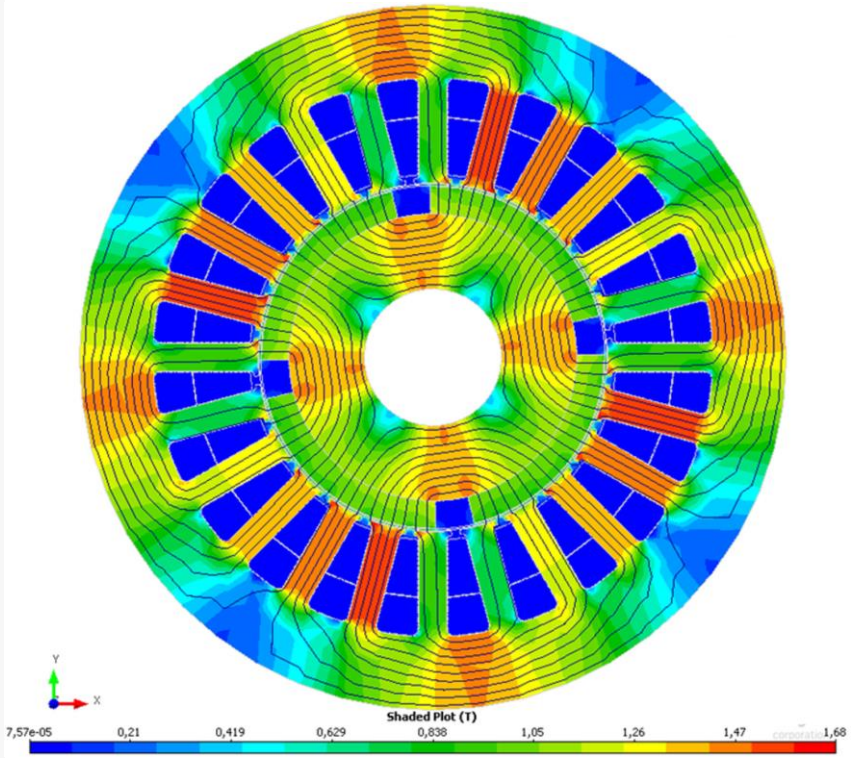
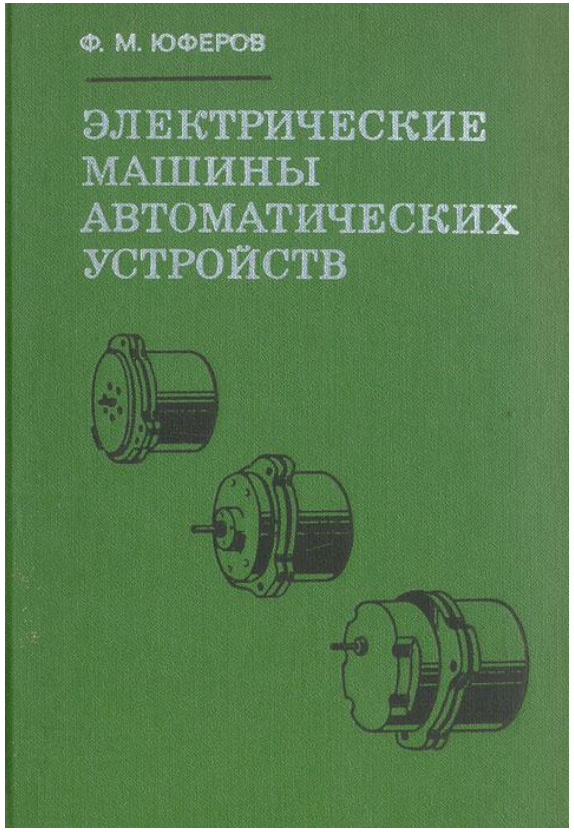
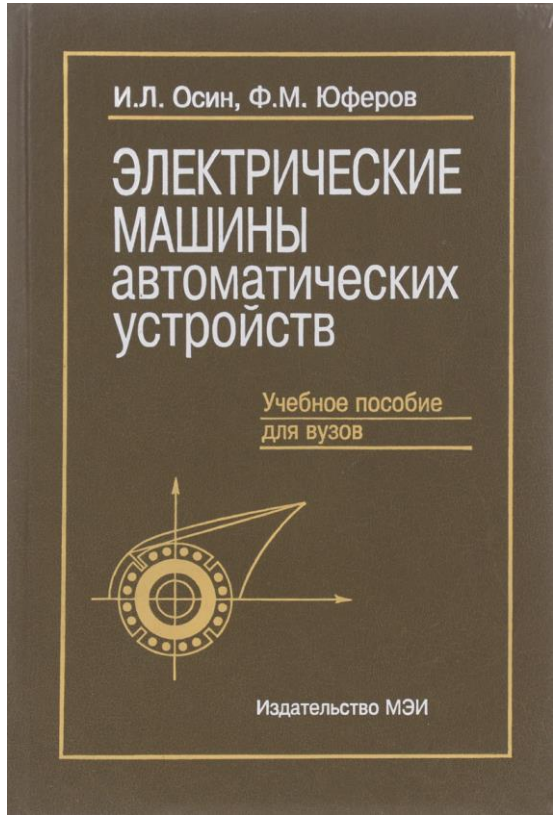
Электрические машины автоматических устройств



