

Специальные электрические машины и преобразователи устройств судовой автоматики

ТЕМА: Классификация и краткая характеристика специальных электрических машин. Виды занятий по дисциплине. Методы изучения

ВОПРОСЫ ЛЕКЦИИ:

1. Цель и задачи изучения дисциплины. Виды занятий по дисциплине. Методы изучения
2. Определение и область применения специальных электрических машин.
3. Требования к электрическим машинам малой мощности.
4. Классификация специальных электрических машин.
5. Некоторые общие свойства специальных электрических машин
6. Величины, характеризующие электрические машины малой мощности
7. Методы теоретического исследования электрических микромашин переменного тока

Основная литература по теме:

1. Специальные электрические машины. Источники и преобразователи энергии: Учеб. пособие для вузов.- в 2-х книгах/ А. И. Бертинов, Д. А. Бут, С. Р. Мизюрин и др.; Под ред. Б. Л. Алиевского. - М.: Энергоатомиздат, 1993.-320 с. :ил.
2. Хрущев В.В. Электрические машины систем автоматики. - Л., Энергоатомиздат, 1985.- 363 с.
3. Волков Н.И., Миловзоров В.П. Электромашинные устройства автоматики: Учеб. Для вузов по спец. Автоматика и телемеханика- 2-е изд, перераб. и доп.-М.: Высш.шк., 1986. - 335с: ил.
4. Электрические машины: Асинхронные машины: Учебник для вузов.- В.И.Радин, Д.Э.Брускин, А.Е.Зорохович; под ред. И.П. Копылова. - М.: Высш.шк., 1988. - 328с.:ил.
5. Юферов Ф.М. Электрические машины автоматических устройств. - М.: Высш. шк., 1988. - 475 с.
6. Арменский Е.В., Фалк Г.В. Электрические микромашины. -М.: Высш. шк., 1985. - 230 с.

Сферы применения

- установки автоматического управления и регулирования в промышленности, энергетике и специальной технике;
- устройства проводной связи и радиосвязи,
- счетно-решающие приборы и устройства;
- гироскопические приборы;
- навигационные приборы и системы управления на самолетах, морских и речных судах, беспилотных летательных аппаратах;
- механизмы дистанционного управления;
- самопишущие приборы, электрические часы, звуковое кино;
- маломощный электропривод в различных отраслях промышленности (часовой, текстильной, швейной и т. д.);
- кассовые аппараты и другое оборудование в торговле;
- вентиляторы, электроинструмент и другие мелкие электромеханизмы в строительстве, сельском хозяйстве и т. п.
- источники электроснабжения и привода в автомобилях, тракторах, вертолетах;
- промышленные роботы;
- бытовая техника: холодильники, стиральные машины, полотеры, пылесосы, швейные машины, миксеры, магнитофоны, электробритвы, кофемолки, комбайны, СВЧ-печи, мультиварки, блендеры и т. д.

Требования к характеристикам электрических машин малой мощности различны

- Для привода часовых механизмов применяются двигатели с частотой вращения, составляющей доли оборота в минуту, а для шлифовального инструмента в часовой промышленности - двигатели с частотой вращения 30—40 тыс. об/мин.
- Точность преобразования угловой информации вращающимися трансформаторами и сельсинами в современных навигационных системах должна составлять несколько угловых секунд, а в системах дистанционного управления рулями 1—2°.
- Стабильность частоты вращения двигателей в записывающих устройствах составляет тысячные доли процента и может меняться в широких пределах для других электроприводов.
- Время работы машины в некоторых бортовых системах ракет исчисляется минутами, а в навигационных приборах морских судов - десятками тысяч часов.
- Момент, развиваемый двигателями, для управления контактами или сверхминиатюрными гироскопами составляет сотые доли ньютон-метра и может быть несколько ньютон-метров для привода механизмов промышленных роботов.

Вследствие этого образовалась большая номенклатура электрических машин малой мощности.

Общее число различных типов машин исчисляется сотнями, а микро-электромашиностроение превратилось в специальную отрасль, которая по темпам развития опережает другие отрасли электротехники.

