



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Директор института

Фонд оценочных средств
(приложение к рабочей программе модуля)
«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ»

основной профессиональной образовательной программы бакалавриата
по направлению подготовки

13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

ИНСТИТУТ

морских технологий, энергетики и строительства

РАЗРАБОТЧИК

кафедра энергетики

1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

1.1 Результаты освоения дисциплины

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями
ОПК-4: Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	Электрические машины	<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - принцип действия, особенности конструкции и характеристики современных типов электрических машин и трансформаторов; - уравнения и схемы замещения, используемые при моделировании электрических машин и трансформаторов; - режимы работы трансформаторов и трансформаторов; <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать методы анализа и моделирования электрических машин и трансформаторов; - применять полученные знания о режимах работы и характеристиках электрических машин и трансформаторов при решении задач профессиональной деятельности; <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками элементарных расчетов и испытаний электрических машин и трансформаторов; - навыками экспериментального исследования и анализа режимов работы электрических машин и трансформаторов.

1.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания открытого и закрытого типов.

Промежуточная аттестация в форме экзамена проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости.

К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине относятся:

- задания по курсовому проекту;
- экзаменационные задания по дисциплине, представленные в виде тестовых заданий.

1.3 Критерии оценки результатов освоения дисциплины

Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) 100 – балльную/процентную систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему (табл. 2).

Таблица 2 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может корректно связывать между собой (только некоторые из них может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2 Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3 Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4 Освоение стандартных алгоритмов	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи	В состоянии решать поставленные задачи в	В состоянии решать поставленные задачи в	Не только владеет алгоритмом и

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
решения профессиональных задач	в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	соответствии с заданным алгоритмом	соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Компетенция ОПК-4: Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин.

Тестовые задания открытого типа

1. Статическое электромагнитное устройство, предназначенное для преобразования электрическую энергию переменного тока в электрическую энергию тоже переменного тока, но других параметров это: _____

Ответ: трансформатор

2. Закон электротехники, на котором основан принцип действия трансформатора :

Ответ: закон электромагнитной индукции

3. Мощность, которая приводится в паспортных данных силового трансформатора: _____

Ответ: номинальная полная мощность

4. Силовой трансформатор преобразует: _____

Ответ: ток и напряжение

5. Коэффициент трансформации трансформатора это: _____

Ответ: отношение числа витков первичной обмотки к числу витков вторичной

6. Увеличить вторичное напряжение однофазного трансформатора при неизменном первичном напряжении можно: _____

Ответ: за счет увеличения количества витков вторичной обмотки

7. Потери в стали трансформатора пропорциональны: _____

Ответ: частоте тока

8. Для определения коэффициента трансформации, потерь в стали и параметров цепи намагничивания схемы замещения производят опыт: _____

Ответ: холостого хода

9. Для определения напряжения короткого замыкания, потерь в проводниках обмоток трансформатора и сопротивлений короткого замыкания проводят опыт: _____

Ответ: короткого замыкания

10. Изменение вторичного напряжения трансформатора $\Delta u\%$ при увеличении тока нагрузки зависит от: _____

Ответ: коэффициента загрузки β и характера нагрузки

11. Группа соединения трансформатора характеризуется: _____

Ответ: величиной угла смещения вектора линейного напряжения обмотки НН относительно соответствующего вектора линейного напряжения обмотки ВН

12. а) Равенство первичных и вторичных напряжений трансформаторов и, как следствие, равенство коэффициентов трансформации;

б) равенство напряжений короткого замыкания трансформаторов;

в) принадлежность трансформаторов к одной группе.

Это условия: _____

Ответ: включения трансформаторов на параллельную работу

13. Два трансформатора с равными мощностями, коэффициентами трансформации и одинаковыми группами соединений, но различными величинами u_k включены на параллельную работу, при этом токи нагрузок трансформаторов:

Ответ: трансформатор с большим u_k имеет меньший ток нагрузки

14. Отличительная особенность автотрансформатора: _____

Ответ: первичная и вторичная обмотка имеют электрическое соединение

15. Скольжение асинхронного двигателя это: _____

Ответ: относительная разность частот вращения поля статора и ротора

16. Основная характеристика асинхронного двигателя: _____

Ответ: механическая

17. Якорем генератора называется: _____

Ответ: та часть генератора, где индуцируется ЭДС

18. Фазы якорной обмотки трёхфазного синхронного генератора предпочитают соединять звездой: _____

Ответ: чтобы устранить влияние третьей гармоники ЭДС

19. Увеличить активную мощность, отдаваемую синхронным генератором в сеть можно, если: _____

Ответ: увеличить вращающий момент двигателя или турбины, приводящей генератор в действие