Ширинский С.В., НИУ «МЭИ», каф. ЭМЭЭА





Введение

Электрические машины автоматических устройств

Электрические машины автоматических устройств

Автоматические устройства

- Автоматизированный электропривод
- Станки-автоматы, автоматические технологические линии
- Системы дистанционного контроля, регулирования и управления
- Навигационные системы и приборы летательных аппаратов, судов, автомобилей, «управление по проводам»
- Электрические устройства бытовой техники
- и др. (медицинские приборы, приборы точной механики, …)

Электрические машины

- Силовые элементы
  - привод машин и механизмов (электрические двигатели)
- Исполнительные элементы
  - отработка сигналов управления (электрический сигнал → угол поворота, частота вращения)
- Информационные элементы
  - дистанционная передача информации (угол поворота, частота вращения)
  - преобразование информации (параметры электрических величин; электрические величины в механические и наоборот)
  - преобразование координат, тригонометрические преобразования, интегрирование и дифференцирование

Электрические машины малой мощности (микромашины)

ЭМ от долей ватта до 1000 Вт

Разновидности микромашин (по назначению)

ЭМ общего назначения (привод)

- основные требования – высокие энергетические показатели (η и $\cos\varphi$)
- иногда приоритет – технологичность
- частая особенность – питание от однофазных сетей

ЭМ автоматических устройств (преобразование сигнала)

- основные требования – точность работы, быстродействие, надежность, стабильность характеристик, малый уровень шума
- наименьший приоритет – энергетические показатели

Общая особенность микромашин – массовый выпуск
$\rightarrow$ особое внимание к технологичности конструкции

Особенности теории и расчета микромашин

Классическая теория ЭМ – для общепромышленных ЭМ средней и большой мощности

Для микромашин теория должна быть дополнена из-за

- особенности конструкции микромашин
- особые требования к микромашинам

1. С уменьшением мощности (и габаритов) возрастают **активные сопротивления** обмоток (о.е.), в том числе относительно индуктивных сопротивлений → нельзя пренебрегать активными сопротивлениями в уравнениях ЭМ

2. С уменьшением мощности (и габаритов) невозможно пропорционально уменьшать **зазор** → микромашины имеют относительно большую намагничивающую мощность и намагничивающий ток

3. Для снижения намагничивающей мощности и получения линейных характеристик микромашины делают **ненасыщенными** → можно пренебрегать потерями в стали (проще схема замещения)

4. С уменьшением мощности (и габаритов) улучшаются **условия теплоотвода** с поверхности → можно допустить большие плотности токов в обмотках

