Лист и дата

Инд. № подл.

				ФЮРА 432432.005			
Изм.	Лист	№ док-м	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.		Кулаков И.В.			у		1:1
Проб.		Богданов Е.П.					
Т.контр.					Лист	Листов	1
И.контр.					ТТУ ЭНИИ		
Утв.					Группа 5Г2Г		

Копирован

Формат А4×2

ФЮРА 648400.028

Перв. примен.

Специф. №

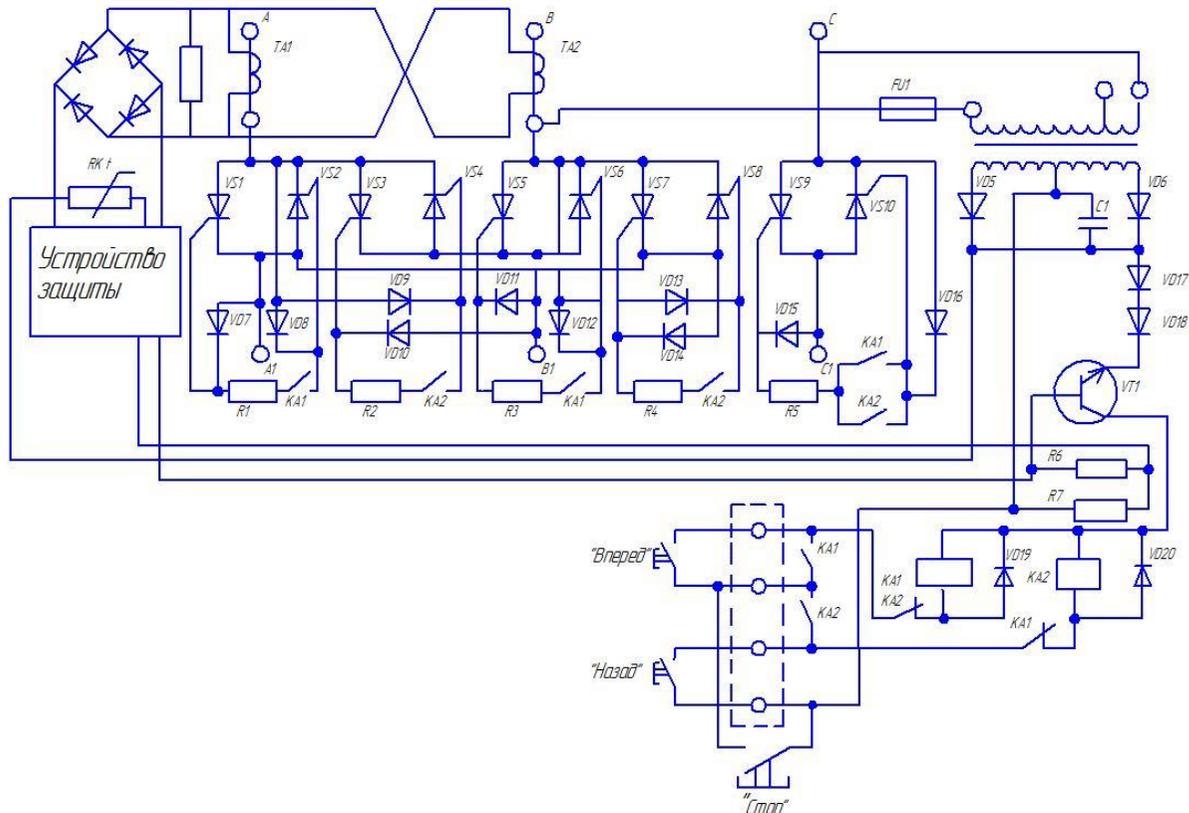
Подп. и дата

Изд. № дубл.

Взам. изд. №

Подп. и дата

Изд. № подл.



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Куликов И.В.		
Проб.		Богданов Е.П.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

ФЮРА 648400.028

Принципиальная
электрическая
схема пускателя

Лит.	Масса	Масштаб
у		1:1
Лист	Листов	1
ТПУ ЭНИИ Группа 5Г2Г		
Формат А4×2		

Копировал