20. Зависимость напряжения на зажимах синхронного генератора от тока нагрузки при неизменном токе возбуждения постоянных значениях скорости вращения ротора и коэффициенте мощности называется:

Ответ: внешней характеристикой синхронного генератора, работающего на автономную нагрузку

21. Включение синхронных генераторов на параллельную работу, если лампы синхроноскопа включены на «погасание», осуществляется в тот момент: _____

Ответ: когда все лампы гаснут

22. Зависимость тока якорной обмотки синхронного генератора, работающего параллельно с сетью, от тока возбуждения при постоянном напряжении, активной мощности и скорости вращения называется: _____

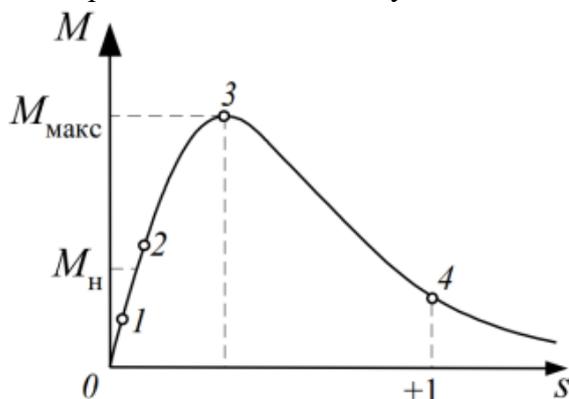
Ответ: U-образной характеристикой.

Тестовые задания закрытого типа

23. Обмотки трехфазного трансформатора соединены по схеме Y/Δ. Фазные обмотки на каждом стержне намотаны встречно. Тогда группа соединения трансформатора:

1. 11
2. 1
3. 5
4. 6

24. На рисунке представлена механическая характеристика асинхронного двигателя. Двигатель имеет $M_c = M_n$. Точка характеристики, в которой окажется двигатель, если момент сопротивления M_c на валу окажется больше M_{\max} :

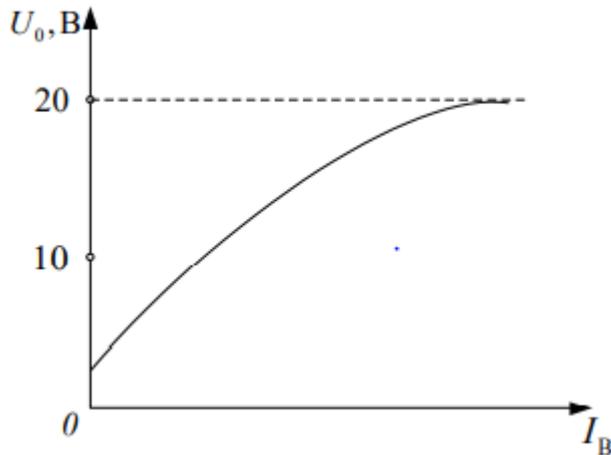


1. В точке 0
2. В точке 1
3. В точке 3
4. В точке 4

25. Чтобы при увеличении тока нагрузки напряжение на ней оставалось неизменным необходимо ток возбуждения синхронного генератора:

1. Увеличить
2. Не изменять
3. Уменьшить
4. Для ответа на вопрос недостаточно данных

26. Величина ЭДС остаточного магнетизма генератора по характеристике холостого хода равна:



1. Около 2В
2. Около 20В
3. Около 10В
4. Для ответа на данный вопрос недостаточно данных

27. Режимы работы синхронной машины:

1. Только в режиме компенсатора
2. **В режиме генератора, двигателя и синхронного компенсатора**
3. Только в режиме двигателя
4. Только в режиме генератора

28. Правильная формула для угловой частоты вращения магнитного поля статора:

1. $\omega_1 = \frac{2\pi\rho}{f_1}$
2. $\omega_1 = \frac{f_1}{2\pi\rho}$
3. $\omega_1 = 2\pi f_1\rho$
4. **$\omega_1 = \frac{2\pi f_1}{\rho}$**

29. Реакция якоря в синхронной машине это:

1. Воздействие поля возбуждения на поле статора
2. **Воздействие поля статора на поле возбуждения**
3. Воздействие поля рассеяния обмотки статора на поле возбуждения
4. Воздействие поля рассеяния обмотки ротора на поле статора

30. Напряжение на зажимах вторичной обмотки однофазного понижающего трансформатора равно 400 В, коэффициент трансформации $k = 10$, сопротивление нагрузки $z_H = 20$ Ом, тогда приведенные значения U'_2 , z'_H и I'_2 для схемы замещения трансформатора равны:

1. $U'_2 = 4000$ В; $z'_H = 2000$ Ом; $I'_2 = 2$ А
2. $U'_2 = 40$ В; $z'_H = 20$ Ом; $I'_2 = 0,2$ А
3. $U'_2 = 400$ В; $z'_H = 200$ Ом; $I'_2 = 20$ А
4. $U'_2 = 4000$ В; $z'_H = 200$ Ом; $I'_2 = 0,2$ А

3 ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Учебным планом предусмотрено выполнение курсового проекта для студентов всех форм обучения. Тема курсового проекта : «Проектирование турбогенератора». При выполнении курсового проекта рекомендуется воспользоваться методическим пособием:

Проектирование турбогенераторов: учеб. Пособие для вузов /В.И.Извеков, Н.А.Серихин, А.И.Абрамов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М, Издательство МЭИ, 2005. - 440с:ил.

В техническом задании на проектировании должны быть указаны:

- номинальная мощность – Р, кВА;
- коэффициент мощности - $\cos \varphi$;
- номинальное напряжение - U, В;
- частота - f, Гц;
- номинальная скорость вращения - n, об/мин.;
- отношение короткого замыкания – О.К.З. или статическая перегружаемость – S;
- система охлаждения.

Иногда дополнительно могут указываться:

- коэффициент полезного действия в %;
- переходные и сверхпереходные индуктивные сопротивления, %;
- особые требования (допустимые перегрузки, несимметричные режимы и т.д.)

Выполняя задание по проектированию, следует произвести:

1. Выбор основных размеров и обмоточных данных турбогенератора;
2. Выбор основной конструктивной схемы и компоновки узлов;
3. Электрический и тепловой расчет;
4. Механический расчет;
5. Вентиляционный расчет.

Методические указания к выполнению разделов курсового проекта:

При проектировании студент должен оптимизировать многие расчеты. Поэтому перед началом расчета необходимо тщательно изучить конструкцию базового синхронного генератора, оценить принятые в ней соотношения размеров, уровни электромагнитных нагрузок и другие данные.

Выбор основных размеров турбогенератора.

При выборе размеров машины основное внимание уделяют использованию материалов, уровню нагрева обмоток, а также правильным соотношением между потерями и параметрами турбогенератора.

Размеры машины определяют допустимый и желательный уровень электромагнитных нагрузок (система охлаждения машины предполагается заданной), и в силу этого проектирование рекомендуется начать с выбора основных размеров и затем уже переходить к обмоточным данным.

Основными размерами турбогенератора принято считать диаметр расточки статора, активную длину стали статора, воздушный зазор между статором и ротором. Эти величины определяют размеры и, следовательно, вес и габариты активных частей, а также в большей мере и конструктивный вес машины.

Электромагнитные загрузки

Задание основных размеров позволяет выбрать и обмоточные данные турбогенератора, которые связаны с основными размерами и номинальными параметрами посредством электромагнитных нагрузок. К удельным электромагнитным нагрузкам обычно относятся: индукции, плотности тока и линейные нагрузки. Электромагнитные загрузки имеют свои допустимые значения, т.к. они определяют тепловые загрузки и, следовательно, температуры отдельных частей машины. Но электромагнитные загрузки ограничены еще и параметрами машины, насыщением магнитопровода, к.п.д. и др. Если приемлемые температуры характеризуются классом изоляции, то электромагнитные загрузки определяются и конструктивным исполнением и прежде всего системой охлаждения.

Линейная нагрузка статора и индукция в воздушном зазоре вычисляется при помощи машинной постоянной Арнольда.

Обмоточные данные статора

Под обмоточными данными статора понимают число пазов статора, число параллельных ветвей, относительный шаг, размеры меди обмотки, размеры паза, число и толщина пакетов сердечника статора и др. Все эти данные необходимы для конструирования сердечника статора с обмоткой.

Обмоточные данные могут быть выбраны на основе уже предварительно оцененных значений основных размеров и электромагнитных нагрузок, причем при выборе обмоточных данных сами основные размеры и электромагнитные загрузки окончательно уточняются.

Правильность принятых размеров и обмоточных данных проверяется затем при полном расчете турбогенератора.

Обмоточные данные ротора

Ротор является наиболее напряженным узлом турбогенератора в отношении механической прочности, тепловых нагрузок и магнитного насыщения.

Основным фактором, ограничивающим рост диаметра ротора, являются механические напряжения, возникающие в теле ротора, особенно в бандажах, удерживающих лобовые обмотки.