Особенности теории и расчета микромашин

Классическая теория ЭМ – для общепромышленных ЭМ средней и большой мощности

Для микромашин теория должна быть дополнена из-за

- особенности конструкции микромашин
- особые требования к микромашинам

5. Повышенные активные сопротивления и повышенные плотности тока $\rightarrow$ повышенные потери; большая намагничивающая мощность, большие механические потери $\rightarrow$ ухудшение энергетических показателей (η и $\cos\varphi$)

6. **Малое число зубцов** (из-за малых габаритов) $\rightarrow$ ухудшение формы кривой МДС, увеличение влияния высших гармонических поля (в т.ч. зубцовых)

7. Питание обмоток **несимметричным напряжением** $\rightarrow$ работа ЭМ в несимметричных режимах

8. Питание обмоток от **полупроводниковых коммутаторов** $\rightarrow$ временные гармоники напряжения $\rightarrow$ дополнительные потери и моменты

Курс «Электрические машины автоматических устройств»

Теория и расчет

- Несимметричные двухфазные асинхронные машины
- Синхронные машины (с учетом r_1)
- Гармоники поля в зазоре

ЭМ общего назначения (привод)

- Асинхронные двигатели
  - трехфазные
  - однофазные
  - универсальные
- Синхронные двигатели
  - с постоянными магнитами
  - реактивные
  - гистерезисные
- Тихоходные двигатели
- Бесконтактные двигатели постоянного тока
- Коллекторные двигатели
  - постоянного тока
  - переменного тока
  - универсальные

ЭМ автоматических устройств

- Исполнительные двигатели
  - постоянного тока
  - асинхронные
  - шаговые
- Сельсины
  - индикаторная система связи
  - трансформаторная система связи
- Вращающиеся трансформаторы
  - синусно-косинусные
  - линейные
  - построители / фазовращатели
- Тахогенераторы
  - постоянного тока
  - асинхронные
  - синхронные

Курс «Электрические машины автоматических устройств»

- Лекции / практические занятия
- Лабораторные работы (+ защиты)

	1-4 н.	5-8 н.	9-12 н.	13-16 н.
бригада 1	Лаб.1	Лаб.2	Лаб.3	Лаб.4
бригада 2	Лаб.1	Лаб.2	Лаб.3	Лаб.4
бригада 3	Лаб.2	Лаб.1	Лаб.4	Лаб.3
бригада 4	Лаб.2	Лаб.1	Лаб.4	Лаб.3

- Лаб.1. Исследование универсального асинхронного микродвигателя
- Лаб.2. Исследование однофазного асинхронного двигателя с экранированными полюсами
- Лаб.3. Исследование бесколлекторного двигателя постоянного тока
- Лаб.4. Исследование синхронного гистерезисного двигателя

Курс «Электрические машины автоматических устройств»

- Лекции / практические занятия
- Лабораторные работы (+ защиты)
- Контрольные работы
- Расчетное задание (2 семестр)
- Контрольные мероприятия в БАРС

	что	когда	вес	лаб.
КМ-1	Контрольная работа №1 (номинальные данные)	4 н	10%	2н
КМ-2	Контрольная работа №2 (метод симметричных составляющих)	8 н	10%	6н
КМ-3	Защита лаб. работы 1	12 н	15%	10н
КМ-4	Контрольная работа №3 (несимметричный АД)	13 н	20%	14н
КМ-5	Защита лаб. работы 2	14 н	15%	
КМ-6	Защита лаб. работы 3	15 н	15%	
КМ-7	Защита лаб. работы 4	16 н	15%	

Курс «Электрические машины автоматических устройств»

- Лекции / практические занятия
- Лабораторные работы (+ защиты)
- Контрольные работы
- Расчетное задание (2 семестр)
- Контрольные мероприятия в БАРС
- Учебные материалы – на сайте **E-200.ru**

Кафедра ЭМЭЭА

Электронная библиотека для студентов-электромехаников

- Учебно-методический комплекс **Электрические машины** (интенсивный курс для программы «Эталон» ИЭЭ)
- Учебно-методический комплекс **Электрические машины**
- Учебно-методический комплекс **Электрические машины автоматических устройств**
- Учебно-методический комплекс **Электромагнитные расчеты** (устаревший)
- Учебно-методический комплекс **Методы расчетов электромагнитных и тепловых полей электротехнических объектов** (часть 3, 7 семестр)
- Учебно-методический комплекс **Специальные электрические машины**

