

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.РАЗЗАКОВА**

Кафедра «Электромеханика»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА ПО ЭЛЕКТРОМЕХАНИКЕ

Методические указания по подготовке и защите выпускной
квалификационной работы студентами направления 640200
«Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электромеханика»

Бишкек 2015

ОДОБРЕНО

Методическим Советом
Энергетического факультета
Протокол № ____
от «__» _____ 2015 г.

РЕКОМЕНДОВАНО

На заседании кафедры
«Электромеханика»
Протокол № ____
от «__» _____ 2015 г.

Составитель: И.В. Бочкарев
УДК 621.313

Выпускная квалификационная работа по электромеханике. Методические указания по подготовке и защите выпускной квалификационной работы студентами направления 640200 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электромеханика»/ Кырг. техн. ун-т. Сост.: И. В. Бочкарев. Бишкек, ИЦ «Текник», 2015. - 32 с.

Методические указания предназначены для студентов, осуществляющих подготовку выпускных квалификационных работ бакалавров.

Даны сведения о цели и задачах выпускных квалификационных работ. Приведены этапы подготовки работ, требования к содержанию, объему, структуре и оформлению материалов, представляемых к защите. Приведен краткий перечень основных вопросов для подготовки к защите.

Библиогр.: 20 назв.

Рецензент к.т.н., доцент Гунина М. Г.

ВВЕДЕНИЕ

Качественная подготовка технических кадров играет все возрастающую роль как фактор долговременного, стратегического воздействия на ускорение научно-технического прогресса и роста экономики страны.

Указанная задача должна быть в полной мере реализована на завершающем этапе подготовки студентов при разработке выпускных работ и защите их перед Государственной аттестационной комиссией (ГАК). Выпускная работа – это квалификационная работа студента, на основании которой ГАК решает вопрос о присвоении студенту квалификации **бакалавр техники и технологий**.

Настоящее методическое указание ставит целью ознакомить студентов с тем, что и как рекомендуется делать в процессе работы над выпускной квалификационной работой (ВКР), а также с требованиями по ее оформлению и порядком их защиты перед ГАК. Методическое указание составлено с учетом многолетнего опыта работы кафедры «Электромеханика» КГТУ и методических рекомендаций других вузов. Оно отвечает требованиям Государственного образовательного стандарта подготовки бакалавров по направлению 640200 "Электроэнергетика и электротехника" по профилю «Электромеханика». Данный Государственный образовательный стандарт является официальным государственным документом и обязателен в отношении всех его положений.

Написание и защита ВКР завершает подготовку в ВУЗе и играет решающую роль при оценке выпускника с точки зрения его способности с самостоятельностью решать практические и исследовательские задачи. В процессе обучения студент получает все необходимые знания и навыки, позволяющие ему успешно выполнить ВКР, которая является самостоятельной комплексной работой студента, подводящей итоги его обучения в ВУЗе. При этом студент должен знать и помнить о том, что он является автором проекта и поэтому сам отвечает перед кафедрой и ГАК за обоснованность и правильность всех принятых в ВКР решений и расчетов. Согласно графику учебного процесса ВКР выполняется в заключительном семестре 4-го курса. Выпускная квалификационная работа выполняется в виде бакалаврской работы.

Студенты должны также знать, что в юридическом порядке установлено, что на всей территории КР должно обеспечиваться единое в своей основе содержание, единый уровень и единые высокие требования к подготовке бакалавров. При этом единство общих требований предполагает широкую инициативу в разработке каждой темы в соответствии с особенностями объекта исследования, индивидуальными способностями и склонностями выпускника. Все это студенты должны в наиболее полном содержании и форме реализовать при подготовке к защите своих ВКР перед ГАК. Те вопросы, которые не получили достаточного отражения в настоящем методическом указании, студенты выясняют у руководителя предквалификационной практики, руководителя ВКР и консультантов по его разделам, а также у заведующего кафедрой ЭМ и других высококвалифицированных специалистов.

ВИДЫ И ЗАДАЧИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ

1.1. Виды профессиональной деятельности выпускников.

Бакалавр по направлению подготовки 640200 «Электроэнергетика и электротехника» готовится к следующим видам профессиональной деятельности:

- проектно-конструкторская;
- производственно-технологическая;
- организационно-управленческая;
- научно-исследовательская;
- монтажно-наладочная;
- сервисно-эксплуатационная.

1.2. Задачи профессиональной деятельности выпускников

а) Проектно-конструкторская деятельность:

- сбор и анализ данных для проектирования;
- расчет и проектирование технических объектов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования;
- разработка проектной и рабочей технической документации, оформление проектно-конструкторских работ;
- контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;
- проведение предварительного технико-экономического обоснования проектных расчетов;

б) Производственно-технологическая деятельность:

- организация рабочих мест, их техническое оснащение, размещение технологического оборудования;
- контроль за соблюдением технологической дисциплины;
- обслуживание технологического оборудования;
- организация метрологического обеспечения технологических процессов, использование типовых методов контроля качества продукции;
- участие в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки и производства новой продукции;
- оценка инновационного потенциала новой продукции;
- контроль за соблюдением экологической безопасности;
- подготовка документации по менеджменту качества технологических процессов, составление и оформление оперативной документации.

в) Организационно-управленческая деятельность:

- составление технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет, заявок на материалы, оборудование и т.п.), а также установленной отчетности по утвержденным формам;

- выполнение работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов;
- организация работы малых коллективов исполнителей;
- планирование работы персонала и фондов оплаты труда;
- подготовка данных для выбора и обоснования технических и организационных решений на основе экономического анализа;
- проведение организационно-плановых расчетов по созданию (реорганизации) производственных участков;
- разработка оперативных планов работы первичных производственных подразделений;
- проведение анализа затрат и результатов деятельности производственных подразделений;

г) Научно-исследовательская деятельность:

- изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
- математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов прикладных программ автоматизированного проектирования и исследований;
- проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ результатов;
- подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций;
- организация защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований;
- составление отчета по выполненному заданию, участие во внедрении результатов исследований и разработок;

д) Монтажно-наладочная деятельность:

- монтаж, наладка и испытания электроэнергетического и электротехнического оборудования;

е) Сервисно-эксплуатационная деятельность:

- проверка технического состояния и остаточного ресурса электроэнергетического и электротехнического оборудования, организация профилактических осмотров и текущего ремонта;
- приемка и освоение вводимого электроэнергетического и электротехнического оборудования;
- составление заявок на оборудование и запасные части, подготовка технической документации на ремонт;
- составление инструкций по эксплуатации оборудования и программ испытаний.

Уровень подготовки бакалавра- электромеханика в соответствии с видами профессиональной деятельности и профилем бакалаврской программы позволяет выполнять работы по:

- сбору и анализу научно-технической информации по электромеханическим преобразователям энергии (ЭПЭ);

- расчету и проектированию электрических машин в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием стандартных средств автоматизации проектирования;

- исследованию, испытанию и эксплуатации электрических машин и электромеханических систем.