М.д.с. ротора должна не только создавать основной магнитный поток. Но и компенсировать м.д.с. реакции якоря. Поэтому линейная токовая нагрузка на ротор оказывается больше линейной нагрузки на статоре в 1.5 – 1.7 раза. Ограниченные размеры диаметра ротора приводят к необходимости повышения плотности тока ротора по сравнению

со статором в 1.3 – 2.0 раза, причем это отношение возрастает по мере повышения мощности турбогенератора и его использования. Ограниченные размеры ротора, а также высокие механические напряжения не дают возможности развить вентиляционную систему в такой степени как на статоре. Температурные ограничения на роторе наступают быстрее и ограничивают мощность турбогенератора. К обмоточным данным ротора относят данные, необходимые для конструирования активной части ротора: число и размеры пазов, обмоточная медь и пр.

Расход охлаждающей среды

Для проведения проверочных тепловых расчетов необходимо еще задаться расходом охлаждающей среды в машине. Расход охлаждающей среды определяют из условия поддержания температуры активных частей машины в допустимых пределах. Правильный выбор расхода охлаждающей среды может быть произведен по ее нагреву. В машинах с косвенным и непосредственным охлаждением нагрев и расход охлаждающей среды, по условиям допустимых температур обмоток, могут существенно отличаться. Как правило, машины с косвенным охлаждением имеют меньший нагрев охлаждающей величины и больший ее расход.

Электромагнитный расчет

В задачу электромагнитного расчета входит расчет магнитной цепи и определение тока возбуждения при нагрузке. Электромагнитный расчет проводится как проверочный, т.е. по уже выбранным основным размерам и обмоточным данным статора и ротора.

Расчет индуктивных сопротивлений и постоянных времени

Все индуктивные сопротивления, как правило, рассчитываются для ненасыщенного состояния машины, что связано с большими теоретическими и расчетными трудностями при учете насыщения. Индуктивные сопротивления приводятся в относительных единицах или в процентах.

Расчет потерь и к.п.д.

Расчет потерь в турбогенераторе производится с целью определения к.п.д. машины и нагрева ее активных частей.

Потери в турбогенераторе делят на электромагнитные и механические. Механические потери возникают вследствие трения вращающегося ротора о газ, заполняющий корпус машины, в подшипниках и на вентиляцию.

Электромагнитные потери разделяют на основные и добавочные. Под основными понимают потери, возникающие в результате протекания основных физических процессов в машине, обуславливающих его нормальную работу. Это потери в активной стали, вызванные перемагничиванием от основного потока и омические потери в обмотках. К добавочным относят потери, вызванные полями рассеяния. Полные электромагнитные потери при номинальной нагрузке как сумма электромагнитных потерь холостого хода и короткого замыкания. Исключение составляют потери на возбуждение, которые рассчитываются по току возбуждения при но номинальной нагрузке.

Тепловой расчет турбогенератора

Тепловой расчет турбогенератора производится с целью определения температуры обмоток, а также активной стали статора, бочки ротора, а при необходимости отдельных конструктивных деталей, непосредственно соприкасающихся с изоляцией обмоток.

Турбогенераторы предназначаются для эксплуатации в продолжительных режимах с нагрузкой, близкой к номинальной. Перегрузки имеют место при отклонениях в режимах

работы энергосистемы. Поэтому от турбогенератора требуется кратковременная работа при таких перегрузках. Поэтому тепловой расчет производится для установившегося состояния, когда все тепло, выделяющееся в машине, отводится охлаждающей средой. При установившемся состоянии температура обмоток не должна превосходить допустимых значений для данного класса изоляции. В турбогенераторах обычно применяется класс изоляции В. Большое значение имеет разность температур между различными частями машины. Это связано с тем, что при различных температурах различные части машины будут иметь неодинаковые линейные расширения, что может привести к недопустимому неравномерному удлинению отдельных элементов машины, соприкасающихся между собой.

Механический расчет

Механический расчет производится с целью определения прочности узлов машины.

При вращении ротора его элементы нагружаются центробежными силами собственного веса и веса удерживающих ими деталей.

Для проверки прочности каждый изготовленный ротор подвергается испытанию при повышенной скорости вращения. Расчет производится для наиболее нагруженных в механическом отношении бочки ротора и бандажного узла. Для статора производится расчет нажимных плит, пальцев, стяжных ребер и фундаментальных болтов.

На основании расчетных напряжений и запасов прочности, установленных практикой электромашиностроения, можно произвести выбор механических свойств деталей генератора.

4 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Электрические машины» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Преподаватель-разработчик –к.т.н, доцент Н.В.Бочарова

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен заведующим кафедрой энергетики.

Заведующий кафедрой



В.Ф. Белей

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен методической комиссией ИМТЭС (протокол № 8 от 26.08.2024 г).

Председатель методической комиссии ИМТЭС



О.А. Бelyх