Классификация специальных электрических машин

По своему назначению и особенностям работы специальные электрические машины можно разделить на **четыре группы**:

- машины малой мощности общего применения;
- микромашины автоматических устройств;
- микромашины гироприборов;
- электромашинные преобразователи.

В первую группу входят различного типа электрические двигатели малой мощности (до 1000 Вт) предназначенные для индивидуального привода механизмов малой мощности общепромышленного и бытового назначения.

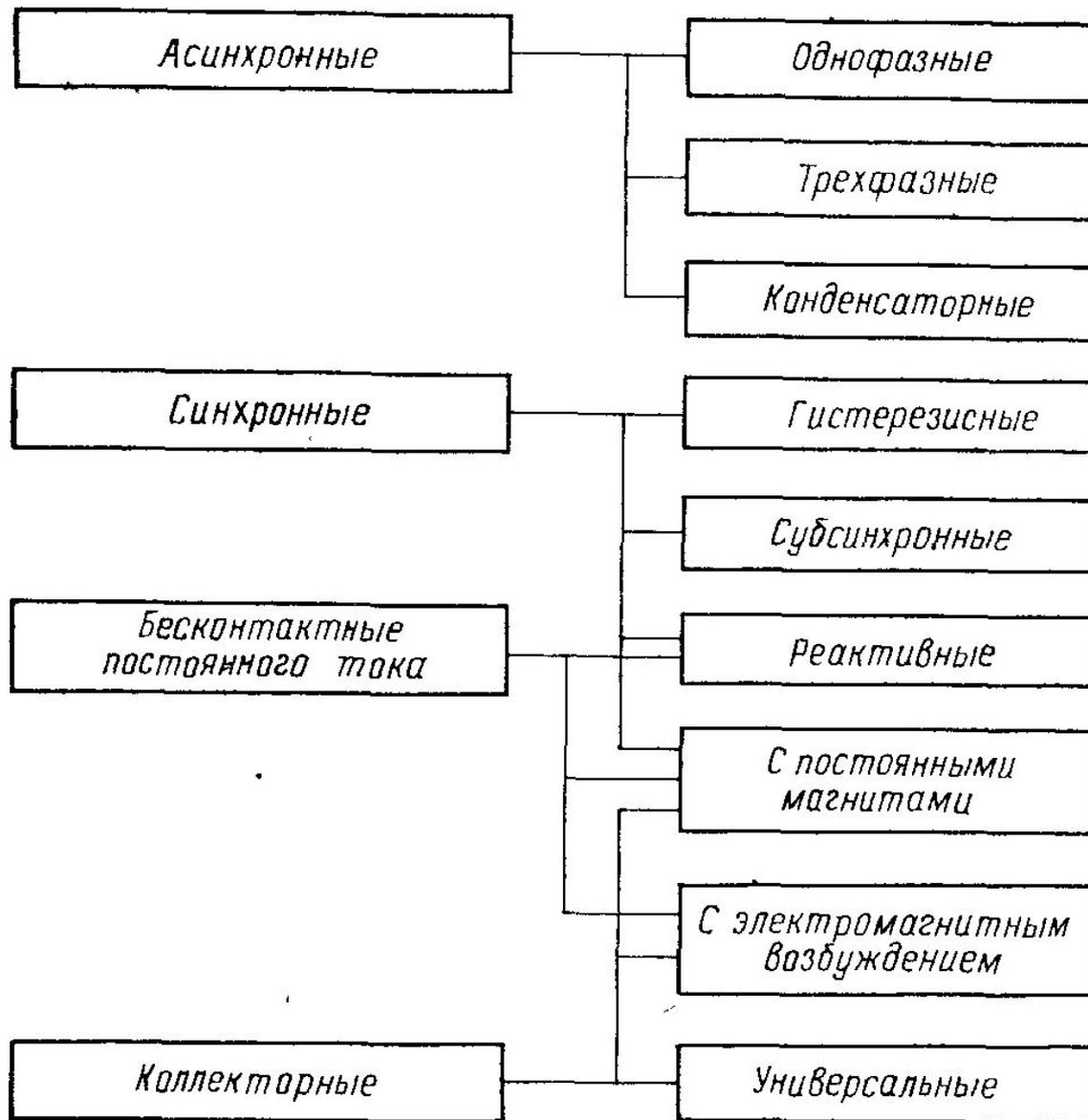


Рисунок 1.1 -Классификация электрических машин малой мощности общего применения

Основные требования к первой группе

- Низкие массогабаритные показатели самих машин;
- высокие энергетические показатели, обеспечивающие большое соотношение выходной мощности к массе;
- возможность работы в режиме автоматического управления и регулирования с обеспечением оптимальных законов разгона и торможения при минимальном времени переходного процесса;
- малая масса элементов привода при высоком КПД;
- обеспечение безопасности;
- надежность и долговечность элементов конструкции;
- низкий шум;
- высокая надежность и экономичность приводов в целом;
- хорошие регулировочные свойства;
- простота конструкции.

Во вторую группу входят электрические микромашины автоматических устройств, предназначенные для выполнения информационных и силовых (исполнительных) функции в системах и элементах автоматики.



Особенность микромашин второй группы

состоит в том, что к характеристикам машин и их конструкции предъявляют специфические требования, определяемые условиями работы машин в автоматических системах, основные из которых:

- высокая точность работы,
- быстродействие,
- надежность,
- стабильности характеристик,
- низкие массогабаритные показатели.

Для некоторых микромашин этой группы такие показатели их работы, как **КПД, $\cos \phi$, полезная мощность**, важные для электрических машин общего применения, оказываются **несущественными**.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ электрические машины

Преобразуют **механические величины**: угол поворота, угловую скорость и ускорение в электрический сигнал. К этим машинам относятся:

- вращающиеся трансформаторы,
- трансформаторные сельсины,
- индуктосины,
- тахогенераторы,
- преобразователи угла и угловой скорости в цифровой код и др.

Основное требование, предъявляемое к этой группе машин – малая погрешность преобразований, которая для значительного числа машин находится в пределах 0,02 – 0,1%.