Таким образом, для успешного решения задач, соответствующих его квалификации, **выпускник должен знать:**

- принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности разрабатываемых и используемых технических средств, материалов и их свойства;

- методы проведения технических расчетов;

- методы разработки вариантов решения проблемы, анализа вариантов, прогнозирование последствий, отыскание компромиссных решений в условиях многокритериальности и неопределенности;

- порядок разработки и состав монтажной, наладочной и ремонтной документации;

- способы планирования монтажно-наладочных работ по вводу в эксплуатацию электротехнического оборудования;

- методы и формы организации работы коллектива исполнителей, принципы принятия управленческих решений в условиях различных мнений;

- методы, способы и средства осуществления технического контроля, испытаний и управления качеством в процессе производства;

- методы прогнозирования надежности разрабатываемых изделий, систем и их элементов;

- методы и способы проведения работ по техническому обслуживанию электротехнического оборудования и систем судового и транспортного электрооборудования;

- методические, нормативные и руководящие материалы, касающиеся выполняемой работы, методы исследования, правила выполнения работ;

- основные требования, предъявляемые к технической документации, материалам и изделиям;

- достижения науки и техники, передовой и зарубежный опыт в соответствующей области знаний;

- основы экономики, организации производства, труда и управления;

- основы трудового законодательства;

- правила экологической безопасности и нормы охраны труда, техники безопасности, производственной санитарии и противопожарной защиты.

Выпускник должен уметь:

- формулировать цели проекта, выявлять приоритеты решения задач;

- использовать информационные технологии при проектировании и конструировании электротехнического оборудования и систем;

- разрабатывать программы и проводить приемо-сдаточные испытания электротехнического оборудования;

- находить компромисс между различными требованиями (к стоимости, качеству, безопасности и срокам исполнения);

- разрабатывать эксплуатационную документацию;
- проводить испытания и определение работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования;
- выбирать оборудование для замены в процессе эксплуатации и в процессе проектирования с использованием информационных технологий;
- применять методы анализа, синтеза и оптимизации процессов обеспечения качества, испытаний и сертификации продукции;
- использовать компьютерные технологии моделирования и обработки результатов.

Основные перечисленные выше знания и навыки студенты должны продемонстрировать при выполнении выпускной квалификационной работы.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Выпускная квалификационная работа (ВКР) является основной составляющей итоговой государственной аттестации и должна представлять собой законченную проектную или научно-исследовательскую разработку, связанную с решением актуальных задач, определяемых особенностями подготовки бакалавров по профилю «Электромеханика» направления 640200 «Электроэнергетика и электротехника».

Целью выпускной ВКР бакалавра является определение универсальных и профессиональных компетенций бакалавра, определяющих его подготовленность к решению профессиональных задач в области ЭПЭ, установленных Государственным образовательным стандартом подготовки бакалавров по направлению 640200 "Электроэнергетика и электротехника" по профилю «Электромеханика», способствующим его востребованности на рынке труда и продолжению образования в магистратуре.

Подготовка и защита ВКР является заключительным этапом обучения студентов в вузе и имеет следующие *задачи*:

- систематизацию, закрепление и расширение знаний и умений в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта подготовки бакалавра;
- решение прикладных задач по расчетам, конструированию, технологии производства, эксплуатации, ремонта и исследованиям электрических машин;
- выяснение степени подготовленности студентов для самостоятельной работы в условиях современного производства, характеризующегося ускорением темпов научно-технического прогресса, внедрения технологий на основе гибких автоматизированных систем, использования САПР и ЭВМ.

Защита выпускной квалификационной работы является одним из главных элементов итоговой государственной аттестацией выпускников ВУЗа и предназначена для определения практической и теоретической подготовленности выпускника к выполнению профессиональных задач, установленных

Государственным образовательным стандартом подготовки бакалавров по профилю «Электромеханика», и продолжению образования в магистратуре.

При выполнении ВКР студент демонстрирует:

- знания принципов действия, устройства и технических характеристик электрических машин, аппаратов и приборов различных электромеханических систем, а также особенностей их изготовления, испытания, эксплуатации и исследования;
- умение работать с научно-технической литературой, технической и нормативной документацией на электрические машины и аппараты и их проектно-конструкторские разработки; проводить сбор и анализ исходных данных для проектирования;
- умение оформлять расчетную и конструкторскую документацию в соответствии с действующими требованиями и стандартами; использовать современные компьютерные технологии;
- владение методами расчета и конструирования электрических машин и электромеханических систем;
- умение проводить стандартные испытания электротехнического оборудования;
- владение навыками исследовательской работы.

ТЕМАТИКА ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ

Тематика ВКР должна быть актуальной и соответствовать задачам, современному уровню и перспективам развития электромашиностроения. При выборе темы работы необходимо учитывать место прохождения преддипломной практики с тем, чтобы проекты соответствовали реальным практическим задачам, которые решаются заводами, НИИ и КБ по созданию, совершенствованию электрических машин, их исследованию, технологии и организации производства.

Темой ВКР является, как правило, разработка новой электрической машины или модернизация выпускаемой машины с целью улучшения ее технико-экономических показателей на основе использования прогрессивных материалов и технологий, а также новых перспективных конструкций.

Темы определяются кафедрой ЭМ с учетом личных пожеланий студентов и утверждаются приказом по КГТУ. Тематика работ по содержанию исходных данных задания на разработку не должна повторять ранее выполненные работы. Темы ВКР могут быть предложены кафедрой или самими студентами.

ВКР бакалавра может быть выполнена на базе материалов курсовых проектов по дисциплинам 7 и 8 семестров. ВКР должна содержать обзорную часть, отражающую общую профессиональную эрудицию автора, и самостоятельную исследовательскую часть, выполненную студентом.

СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Выпускная работа будущего бакалавра является его квалификационной работой и должен иметь комплексный характер и содержать элементы новизны.

Кафедра «Электромеханика» КГТУ специализирует своих выпускников по профилю "Расчет и конструирование электрических машин". Поэтому в выпускной работы студент разрабатывает заданную электрическую машину (трансформатор; асинхронный двигатель; синхронный генератор или двигатель; коллекторный двигатель и т.п.). При этом, однако, вопросы технологии производства разрабатываемой машины, а также ее эксплуатации и ремонта, должны найти всестороннее освещение в проекте. Указанным вопросам может быть посвящена также и специальная часть проекта.

Выпускная квалификационная работа охватывает комплексно все основные виды работ, проводимых при проектировании электрической машины, разработке ее технологии и ряду других вопросов деятельности электромеханика.

Выпускная работа состоит из двух частей: расчетной части в виде расчетно-пояснительной записки и графической части в виде конструкторско-технологических чертежей.

Расчетно-пояснительная записка содержит следующие основные разделы:

1. Оглавление.
2. Задание на выпускную работу.
3. Введение.
4. Электромагнитный расчет (выбор основных конструктивных решений и материалов, расчет геометрии и обмоточных данных машины, расчет магнитной цепи и электромагнитных параметров, расчет рабочих и пусковых характеристик и т.д.).
5. Тепловой расчет.
6. Вентиляционный расчет (при необходимости).
7. Техническое описание конструкции и механический расчет.
8. Специальная часть (преимущественно оригинального исследовательского характера).
9. Технологическая часть (описание технологического процесса изготовления какого-либо узла машины с разработкой маршрутных карт).
10. Патентные исследования.
11. Заключение.
12. Список литературы.
13. Приложения (при необходимости).

Расчетно-пояснительная записка может также содержать раздел по БЖД (охрана труда, экология и т.п., преимущественно с привязкой к технологической части проекта). При необходимости, в зависимости от тематики работы, в нее вводятся дополнительные разделы (например, разработка алго-

ритмов и программ расчета, разработка систем регулирования и стабилизации параметров, изготовление лабораторных стендов, экспериментальные исследования и т.д.).

Объем расчетно-пояснительной записки обычно составляет в среднем 70-90 страниц. При этом возможны некоторые отклонения ее объема, как в сторону увеличения, так и уменьшения.

Графическая часть должна содержать не менее 4 листов формата А1, содержащих общий вид спроектированной машины, детализовку ее основных узлов и деталей, выходные характеристики, а также, при необходимости, плакат по специальной или технологической части. Чертежи выполняются на компьютере в любом графическом редакторе (AutoCAD, Компас, CorelDRAW и др.) в соответствии с требованиями ЕСКД.