Онлайн-курсы и тренажеры

Учебно-методический комплекс
"Электрические машины автоматических устройств"

Содержание (конспект лекций):

- **Введение**
  - Электрические машины малой мощности
  - Особенности теории и расчета микромашин
  - Курс "Электрические машины автоматических устройств"
- **Двухфазные асинхронные машины**
  - Магнитодвижущая сила фазы (однофазной обмотки)
  - МДС двухфазной несимметричной обмотки
  - Круговое и эллиптическое поле
  - Двухфазные асинхронные двигатели
  - Метод симметричных составляющих
  - Уравнения двухфазных асинхронных машин
  - Схемы замещения несимметричных асинхронных машин
  - Преобразование схем замещения
  - Электромагнитная мощность и момент
  - Потери мощности и энергетическая диаграмма

Расчетное задание

Лабораторные работы:

- Часть 1. (1 семестр)
  1. Исследование универсального асинхронного микродвигателя
  2. Исследование однофазного асинхронного двигателя с экранированными полюсами
  3. Исследование бесколлекторного двигателя постоянного тока
  4. Исследование синхронного гистерезисного двигателя
- Часть 2. (2 семестр)
  1. Исполнительный двигатель постоянного тока
  2. Исполнительный шаговый двигатель
  3. Сельсины
  4. Вращающиеся трансформаторы

Программа экзамена

© Ширинский С.В.
каф.ЭМЭЭА, МЭИ, 2009-22

Курс «Электрические машины автоматических устройств»

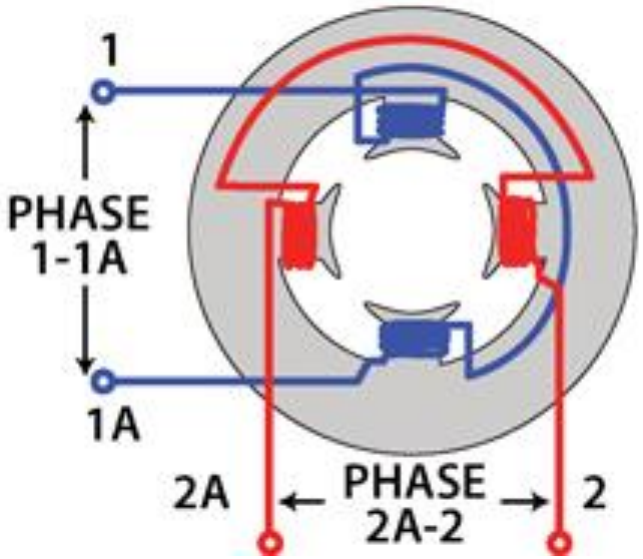
» **Литература**

1. Осин И.Л., Юферов Ф.М. Электрические машины автоматических устройств. – М.: Изд.МЭИ, 2003.
2. Юферов Ф.М. Электрические машины автоматических устройств. – М.:Высшая школа, 1988.
3. Испытания электрических микромашин. / Под ред. Астахова Н.В. – М.: Высшая школа, 1984.
4. Брускин Д.Э., Зорохович Ф.У., Хвостов В.С. Электрические машины и микромашины. – М.: Высшая школа, 1990.
5. Специальные электрические машины. Источники и преобразователи энергии: Учеб.пособие для вузов. - В 2-х кн. Под ред. Алиевского Б.Л. - 2-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1993.
6. Осин И.Л. Синхронные электрические двигатели малой мощности. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006.

7. Усольцев А.А. Электрические машины автоматических устройств / Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2011
8. Лифанов В.А. Электрические машины систем автоматики и бытовой техники: Учебное пособие. –Челябинск: изд. ЮУрГУ, 2006

Далее

Двухфазные асинхронные машины



Ширинский С.В.

каф. ЭМЭЭА, НИУ «МЭИ»

ShirinskiiSV@mpei.ru

https://e-200.ru/EMAU/