

МПС РОССИИ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОТКРЫТЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

12/11/1

Одобрено кафедрой
“Электрическая тяга”

УТВЕРЖДЕНО
деканом факультета
“Транспортные средства”

**ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ
ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА**

Рабочая программа
для студентов V курса
специальности
180700. “ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТРАНСПОРТ
(железнодорожный транспорт) (ЭПС)



Разработана на основании примерной программы данной дисциплины в соответствии с государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки инженера по специальности 180700.

С о с т а в и т е л ь – д-р техн наук, проф. Н.А. РОТАНОВ

Р е ц е н з е н т – д-р техн. наук, проф. А.П. БОРОДИН

Курс – 5

Всего часов – 170 ч.

Лекцион. зан. – 24 ч.

Лабораторные занятия – 10 ч.

Курсовой проект – 1

Самостоятельная работа – 91 ч.

Зачет – 9 семестр.

Экзамен – 10 семестр.

© Российский государственный открытый технический университет путей сообщения, 2000

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель преподавания дисциплины

Объем и надежность работы электрооборудования электроподвижного состава (ЭПС), его стоимость и расходы на его содержание во многом определяют экономические и технические показатели перевозочного процесса. В состав электрооборудования ЭПС входят ряд крупных и сложных устройств: тяговые электрические машины (ТЭМ) и тяговые трансформаторы.

В свою очередь ТЭМ в соответствии с ГОСТ 2582-81 по назначению подразделяются на тяговые электродвигатели (ТЭД), генераторы и вспомогательные электрические машины.

Основной целью подготовки студентов по дисциплине “Электрооборудование ЭПС” является изучение физических процессов, протекающих в ТЭД при работе в реальных эксплуатационных условиях на грузовых и пассажирских электровозах постоянного и переменного тока, электропоездах и поездах метрополитена. Это позволит осуществить дальнейшее совершенствование конструкции, эксплуатации и технического обслуживания ЭПС на базе использования последних достижений науки и техники. Назначением ТЭД является преобразование электрической энергии в механическую (режим тяги), или - механической в электрическую (режим электрического торможения).

Глубокое понимание работы этого преобразователя является основой для обеспечения надежной работы как самого преобразователя, так и всего электрооборудования и тяговых аппаратов ЭПС.

1.2. Задачи изучения дисциплины

Изучив дисциплину студент должен:

1.2.1. Знать и уметь использовать:

основные зависимости между параметрами ТЭД и системы энергоснабжения постоянного и однофазного переменного тока; магнитные, электромеханические, электротяговые и тяговые характеристики ТЭД;

условия коммутации ТЭД постоянного и пульсирующего тока при установившихся и переходных режимах и уметь оценить качество коммутационного процесса;

уметь оценить влияние вихревых токов в магнитной системе ТЭД при неустановившихся процессах на режим работы ТЭД;

условия нагревания и охлаждения обмоток ТЭД, допустимые температуры их нагрева при разных классах изоляции и системах вентиляции;

основные принципы работы бесколлекторных ТЭД и их характеристики при частотном управлении;

уметь организовать обслуживание и ремонт тяговых электрических машин.

1.2.2. Владеть расчетами, в том числе:

расчетами магнитной цепи и рабочих характеристик ТЭД с последующим их построением;

расчетом коммутации с определением параметров добавочных полюсов;

разработкой алгоритма расчета потенциальных условий на коллекторе ТЭД (в том числе и на ЭВМ);

методикой испытания тяговых машин и тяговых трансформаторов и способами их нагружения в процессе испытаний.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Введение

Основные преимущества локомотивов с электроприводом. Классификация ТЭМ по ГОСТ 2582-81. Разновидности ТЭМ и влияние их свойств на экономику перевозочного процесса. Пер-

спективы дальнейшего совершенствования ТЭМ и проблемы, стоящие перед современным тяговым электромашиностроением.

Повышение единичной мощности ТЭД и надежность их работы. Групповые приводы. Вентильные и асинхронные ТЭД. Линейные тяговые двигатели. [1, с.3-5].