По решению кафедры содержание и структура выпускной работы могут быть изменены. Например, предметом разработки может быть электро-механическая система, содержащая электродвигатель и систему его управления.

Приступая к работе, студент должен четко представлять себе, что создание новой электрической машины с оптимальными показателями - это сложная комплексная задача, разрешаемая на предприятиях в НИИ и КБ деятельностью специалистов различного профиля. Поэтому при разработке проекта студент может выполнить только отдельные элементы этих работы.

При выполнении ВКР студент должен в полном объеме реализовать и продемонстрировать уровень своей подготовки по всем направлениям деятельности бакалавра-электромеханика при решении современных и перспективных задач электромашиностроения, применения технологий с использованием автоматизированных и гибких производств, использования компьютерной техники и САПР для решения научных и практических задач по созданию новых машин.

Магистральными направлениями научно-технического прогресса в отрасли являются: повышение технико-экономических показателей новых электрических машин и систем их управления; снижение их металлоемкости; улучшение систем охлаждения, повышение качества, надежности и долговечности. Необходимо учитывать, что все вновь создаваемые машины должны быть конкурентоспособными на мировом рынке и, соответственно, должны быть патентночистыми и патентоспособными. Поэтому в пояснительной записке обязательным является раздел по патентным исследованиям.

При составлении пояснительной записки выпускной работы необходимо руководствоваться следующими рекомендациями по содержанию ее разделов.

Введение. В этом разделе рекомендуется отразить задачи отечественного электромашиностроения. Необходимо обосновать актуальность темы дипломного проекта, подчеркнуть характерные и отличительные черты задания на проектирование, элементы новизны и экономической целесообразности поставленной задачи.

Электромагнитный расчет. В начале этого раздела следует указать те исходные данные задания, которые необходимы для выполнения электромагнитного расчета. Следует также подчеркнуть особенности проектируемой машины, условия и режимы ее работы и т.д. Необходимо указать, какие методики расчета будут использоваться и почему приняты именно эти методики.

Электромагнитный расчет следует подразделять на два этапа: предварительный поисковый расчет с выбором геометрии активной части и обмоточных данных машины; поверочный электромагнитный расчет с расчетом выходных параметров и характеристик и сравнение их с исходным заданием.

В разделе поискового расчета делается несколько прикидочных расчетов возможных вариантов и обосновывается выбор окончательного варианта геометрии сердечника машины, размеров пазов и зубцов, а также обмоточных данных. При этом обязательно следует выполнить сравнительный анализ с имеющимися аналогами, оценить технологичность принятого варианта и ожидаемой технико-экономические преимущества. На этом этапе расчета определяются все размеры сердечника машины, размеры коллектора, контактных колец, щеток, обмоточные данные и т.д..

После завершения поискового расчета переходят к выполнению поверочного электромагнитного расчета. Его целью является расчет магнитной цепи машины, определение сопротивлений и других параметров обмоток машины. Находятся параметры эквивалентной схемы замещения для рабочего и пускового режимов работы. Рассчитываются аналитическим путем и строятся рабочие характеристики машины и по ним определяются окончательные значения номинальных данных проектируемой машины.

Для асинхронных двигателей рассчитываются показатели пускового момента и пускового тока, максимального момента и критического скольжения. Для однофазных асинхронных двигателей определяют параметры пусковых и рабочих конденсаторов в зависимости от принятой схемы включения обмоток двигателя.

Для синхронных машин находят постоянные времени обмоток, сверхпереходные и переходные сопротивления машины в режиме КЗ и другие показатели.

Для коллекторных машин определит диапазоны регулирования частоты вращения, параметры коммутации и другие характеристики и параметры.

Для трансформаторов определяют параметры холостого хода и короткого замыкания, изменение напряжения при нагрузке, зависимость КПД от коэффициента нагрузки и т.д.

Если полученные результаты оказываются хуже, чем требуемые по заданию, то в этом случае необходимо провести поиск нового более рационального варианта машины, который бы удовлетворял всем условиям задания на разработку.

Студент должен четко представлять себе, что создание новой электрической машины с оптимальными показателями - это сложная комплексная задача, иногда не во всем полностью разрешаемая. Конечно, наиболее оп-

тимальное решение здесь достигается лишь в результате проведения расчетов, конструктивных проработок, сравнения нескольких вариантов и испытаний экспериментальных образцов машин, иногда может выявиться необходимость тех или иных корректировок в уже ранее принятое решение. А это потребует приведения повторных уточняющих расчетов.

Раздел проекта по электромагнитному расчету машины является основополагающим и, как правило, наиболее трудоемким. Его результаты во многом определяют реальную значимость всего проекта.

Вентиляционный, тепловой и механический расчеты выполняются с целью оценки работоспособности разработанного двигателя. Они проводятся после выполнения чертежа общего вида спроектированной машины с учетом размеров, полученных в электромагнитном расчете.

Вентиляционный и тепловой расчеты следует выполнять с учетом: режима работы машины; продолжительности цикла работы; числа пусков и реверсов; относительной продолжительности включения; регулировании частоты вращения; особенностей конструкции машины и т.д.

Необходимо выявить наиболее напряженный в отношении нагрева режим работы и для него сделать полный тепловой расчет с определением превышений температуры тех частей машины, которые регламентируются ГОСТом или заданием на разработку проекта. Следует помнить, что отсутствие достаточных запасов по нагреву нежелательно. Технически и экономически неоправданным будет и получение излишне завышенных запасов по нагреву для принятого класса нагревостойкости изоляции обмоток.

После завершения электромагнитного, вентиляционного и теплового расчетов выполняется более детальная конструктивная проработка общего вида проектируемой машины. При этом с учетом конструктивных и технологических соображений может выявиться необходимость или целесообразность некоторой корректировки тех или иных размеров сердечника и обмоток машины, коллектора, вентилятора и т.д.

Механический расчет. Объем и содержание работ этого раздела определяются с учетом типа проектируемой машины, ее механических нагрузок, конструктивных особенностей, специальных требований задания: взрывозащищенность, ударостойкость и т.д.

Обязательными для всех машин следует считать расчеты вала на жесткость и прочность, расчет и выбор подшипников, расчеты коллекторов.

Специальная часть проекта. Этот раздел является одним из узловых вопросов проекта. По его результатам можно наиболее полно оценить общий уровень подготовки, творческий характер работы, самостоятельность и потенциал дипломанта. Тематика спецчасти должна выходить за рамки типовых решений и сведений, содержащихся в учебной литературе.

Тема специальной части выбирается студентом и руководителем проекта с учетом темы проекта, ее особенностей, места прохождения преддипломной практики, уровня подготовленности студента.

Специальный раздел проекта может быть посвящен как расчетно-теоретическим или конструкторско-технологическим вопросам, так и содер-

жать результаты экспериментальных работ. При этом должны использоваться современные методы исследований, расширенное использование ЭВМ и элементов САПР. Вопросы снижения металлоемкости машин могут решаться на основе методов оптимизации расчетов и функционально-стоимостного анализа, применения новых прогрессивных малоотходных технологий, а также высокопроизводительных технологий.

Темами специальной части могут быть вопросы повышения надежности, долговечности и качества машин; анализ характеристик с учетом режимов работы электропривода; влияние климатических факторов; вопросы углубленного патентного исследования, разработка систем управления и т.д.

Спецразделы проекта по своему содержанию должны, как правило, выходить за рамки программ учебных дисциплин. В этом разделе нельзя ограничиваться констатацией общеизвестных фактов или обычным реферированием различных публикаций. Итоги работы студента по этому разделу проекта должны содержать конкретные результаты инженерного уровня применительно к теме дипломного проекта.