Энергетические показатели имеют второстепенное значение.

Электрические машины выполняющие **силовые функции**

Предназначены для преобразования электрического сигнала, поступающего от системы управления в механическое перемещение выходного вала или штока, положение которого определяется датчиками обратной связи.

К этим машинам относятся:

- индикаторные сельсины-датчики и сельсины приемники,
- моментные двигатели,
- исполнительные двигатели.

Основное требование к ним при достаточной точности преобразования иметь высокие энергетические показатели.

Например, большой момент на 1 Вт потребляемой мощности.

В третью группу входят

электрические микромашины гироскопических приборов **предназначенные** для работы в составе гироскопических систем.

К ним относятся:

- различного типа гироскопические двигатели;
- датчики угла;
- датчики момента.

Основные требования к микромашинам гироскопических приборов:

- гироскопические двигатели имеют обращенную конструкцию (с целью увеличения кинетического момента) и должны быть стабильны в работе.
- электромашинные датчики момента и угла, как правило, не заключены в отдельный корпус, а встроены в тот или иной узел гироскопического прибора; к ним предъявляют очень высокие требования по точности работы.

В четвертую группу

(электромашинные преобразователи)

входят электромашинные преобразователи состоящие из двух или более электрических машин закрепленных на одном валу и предназначенные для преобразования электроэнергии одного рода тока и одних параметров (по напряжению и частоте) в электроэнергию другого или того же рода тока но других параметров.

К судовым электромашинным преобразователям относятся:

- преобразователи постоянно-постоянного тока;
- преобразователи постоянно-переменного тока;
- преобразователи переменного-постоянного тока
- преобразователи частоты;
- электромашинные усилители.

Основные требования, предъявляемые к электромашинным преобразователям:

- наличие специальной характеристики (для сварочного агрегата – крутопадающая внешняя характеристика);
- высокая точность поддержания частоты вращения;
- хорошая регулировочная характеристика;
- возможность автоматического поддержания выходных параметров в заданных пределах;
- низкие массогабаритные показатели;
- высокая надежность и долговечность.

В таблице приведена классификация различных видов специальных электрических машин в зависимости от вида обмотки и подводимого напряжения.