2.2. Характеристики и свойства коллекторных тяговых двигателей постоянного тока

Номинальные и предельные параметры ТЭД. Основные законы электротехники: закон электромагнитной индукции, закон Ома, закон полного тока, закон Ампера

Магнитная характеристика ТЭД, ее расчет и оценка ее формы. Коэффициент насыщения. Расчет электромеханических характеристик ТЭД последовательного и параллельного возбуждения. Рабочие характеристики ТЭД.

Способы регулирования работы ТЭД. Принципы регулирования режимов работы ТЭД и пределы регулирования.

Зависимость эксплуатационных свойств ТЭД от системы возбуждения, насыщения магнитной цепи и от основных конструктивных параметров.

Влияние степени насыщения магнитной системы на технико-экономические показатели эксплуатации локомотивов.

Особенности работы ТЭД в режиме электрического торможения. Вопросы электрической устойчивости, оптимального наклона внешней характеристики, допустимого минимального значения коэффициента регулирования [1, с.6-33].

2.3. Особенности токосъема в ТЭД постоянного тока

Виды искрения на коллекторе. Классы коммутации. Реактивная ЭДС и ее зависимость от параметров ТЭД. ЭДС коммутации и параметров компенсации реактивной ЭДС добавочными полюсами. Расчет коммутации и добавочных полюсов. Ограничение тока ТЭД по коммутации. Причины дугообразования на коллекторе и условия его возникновения. Реакция якоря. Распределение напряжений по окружности коллектора. Ограничение глуби-

ны регулирования возбуждения ТЭД без компенсационной обмотки.

Назначение неравномерного воздушного зазора под главными полюсами ТЭД. Особенности токосъема ТЭД с компенсационной обмоткой. Назначение и конструкция компенсационной обмотки. [1, с.34-61].

2.4. Тяговые электродвигатели пульсирующего тока

Особенности питания ТЭД от выпрямительной установки ЭПС. Снижение пульсаций тока. Отличие коммутации ТЭД пульсирующего тока от коммутации ТЭД постоянного тока. Компенсация реактивной и трансформаторной ЭДС при пульсирующем питании.

Особенности потенциальных условий на коллекторе ТЭД пульсирующего тока.

Дополнительные потери, возникающие в двигателях пульсирующего тока. Влияние пульсаций напряжения и тока на потери и мощность. [1, с.62-97].

2.5. Бесколлекторные тяговые двигатели

Общие сравнительные данные коллекторных и бесколлекторных тяговых двигателей. Обобщенная электрическая машина. Уравнения электрического равновесия. Потокосцепление обмоток. Индуктивность и взаимные индуктивности обмоток. Электромагнитный момент как результат пространственного взаимодействия тока и магнитного потока.

Принцип работы вентильных ТЭД. Коммутация тока в цепи вентильного ТЭД. Электромагнитные процессы в вентильных двигателях и их характеристики.

Режимы работы и характеристики асинхронных ТЭД при регулировании на постоянство тока, потока, ЭДС, скольжения. Особенности электромагнитных процессов в асинхронных двигателях при питании от статических преобразователей. Условия параллельной работы асинхронных тяговых двигателей.

Особенности тяговых линейных двигателей. [1, с.98-140].

2.6. Неустановившиеся процессы в тяговых электрических машинах

Характеристики неустановившихся процессов.

Изменение магнитного потока и тока якоря при резком изменении напряжения в контактной сети.

Влияние вихревых токов в магнитопроводах на протекание переходных процессов. Индуктивность обмоток тяговых машин.

Уравнения переходных процессов и влияние индуктивности обмоток ТЭМ на их протекание.

Коммутация и работа добавочных полюсов при неустановившихся процессах. Потенциальные условия на коллекторе и действие компенсационной обмотки при неустановившихся процессах.

Переходные электромагнитные процессы в асинхронных тяговых двигателях.

Методы исследования неустановившихся процессов. Применение ЭВМ для исследования процессов. [1, с.141-168].

2.7. Конструкция тяговых двигателей

Факторы, влияющие на конструктивное развитие тяговых двигателей. Зависимости между основными параметрами ТЭД и тяговой передачи при опорно-осевом и опорно-рамном подвешивании. Требования безопасности движения поездов в конструкциях ТЭД и тяговых передачах. Крепление двигателей на ЭПС и зазоры в тяговой передаче.

Определение основных размеров якорей и роторов. Их обмотки. Коллекторы ТЭМ. Силы, действующие на коллектор. Принцип прочностного расчета коллектора, изоляционные детали крепления.