Техническое описание конструкции машины дается на основе разработанной графической части проекта со ссылками на чертежи. В пояснительной записке могут приводиться также дополнительные схемы и рисунки.

Описание конструкции следует начинать с главных конструктивных признаков и особенностей машины, а затем уже ее основных узлов (сборочных единиц) и наиболее существенных конструктивных деталей. Особое внимания следует обратить на новизну и оригинальность конструктивных решений, направленных на снижение металлоемкости машины, повышения ее надежности и долговечности, новые материалы и комплектующие изделия, прогрессивные методы технологии, сборки и регулировки. Особое внимание должно быть уделено мероприятиям и требованиям по контролю и испытаниям машины, удобству ее обслуживания и т.д. Все конструктивные решения должны конкретно увязываться с вопросами технологии производства, повышения уровня механизации и автоматизации производства на базе использования нового специализированного технологического и роботизированного оборудования, высокопроизводительных экономичных технологических процессов.

В этом разделе могут быть выполнены также расчеты размерных цепей машины с их иллюстрацией графическими схемами. Особое внимание должно быть уделено условиям эксплуатации машины. Следует также привести электрическую схему включения машины в сеть и дать описание ее особенностей.

Технологическая часть проекта. В каждом дипломном проекте этот раздел должен получить достаточно объемную и полную разработку. В тех случаях, когда спецчасть проекта также посвящается технологии, то эти оба раздела проекта следует объединить вместе.

Технологическая часть проекта должна отражать вопросы применения и разработки прежде всего новых и прогрессивных технологических процессов, нового высокопроизводительного и энергосберегающего технологиче-

ского оборудования, методов контроля и управления качеством в процессе производства электрических машин.

В этом разделе может быть дана разработка технологических процессов наиболее важных узлов и деталей машины, различных технологических приспособлений. Здесь следует обратить внимание на новые и прогрессивные мероприятия по снижению расхода материалов, снижению доли ручного труда и повышению уровня механизации и автоматизации за счет использования специализированного оборудования, манипуляторов и роботизированных механизмов, переналаживаемых гибких автоматизированных производств.

Изложение этой части проекта должно быть иллюстрировано чертежами, схемами и рисунками. Разработанная документация на техпроцесс должна соответствовать нормам ГОСТа на ЕСТД (единая система технологической документации) с оформлением маршрутных и оперативных технологических карт.

Патентная проработка. На стадии дипломного проектирования эта работа имеет в основном учебно-методический характер. Патентный поиск проводится по какому-либо конструктивному узлу или элементу машины, технологическому процессу или способу изготовления. Поиск проводится по патентным материалам международных организаций (ВОИС, ЕПВ) и промышленно развитых стран, таких как США, Великобритания, Япония, Германии и др. Изучение и анализ патентной литературы позволит в дальнейшем при решении конкретных задач наряду с традиционными техническими решениями, операциями и приемами, которые были изучены в специальных дисциплинах, применять новые конструкторские и технологические приемы и пути. В результате обработки патентной информации можно также получить сведения о тенденциях развития техники, патентно-лицензионной политике фирм и т.д.

Целью поиска является определение патентной чистоты и патентоспособности изделия или способа его изготовления, а также выявление новых решений, которые могут составить предмет изобретения.

Безопасность жизнедеятельности. Этот раздел студент разрабатывает в соответствии с методическими указаниями и индивидуальным заданием, которые выдает перед выходом на предквалификационную практику кафедра "Теплотехники и БЖД". Вопросы охраны труда должны учитывать специфику темы проекта и особенности разрабатываемой машины. Например, если разрабатывается высоковольтная машина, то особое внимание следует обратить на электробезопасность при проведении ее испытаний. Разработка техпроцессов пропитки обмоток и процессов окраски должна быть связана с вопросами экологии, охраны труда и техники безопасности для этих процессов. Проектирование маломощного исполнения машины следует увязать с охраной труда в отношении производственного шума и т.д.

Заключение. В данном разделе в сжатой форме необходимо отразить соответствие полученных результатов требованиям задания на проектирование и требованиям ГОСТов.

Целесообразно также подчеркнуть достигнутые преимущества разработанной машины по сравнению с имеющимися отечественными и зарубежными аналогами. Следует указать на элементы новизны и оригинальность решений, прогрессивность конструкции, новых материалов и технологии производства, повышение технических показателей, надежности и долговечности машины. Все эти факторы должны учитываться при расчете экономической эффективности внедрения разработки.

Графическая часть ВКР обычно содержит не менее 4 листов чертежей и по трудоемкости может составлять до $30 \div 40$ % всего объема работ над ВКР. При выполнении проекта машины малой мощности с учетом размеров машины и графических масштабов количество листов чертежей может быть уменьшено, а для проекта крупной машины - увеличено на $1 \div 2$ листа.

Графическая часть, в зависимости от типа машины, обычно содержит такие чертежи:

- для вращающихся машин: чертеж общего вида машины, чертежи узлов обмотанного статора и ротора (якоря), узла коллектора, узла контактных колец, чертежи листов сердечников статора и ротора, станины, подшипниковых щитов, вентилятора, щеткодержателей, катушки и секции обмоток и другие детали;

- для трансформаторов: чертежи общего вида и активной части в сборе, чертеж магнитопровода и схема его шихтовки, чертежи обмоток, бака, выхлопной трубы, расширительного бачка, вводов, переключателя выводов и т.д.

Приводятся кривые выходных характеристик машины, чертежи и схемы по специальной, технологической и экономической частям проекта, алгоритмы расчетов на ЦВМ и др.

Графическая часть ВКР может содержать плакаты. Плакат содержит в упрощенной и обобщенной форме сведения с необходимым иллюстративным материалом. Плакат должен содержать: заголовок, изобразительную часть, условные обозначения, пояснительный текст (при необходимости).

Конкретное содержание графической части с распределением ее по листам определяется руководителем проекта совместно со студентом и указывается в задании на проектирование.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Расчетно-пояснительная записка должна в краткой и полной форме отразить результаты проделанной студентом работы с всесторонним обоснованием принятых решений.

Пояснительная записка оформляется в виде сброшюрованной папки на стандартных листах белой писчей бумаги формата А4 с полями: слева - не менее 30 мм, справа - 10 мм, сверху - 15 мм, снизу - 20 мм. Все листы нумеруются. Записка должна иметь титульный лист по установленной форме, оглавление, задание на разработку проекта, текстовую часть с разбивкой на

главы (внутри глав - на параграфы), приложения (при необходимости) и список использованной литературы. Графическая часть проекта является самостоятельным приложением к пояснительной записке. Объем графической части (общее количество листов) указывается в оглавлении.

Пояснительная записка обычно набирается на компьютере (шрифт TimesNewRoman, размер 14) или пишется от руки. Записка иллюстрируется аккуратно выполненными эскизами, схемами и графиками, которые должны быть пронумерованы и иметь подрисуночные надписи.

Расчетные формулы приводят в буквенном виде, затем в них подставляют числовые значения параметров и указывают (без промежуточных вычислений) конечные результаты с размерностью. Все первый раз встречающиеся в формулах обозначения обязательно поясняются. Повторно пояснения даются лишь по мере надобности.

В развернутом виде расчеты приводятся только для одного основного варианта. Расчеты промежуточных вариантов следует приводить в таблицах в виде итоговых результатов с необходимым пояснением. Таблицы и рисунки должны быть пронумерованы (нумерация в пределах каждой главы, например, рис. 1.1, таблица 3.1, где первая цифра - номер главы, вторая - порядковый номер рисунка или таблицы в пределах главы).

В конце каждого самостоятельного раздела и каждой главы должны даваться краткие и четкие выводы по сути полученных результатов и их сравнительному анализу. При изложении пояснительной записки необходимо стремиться к тому, чтобы ознакомление с введением и выводами по разделам и главам давало полное и четкое представление о главных результатах работы по всем вопросам.

Терминология, условные обозначения и размерности параметров должны соответствовать действующим стандартам. При этом необходимо пользоваться международной системой единиц "СИ" с учетом возможности применения разрешенных долевых и кратких значений, общепринятых в научно-технической литературе по электрическим машинам. Из внесистемных единиц разрешено пользоваться для частоты вращения - об/мин, для температур - °С. Сокращение слов не допускается, кроме тех, которые разрешены стандартами и являются общепринятыми.

Номера страниц в пояснительной записке ставятся в правом верхнем углу листа. Нумерация страниц сквозная для всей пояснительной записки. При оформлении записки следует учитывать требования ГОСТ 7.32-81 "Отчет о научно-исследовательской работе. Общие требования и правила оформления".

Графическая часть. Оканчивая ВУЗ по специальности "Электромеханика", выпускник получает степень бакалавра техники и технологии. Последнее подчеркивает его роль не только как исследователя, но и как конструктора, и как технолога. Это определяет достаточно большой объем и серьезные требования, которые предъявляются при разработке графической части ВКР.

Графическая часть обычно содержит 6÷8 листов чертежей (формат А1). Как правило, чертежи выполняются в карандаше. Однако по разрешения заведующего кафедрой студент может выполнять графическую часть и на плоттере (в полном объеме или лишь отдельные чертежи, как например, схемы, графики и диаграммы). Для лучшего обзора они могут быть выполнены различными цветами.

Чертежи по правилам выполнения, условным обозначениям, шрифтам, масштабам и другим элементам должны соответствовать ГОСТ на "Единую систему конструкторской документации" (ЕСКД) ГОСТ 2.101-68, ГОСТ 2.109-68 и др. Допуски и посадки должны соответствовать единой системе допусков и посадок - ЕСДП СЭВ. Обозначения шероховатостей и других обозначений на чертежах должны соответствовать СТ СЭВ и действующим ГОСТам.

Листы чертежей могут быть разделены (графически) на отдельные форматы, размер которых выбирается студентами в зависимости от размеров, масштаба и количества проекций разрабатываемой детали.

Каждый чертеж должен иметь основную надпись (угловой штамп) по ГОСТ 2.104-68, которая размещается в правом нижнем углу чертежа (см. приложение 1).

В графе 1 указывается наименование чертежа. Например, на чертеже общего вида указывается в соответствии с темой проекта следующее: **Генератор синхронный трехфазный** (здесь также можно указать основные выходные параметры, например, $P_{ном} = 250$ кВт, $n_c = 750$ об/мин).

В графе 2 основной надписи указывается обозначение данного чертежа: "**КГТУ ВКР. шифр**". Здесь **ВКР** – это выпускная квалификационная работа. В **шифре** указаны шифрованное обозначение сведений о студенте и данном чертеже в соответствии с рекомендациями кафедры:

- первые две цифры – порядковый номер студента в соответствии с групповым списком;
- вторые три цифры - номер позиции узла на сборочном чертеже;
- третьи три цифры - номер позиции детали на сборочном чертеже.

В графах 3 ÷ 7 указывается соответственно: студент, руководитель, консультант по технологической части, консультант по графической части, зав.кафедрой (с фамилиями и инициалами). Консультанты по экономической части и охране труда указываются лишь на чертежах, которые по содержанию соответствуют этим разделам проекта.

В графе 8 указывается материал, из которого изготовлена данная деталь (если чертеж сборочный, т.е. на какой-либо узел, то данная графа остается пустой). В графе 9 следует проставить литер "У". Это будет обозначать, что проект является учебным. В графе 10 указывается порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют), а в графе 11 - обозначение учебной группы. Остальные графы заполняются согласно требованиям ГОСТа.

К чертежам сборочных единиц (узлов) должны быть составлены спецификации (см. приложение 2). Листы спецификаций и порядок их заполне-

ния - по ГОСТ 2.108-68. Листы спецификаций подшиваются в пояснительную записку проекта отдельным приложением. Перечень чертежей графической части указывается также в приложении к пояснительной записке.

При разработке графической части необходимо помнить о следующем.

Чертеж каждой детали должен однозначно содержать все исчерпывающие данные для ее изготовления, контроля и испытаний. Фактически на **всех чертежах необходимо помещать** также и **технические требования**, которые дополняют чертеж в отношении геометрических форм и размеров детали, различных требований и указаний по изготовлению, контролю и испытаниям детали.

На чертежах сборочных единиц (узлов) указываются габаритные размеры, а также размеры конструктивных элементов, указания и требования, подлежащие выполнению и контролю при изготовлении этого узла.

На чертеже общего вида приводятся все габаритные и установочно-присоединительные размеры машины, которые регламентируются ГОСТами.

ПОРЯДОК ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ К ЗАЩИТЕ

Выполненная выпускная квалификационная работа бакалавра должна быть оформлена в соответствии с современными требованиями и с привлечением современных средств редактирования и печати.

Законченная квалификационная работа, подписанная студентом и консультантами, представляется руководителю, который составляет на нее отзыв, в котором должны быть отмечены:

- актуальность темы работы;
- достоинства и недостатки работы;
- степень самостоятельности и инициативности студента;
- умение студента пользоваться специальной литературой;
- способности студента к практической или исследовательской работе;
- возможность использования полученных результатов на практике;
- возможность присвоения выпускнику квалификации бакалавра;
- дифференцированная оценка за ВКР в целом;
- допуск квалификационной работы к защите.

Заведующий кафедрой ЭМ рассматривает проект и отзыв руководителя и принимает решение о допуске студента к защите проекта в ГАК. В случае, если заведующий кафедрой не считает возможным допустить студента к защите дипломного проекта, вопрос рассматривается на заседании кафедры с участием руководителя. Протокол заседания кафедры (при отрицательном решении) представляется на утверждение ректору университета.

Выпускная квалификационная работа, допущенная к защите, направляется на **рецензию** (состав рецензентов утверждается кафедрой заранее). Работу необходимо представить на рецензию не позднее, чем за пять дней до официальной защиты. В качестве рецензента может быть только специалист

из сторонней организации, преимущественно с производства. После детального ознакомления с проектом и личного собеседования со студентом рецензент составляет письменную рецензию, в которой должны быть отмечены:

- актуальность темы работы и степень соответствия работы заданию;
- полнота и качество расчета или проведенных исследований, оценка достоверности полученных результатов;
- качество и полнота графической части ВКР;
- наличие аргументированных выводов по результатам работы;
- практическая значимость выполненной работы, возможность использования полученных результатов;
- достоинства, а также недостатки и слабые стороны работы;
- замечания по оформлению работы и стилю изложения материала;
- дифференцированная оценка за ВКР в целом

Перед защитой в ГАК студент представляет на кафедру ЭМ выпускную работу (вместе с отзывом и рецензией) и полностью оформленную зачетную книжку (при отсутствии зачетной книжки студент до защиты не допускается).

ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА

Выпускная квалификационная работа защищается ее автором перед Государственной аттестационной комиссией (ГАК). За две недели до начала работы комиссии устанавливается расписание заседаний, и назначаются сроки и очередность защиты студентами. Порядок публичной защиты выпускной квалификационной работы определяется положением о ГАК.