Силы, действующие на вал якоря. Конструкция валов и принципы их расчета.

Остовы ТЭД. Полюсы и их обмотки. Конструкция полюсов компенсированных и некомпенсированных машин. Особенности конструкции добавочных полюсов. Щеткодержатели. Влияние

3. ВИДЫ РАБОТ С РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ВРЕМЕНИ

Лекционные занятия (обзорные лекции)	20 ч.
Лабораторные занятия	10 ч.
Курсовой проект	1
Зачет	1
Экзамен	1

4. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Наименование темы	Количество часов
1	Номинальные и предельные параметры ТЭД	2
2	Характеристики ТЭД и их расчет	2
3	Регулирование режимов работы	2
4	Коммутация ТЭД и ее расчет	2
5	Потенциальные условия на коллекторе	2
6	Коммутация ТЭД пульсирующего тока	2
7	Неустановившиеся процессы в ТЭД	4
8	Бесколлекторные ТЭД	4

5. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ, КОТОРЫЕ СТУДЕНТЫ ДОЛЖНЫ ПРОРАБОТАТЬ САМОСТОЯТЕЛЬНО

1. Конструкция тяговых двигателей.
2. Системы вспомогательных машин ЭПС постоянного и переменного тока.
3. Вентиляция, нагревание и охлаждение ТЭМ.
4. Особенности тяговых трансформаторов.
5. Испытания тяговых электрических машин.

6. ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

№ п/п	Наименование работ	Количество часов
1	Определение омического сопротивления обмоток машин	2
2	Испытание машины на нагревание методом непосредственной нагрузки.	2
3	Метод взаимной нагрузки для испытания тягового двигателя.	2
4	Проведение прямо-сдаточных испытаний тяговой машины постоянного тока	4

7. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию в объеме проверочного расчета заданного типа тягового двигателя с измененными параметрами.

На основании персонально заданных исходных данных требуется:

7.1. Рассчитать геометрические размеры активного слоя якоря.

7.2. Определить показатели использования якоря при различном числе проводников в пазу.

7.3. Рассчитать магнитную цепь и построить магнитную характеристику ТЭД

7.4. Рассчитать коммутацию и определить параметры добавочных полюсов.

7.5. Оценить потенциальные условия на коллекторе ТЭД

7.6. Рассчитать и построить электромеханические $n(I)$ и $M(I)$ и электротяговые $V(I)$ и $F_r(I)$ характеристики ТЭД

7.7. Определить технико-экономические показатели ТЭД

Объем проекта 1,5 листа чертежей и пояснительная записка. Некоторые разделы рекомендуется выполнять с использованием ЭВМ.

8. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Обязательная литература

1. Захаренко Д.Д., Ротанов Н.А. "Тяговые электрические машины". М.: Транспорт, 1991.
2. Проектирование тяговых электродвигателей/Курбасов А.С., Седов В.И., Сорин Л.Н.; Под ред. Курбасова А.С. М.: Транспорт, 1987.

8.2. Рекомендуемая литература

3. Проектирование тяговых электрических машин / Находкин М.Д., Василенко Г.В., Бочаров В.И., Козорезов М.А.; Под ред. Находкина М.Д. М.: Транспорт, 1976.

9. КРАТКИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Необходимо изучить дисциплину, используя рекомендованную литературу и материалы лекционных и лабораторных занятий.

При выполнении лабораторных работ должны использовать вычислительную технику, которой овладели ранее.

В приложении к методическим указаниям по выполнению лабораторных работ приведена программа для расчета потенциальных условий на коллекторе тяговых двигателей. Этой программой можно воспользоваться для выполнения соответствующего раздела курсового проекта.

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ
ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Редактор В.И. Чучева
Компьютерная верстка И.В. Ежовой

Допечатка,

ЛР № 020307 от 28.11.91.

Гип. зак. 391.	Изд. зак.	Тираж 600.
Подписано в печать 03.04.2000.		Офсет.
Печ. л. 0,75.	Уч.-изд. л. 1,0.	Формат 60x90/16

Редакционно-издательский отдел, типография РГОТУНСа,
125808, Москва, ГСП-47, Часовая ул., 22/2