Для сообщения о результатах работы над выпускной работой студенту предоставляется 7 ÷ 10 мин. За это время он должен четко и кратко доложить ГАК об особенностях темы проекта и характерных требованиях, предъявляемых к разрабатываемой машине. Кратко излагают методы, пути и результаты полученных результатов. Это рекомендуется делать в порядке следования разделов пояснительной записки. Студенту рекомендуется иметь план или конспект своего выступления. Рекомендуется также сделать выписки из пояснительной записки по числовым значениям различных параметров, характеристик и других показателей машины.

После доклада члены ГАК задают вопросы. Вопросы могут быть заданы также и не членами ГАК, в том числе и студентами. На защите студенту может быть задан любой вопрос, связанный прямо или косвенно с темой проекта, а также вопросы из области теории электрических машин и электротехники. При ответах студенту разрешается пользоваться пояснительной запиской, чертежами и своими записями.

По окончании ответов на вопросы зачитываются отзыв руководителя и рецензия. Студент обязан дать мотивированные и исчерпывающие ответы по всем имеющимся замечаниям, если он с ними не согласен. После этого защита считается законченной.

Далее заслушиваются рецензия и отзыв руководителя работы, представляют слово членам комиссии и присутствующим, желающим выступить по теме работы. Затем студенту дается заключительное слово, в котором он отвечает на замечания, имеющиеся в рецензии и выступлениях.

Результаты защиты оглашаются председателем ГАК после завершения рассмотрения этого вопроса на закрытом заседании ГАК (после защиты всех работ, заявленных на данный день), простым большинством голосов. Оценка выставляется с учетом всех факторов: сложности и качества выполненной работы, результатов публичной защиты, ответов на вопросы, отзывов руководителя и рецензента, а также с учетом итогов всего периода обучения в университете. Оценка по работе должна основываться на требовании того, что у каждого студента должна быть сформирована на достаточном уровне вся совокупность знаний и умений, предусмотренных в Государственном образовательном стандарте. При выполнении и защите работы это должно найти отражение в:

- знаниях студентом теоретических основ и методов расчета, конструирования и технологии изготовления машины проектируемого типа;
- знаниях вопросов теории, рабочих характеристик, условий и режимов работы проектируемой машины, особенностей ее эксплуатации, оценки ее технико-эксплуатационных показателей, вопросов повышения надежности и долговечности, обеспечения условий техники безопасности;
- умении студентом правильно выполнить расчетные и проектно-конструкторские работы в объеме задания по проекту;
- умении студентом правильно выбрать наиболее рациональные и прогрессивные технологические процессы изготовления проектируемой машины, ее узлов и деталей;
- умении проводить работы научно-исследовательского характера на стадии проектирования машины, применять вычислительную технику, использовать специальную научно-техническую литературу;
- умении самостоятельно принимать правильно технические решения по вопросам расчета, конструирования, технологии производства и другим инженерно-техническим и экономическим вопросам в объеме работ по дипломному проекту.

Общий уровень требований к оценке выпускной квалификационной работы и результатов их защиты перед ГАК должен учитывать все возрастающие требования к качеству подготовки бакалавров. При оценке можно ориентироваться на следующие методические рекомендации.

Оценка "*отлично*" выставляется студентам, выполнившим выпускную квалификационную работу без ошибок, в полном объеме, технически грамотно и аккуратно, умеющим свободно и творчески выполнять работы в объеме задания на проект. Защита работы на оценку "*отлично*" должна характеризоваться глубокими и прочными знаниями, логически стройной, содержательной, глубокой и всесторонней аргументацией всех принятых в работе решений.

Оценка "*хорошо*" выставляется студентам, выполнившим ВКР без ошибок, в полном объеме, грамотно и достаточно аккуратно, умеющим самостоятельно и правильно выполнять работы в объеме задания на проект. Защита проекта на оценку "*хорошо*" должна характеризоваться в целом содержательной и грамотной аргументацией, умением обосновывать принятые в проекте решения.

Оценка "*удовлетворительно*" выставляется студентам, допустившим в работе отдельные не принципиальные погрешности, которые не могут привести к технически неправильным решениям, существенному несоответствию полученных в проекте результатов нормативам исходного задания и ГОСТов. При этом студенту могут быть высказаны замечания и по недостаточно аккуратному оформлению работы, несоблюдению в полном объеме нормативов ГОСТа на ЕСКД. В целом правильно принятые решения при этом могут не получить подкрепления правильной аргументацией при защите проекта перед ГАК.

Оценка "*неудовлетворительно*" выставляется тем студентам, в выпускной квалификационной работе которых обнаружены грубые технические ошибки, недопустимое отклонение полученных по расчетам результатов от норм исходного задания и ГОСТов или когда студент при защите перед ГАК обнаруживает пробелы в знаниях основного учебного материала, или не может принятые в работе решения подкрепить достаточной аргументацией.

Студенту, достигшему особых успехов в освоении профессиональной образовательной программы и защитившему выпускную квалификационную работу с оценкой отлично, может быть выдан диплом с отличием. Дополнительными условиями такого решения ГАК являются наличие не менее 75% отличных оценок и отсутствие удовлетворительных оценок в течение всего периода обучения в университете.

Выпускная квалификационная работа после защиты сдается на кафедру ЭМ для хранения в архиве. При необходимости передачи предприятию для использования ее результатов в производстве, с нее может быть снята копия с разрешения проректора университета.

Если защита выпускной квалификационной работы признается неудовлетворительной, ГАК устанавливает, может ли студент представить к повторной защите ту же работу с доработкой, определяемой комиссией, или он обязан разработать новую тему, назначенную кафедрой ЭМ. Одновременно студент отчисляется из университета с выдачей документа о неполном высшем образовании.

Лица, получившие неудовлетворительную оценку при защите, допускаются к повторной защите не ранее, чем через три месяца, и не более, чем через пять лет после первичной защиты. Повторная защита не может назначаться более двух раз.

КРАТКИЙ ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЩИТЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Общие вопросы электрических машин

1. Исполнение электрических машин по степени защиты.
2. Режимы работы ЭМ и их влияние на нагрев машины.
3. Системы охлаждения ЭМ.
4. Зачем нужны ребра на станине?
5. Условия образования вращающегося магнитного поля.
6. Испытания электрической прочности изоляции.
7. Какие типы вентиляторов применяются в ЭМ?
8. Дать характеристику трем основным видам теплообмена.
9. Задачи механического расчета ЭМ.
10. Типы подшипников и конструирование подшипниковых узлов.
11. Источники шума и вибрации электрических машин.
12. Методы улучшения вибро-акустических свойств ЭМ.
13. Какие причины приводят к появлению высших гармоник в магнитном поле электрической машины?
14. Какие виды потерь есть в ЭМ?
15. Что понимается под добавочными потерями?
16. Зачем в ЭМ нужно добиваться увеличения пускового момента?
17. В чем измеряется уровень шума? В чем измеряется вибрация?
18. Охрана труда при выполнении обмоточно-изоляционных работ.
19. Зануление и заземление электрооборудования.
20. Какие вредные вещества выделяются при пропитке обмотки статора? Какие болезни они могут вызвать? Определение предельной концентрации на рабочем месте. Как обезопасить людей.
21. Способы подавления высших гармоник в обмотке статора.
22. Как разделяются электроизоляционные материалы по нагревостойкости?

Асинхронные машины

1. Скольжение и режимы работы асинхронных машин.
2. Способы пуска АД.
3. Способы улучшения пусковых параметров АД.
4. Способы регулирования частоты вращения ротора.
5. Как изменить направление вращения асинхронного двигателя?
6. При каких условиях асинхронная машина работает как генератор?
7. Как изменяется скольжение АД при увеличении нагрузки на валу?
8. Способы принудительного торможения асинхронного двигателя.
9. Последовательность разборки АД мощностью до 100 кВт.
10. Дать сравнительный анализ различных типов обмоток статора.

11. Как можно изменить активное сопротивление ротора? На что влияет увеличение активного сопротивления ротора?
12. Что такое насыщение коронок зубцов и как оно влияет на параметры АД в пусковом режиме?
13. Почему с увеличением механической нагрузки на валу АД возрастает потребляемая из сети мощность?
14. Возможно ли использование трехфазных двигателей в качестве однофазных.

Синхронные машины

1. Системы возбуждения СМ.
2. В чем состоит явление реакции якоря? Каково действие реакции якоря при различных типах нагрузки (активной, индуктивной, емкостной)?
3. Что такое «номинальное изменение напряжения СГ»?
4. Для чего используется параллельная работа СГ?
5. Условия включения СГ на параллельную работу с мощной сетью.
6. Способы пуска синхронных двигателей.
7. Способы синхронизации СГ с мощной сетью.
8. U-образные характеристики СГ.
9. Способы пуска синхронных двигателей.
10. Что такое синхронный компенсатор и как он работает?
11. Для чего воздушный зазор в СМ делают неравномерным?

Трансформаторы

1. Для чего нужен расширительный бак, выхлопная труба?
2. Группы соединения обмоток трансформатора и их обозначение.
3. Почему при увеличении нагрузки увеличивается ток в первичной обмотке?
4. Будет ли изменяться ток х.х. при уменьшении сечения стержней магнитопровода?
5. Изменение напряжения в трансформаторе.
6. Энергетическая диаграмма и КПД.
7. Условия включения трансформаторов на параллельную работу.
8. Явления в трансформаторах при несоблюдении условий включения на параллельную работу.
9. Как защитить масло от увлажнения и старения?
10. Какие параметры трансформатора контролируются перед началом хранения и монтажом?

Машины постоянного тока

1. Реакция якоря МПТ и ее влияние на характеристики машины.
2. Способы ослабления реакции якоря.
3. Дать определение коммутации.
4. Механические и электромагнитные причины искрения под щетками.
5. Для чего применяют возбуждение МПТ от постоянных магнитов?

6. Особенности конструкции машин с постоянными магнитами.
7. Способы улучшения коммутации.
8. Назначение и принцип работы добавочных полюсов.
9. Назначение и принцип работы стабилизирующей обмотки.
10. Способы пуска ДПТ.
11. Способы регулирования частоты вращения в ДПТ.

Технология производства электрических машин

1. Технологический процесс обработки вала.
2. Технология обработки ротора.
3. Назначение и способы пропитки обмоток.
4. Лаки, применяемые при пропитке.
5. Типы штампов для изготовления листов статора и ротора.
6. Подготовка листов к сборке. Термическая обработка и нанесение электроизоляционного покрытия.
7. Технология сборки пакета статора и ротора.
8. Технология изготовления и укладки обмоток из круглого провода.
9. Проведение балансировки ротора.
10. Технология раскроя листов статора.
11. Виды испытаний электрических машин.
12. Необходимость отжига листов статора и ротора.
13. Технология намотки полюсов машин постоянного тока.
14. Способы заливки роторов. Влияние методов заливки на характеристики электрических машин.
15. Технология изготовления подшипникового щита.
16. Типы коллекторов.
17. Технология изготовления коллекторных пластин и коллекторных прокладок. Технология сборки коллекторов.
18. Балансировка вращающихся частей электрических машин.
19. Порядок сборки электрической машины.
20. Изготовление магнитных систем трансформаторов.
21. Технология изготовления обмоток трансформаторов.
22. Сборка трансформаторов. Сушка трансформаторов.

Эксплуатация и ремонт электрических машин

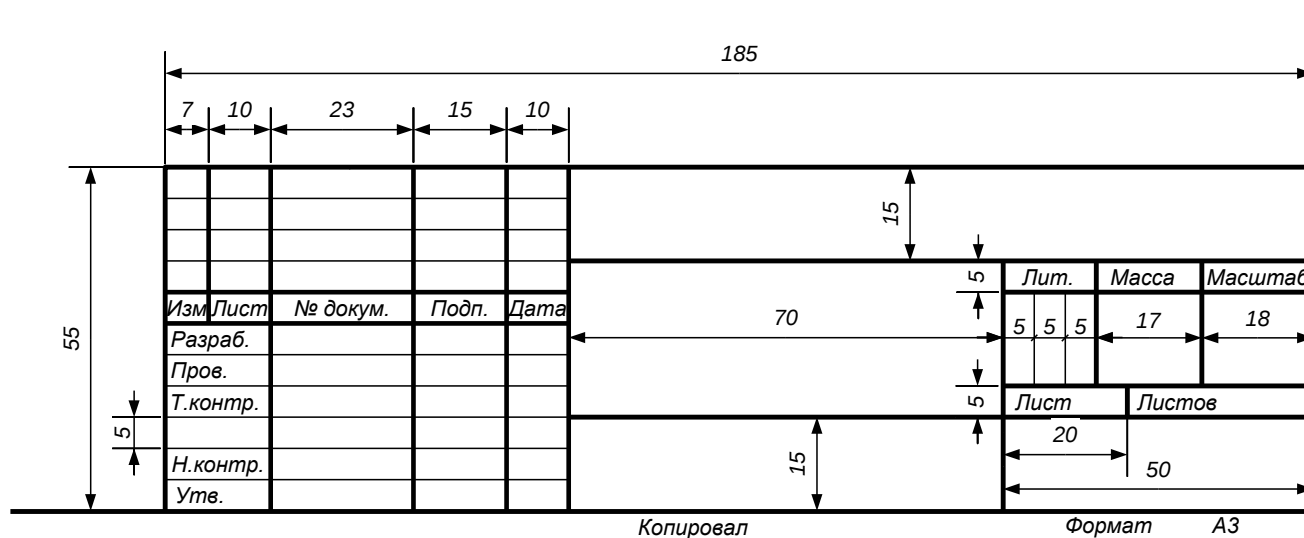
1. Что включает в себя ревизия трансформаторов?
2. Симптомы электрических отказов асинхронных двигателей.
3. Разборка, мойка, дефектация, устранение повреждений.
4. Какие параметры контролируют при сушке?
5. Какие мероприятия относятся к техническому обслуживанию трансформатора?
6. Виды защиты, предусмотренные для двигателей переменного тока с напряжением более 1000 В.
7. Назовите условия хранения электрических машин.

8. Что такое ремонтный цикл и как выбирается его продолжительность?
9. Какова последовательность пусконаладочных работ электрических машин?
10. Как защитить масло от увлажнения и старения?
11. Какие параметры трансформатора контролируются перед началом хранения и монтажом?
12. Назовите способы сушки обмоток электрических машин и область их применения.
13. Что понимают под нагрузочной способностью трансформатора?
14. Что входит в объем текущего ремонта?
15. Выбор электродвигателей по условиям пуска.
16. Ревизия трансформатора.
17. Защита масла от увлажнения.
18. Неисправности электрических машин.
19. Содержание текущего ремонта электрических машин.
20. Последовательность разборки АД мощностью до 100 кВт.
21. Дефектация подшипниковых щитов.
22. Как исправляют резьбовые отверстия в корпусах?
23. Как производится восстановление изоляции круглого провода?
24. Назовите виды испытаний машин переменного тока? Зачем они производятся?
25. Как снимаются подшипниковые щиты?
26. Какие недостатки имеет обезличенная сборка ЭМ?
27. Какие операции выполняют при ремонте обмоток без разборки активной части?
28. Как восстанавливают изоляцию катушек, используемых повторно?
29. Как восстанавливают посадочные поверхности на валах?
30. Как снимают подшипники?
31. В каких случаях производят балансировку роторов?
32. Последовательность выполнения ремонтных работ трансформатора.
33. Какие испытания проводят после сборки трансформатора?
34. Какие дефекты могут быть устранены у литой и сварной короткозамкнутой обмотки ротора?
35. Как производят дефектацию щеточного узла?
36. Какие способы извлечения обмотки из круглого провода вам известны?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бочкарев И.В. Проектирование асинхронных электродвигателей. - Б.: ИЦ «Текник», 2014.
2. Бочкарев И.В., Гунина М.Г. Проектирование трехфазных силовых трансформаторов. Б.: ИЦ «Текник», 2013.
3. Проектирование электрических машин /Под ред. Копылова И.П. - М.: Энергия, 2001.
4. Гурин Я.С., Кузнецов Б.И. Проектирование серий электрических машин. – М.: Энергия, 1978.
5. Гольдберг О.Д., Гурин Я.С., Свириденко И.С. Проектирование электрических машин. – М.: Высшая школа, 1984.
6. Тихомиров П.М. Расчет трансформаторов. – М.: Энергоатомиздат, 1986.
7. Бочкарев И.В. Галбаев Ж.Т. Электродвигатели с встроенным электромеханическим тормозом для станков и роботов. Б.: Илим, 2005.
8. Цой В.Н. Основы проектирования явнополюсных синхронных машин для ВЭС и ГЭС малой мощности. Б.: ИЦ Текник, 2005.
9. Антонов М.В., Акимова Н.А., Котеленец Н.Ф. Эксплуатация и ремонт электрических машин. М. Высшая школа, 1989.
10. Худяков З.И. Ремонт трансформаторов. – М.: Высшая школа, 1982.
11. Цирель Л. Я. , Поляков В.С. Эксплуатация силовых трансформаторов на электростанциях и в электросетях. – Л.: Энергоатомиздат, 1985.
12. Антонов М.В., Герасимова Л.С. Технология производства электрических машин. - М.: Энергоиздат, 1991.
13. Осьмаков А.А. Технология и оборудование производства электрических машин. – М.: Высшая школа, 1990.
14. Виноградов Н.В. Производство электрических машин. - М.: Энергия, 1980.
15. Технология производства асинхронных двигателей: / Под. ред. В.Г. Костромина. - М.: Энергия, 1981.
16. Гемке Р.Г. Неисправности электрических машин. – Л.: Энергоатомиздат, 1989.
17. Брускин Д.Д., Зорохович А.Б., Хвостов В.С. Электрические машины. Ч. I, 2 – М.: Высшая школа, 1987.
18. Копылов И.П. Электрические машины. М.: Энергоатомиздат, 1986.
19. Чиликин М.Г., Ключев В.И., Сандлер А.С. Теория автоматизированного электропривода. – М.: Энергия, 1979.
20. Ключев В.И. Теория электропривода.– М.: Энергоатомиздат, 1985.

РАЗМЕРЫ ОСНОВНОЙ НАДПИСИ



СОДЕРЖАНИЕ И ПОРЯДОК ЗАПОЛНЕНИЯ ОСНОВНОЙ НАДПИСИ

					2						
					1	Литера		Масса		Масштаб	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		9					
Разраб.		3									
Пров.		4									
Т.контр.		5				Лист 10		Листов			
					8	11					
Н.контр.		6									
Утв.		7									

Первый лист спецификации

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	15	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	6	6	8	8 min				
Справа. №					70	63	10	22
	Име. № подл. Подпись и дата							
Взам. инв. №								
	Име. № инв. № дубл. Подпись и дата							
Име. № подл. Подпись и дата								
	Име. № подл. Подпись и дата							
Име. № подл. Подпись и дата								
	Име. № подл. Подпись и дата							
Име. № подл. Подпись и дата								
	Име. № подл. Подпись и дата							
Име. № подл. Подпись и дата								
	Име. № подл. Подпись и дата							
Име. № подл. Подпись и дата								
	Име. № подл. Подпись и дата							
Име. № подл. Подпись и дата								
	Име. № подл. Подпись и дата							
Име. № подл. Подпись и дата								
	Име. № подл. Подпись и дата							
Име. № подл. Подпись и дата								
	Име. № подл. Подпись и дата							
Име. № подл. Подпись и дата								
	Име. № подл. Подпись и дата							
Име. № подл. Подпись и дата								
	Име. № подл. Подпись и дата							
Име. № подл. Подпись и дата								
	Име. № подл. Подпись и дата							
Име. № подл. Подпись и дата								
	Име. № подл. Подпись и дата							
Име. № подл. Подпись и дата								
	Име. № подл. Подпись и дата							
Име. № подл. Подпись и дата								
	Име. № подл. Подпись и дата							
Име. № подл. Подпись и дата								
	Име. № подл. Подпись и дата							
Име. № подл. Подпись и дата								
	Име. № подл. Подпись и дата							
Име. № подл. Подпись и дата								
	Име. № подл. Подпись и дата							
Име. № подл. Подпись и дата								
	Име. № подл. Подпись и дата							
Име. № подл. Подпись и дата								
	Име. № подл. Подпись и дата							

Второй лист спецификации

[illegible]

Пример заполнения спецификации

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание			
						<u>Документация</u>					
		A1			КГТУ ВКР 07.000.000 СБ	Сборочный чертёж					
						<u>Сборочные единицы</u>					
Справа. №		A1	1		КГТУ ВКР 07.001.000 СБ	Ротор	1				
		A1	2		КГТУ ВКР 07.002.000 СБ	Статор	1				
			3		КГТУ ВКР 07.003.000 СБ	Щит подшипниковый	1				
			4		КГТУ ВКР 07.004.000 СБ	Щит подшипниковый	1				
		A1				<u>Детали</u>					
		A1									
Подпись и дата		A1	5		КГТУ ВКР 07.000.005	Кожух	1				
		A1	6		КГТУ ВКР 07.000.006	Вентилятор	1				
		A4	7		КГТУ ВКР 07.000.007	Этикетка	1				
		A1	8		КГТУ ВКР 07.000.008	Станина	1				
		A3	9		КГТУ ВКР 07.000.009	Крышка	1				
		A3	10		КГТК ВКР 07.000.010	Кольцо	2				
		A3	11		КГТУ ВКР 07.000.011	Втулка	1				
		A3	12		КГТУ ВКР 07.000.012	Винт	1				
		A3	13		КГТУ ВКР 07.000.013	Штуцер	1				
						<u>Стандартные изделия</u>					
		Взам. инв. №			16			Болт М8-6г х 20.58	3		
						ГОСТ 7798 - 70					
	17					Болт М10-6г х 20.58	2				
Подпись и дата						ГОСТ 7798 - 70					
Инв. № подл.		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КГТУ ВКР 07.000.000 СБ Двигатель асинхронный с короткозамкнутым ротором				
		Разраб.	Никонов						Лит.	Лист	Листов
		Пров.	Бочкарёв						у	1	2
		Н.контр.	Бочкарёв						ЭМ - 1 - 15		
		Утв.	Бочкарёв								

Копировал
Формат А4

[illegible]

О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	3
ВИДЫ И ЗАДАЧИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ	4
ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РА- БОТЫ	7
ТЕМАТИКА ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТ...	8
СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОН- НОЙ РАБОТЫ	9
ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ	15
ПОРЯДОК ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКА- ЦИОННОЙ РАБОТЫ К ЗАЩИТЕ	18
ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ	19
КРАТКИЙ ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ ВОПРОСОВ К ЗАЩИТЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ	22
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	26
ПРИЛОЖЕНИЯ	27