Типы электрических машин малой мощности в зависимости от вида обмотки и протекающего тока

Обмотка ротора	Машины с катушечной обмоткой (явнополюсные)		Машины с распределенной обмоткой (неявнополюсные)	
	Постоянный ток	Однофазный переменный ток		Многофазный переменный ток
Катушечная	Датчики момента	Потенциал-регуляторы, симметрирующие и компенсирующие устройства	Потенциал-регуляторы	Фазорегуляторы
Многофазная	Синхронные машины	Явнополюсные сельсины	Неявнополюсные сельсины, электрические дифференциалы, вращающиеся трансформаторы	Потенциал-регуляторы, фазорегуляторы, асинхронные машины с фазным ротором
Короткозамкнутая	Электромагнитный тормоз, датчик ускорений	Однофазные двигатели, двигатели с экранированным полюсом	Однофазные двигатели с пусковым сопротивлением, конденсаторные двигатели, асинхронные тахогенераторы	Асинхронные двигатели, управляемые двухфазные двигатели
Коллекторная	Машины различных типов	Универсальный коллекторный двигатель, двигатели Дери и др.	Коллекторные машины, электромагнитные усилители	Коллекторные многофазные машины, преобразователи частоты

Некоторые общие свойства специальных электрических машин

(общие конструктивные элементы и свойства специальных электрических машин)

- наличие статора и ротора, разделенных относительно малым воздушным зазором,
- магнитопроводы статора и ротора имеют радиальную симметрию магнитных свойств, их поверхности, обращенные к зазору, в некоторых случаях могут рассматриваться как гладкие цилиндрические поверхности,
- в магнитопроводах ротора и статора имеются пазы, в которые уложены по тому или иному закону обмотки,
- закон распределения и тип обмотки в большинстве случаев берется таким образом, чтобы взаимная индуктивность обмоток статора и ротора изменялась по синусоидальному закону в зависимости от угла поворота ротора,
- электромагнитные процессы в электрических машинах определяются магнитными полями в воздушном зазоре и создаются токами, текущими вдоль оси машины,
- в многополюсных спец. машинах все электромагнитные процессы повторяются через каждую пару полюсов.

Вопросы к экзамену (зачету)

1. Классификация и область применения специальных электрических машин и преобразователей.
2. Требования и общие свойства специальных электрических машин и преобразователей.
3. Однофазные асинхронные двигатели, особенности конструкции и принципа действия.
4. Принцип действия однофазного асинхронного двигателя, зависимость механической характеристики от величины сопротивления ротора.
5. Однофазный асинхронный двигатель, основные параметры и характеристики, схема замещения однофазного асинхронного двигателя.
6. Однофазный асинхронный двигатель, особенности конструкции и пуска при различных фазосдвигающих элементах.
7. Двухфазные управляемые асинхронные двигатели, особенности конструкции, методы управления.
8. Управляемые асинхронные двигатели. Величины, характеризующие работу управляемых двигателей.
9. Управляемые асинхронные двигатели. Основные типы конструкций ротора, область применения.
10. Исполнительные асинхронные двигатели, особенности конструкции и принципа действия.
11. Исполнительные асинхронные двигатели с полым немагнитным и ферромагнитным ротором, особенности конструкции и эксплуатации.
12. Исполнительные двигатели, особенности работы и характеристики.
13. Исполнительные асинхронные двигатели, методы управления исполнительными двигателями.

1. Асинхронные генераторы, основные конструктивные особенности, область применения.
2. Асинхронные генераторы, принцип работы, особенности возбуждения, регулирования напряжения и частоты.
3. Асинхронные генераторы, особенности возбуждения, характеристики, принципиальные схемы автоматического регулирования напряжения генератора.
4. Асинхронные преобразователи частоты, устройство, принцип действия, область применения.
5. Фазорегуляторы, устройство, принцип действия, область применения.
6. Индукционный регулятор напряжения, устройство, принцип действия.
7. Синхронные двигатели с постоянными магнитами, устройство. Принцип действия, основные характеристики и параметры.
8. Гистерезисные двигатели, особенности конструкции и принципа действия.
9. Синхронные двигатели с реактивным, осевым и радиальным возбуждением, устройство и принцип действия.
10. Синхронные двигатели с катящимся и волновым ротором. Устройство и принцип действия.
11. Асинхронный тахогенератор с полым немагнитным ротором, принцип действия, характеристики, погрешности.
12. Устройство, принцип действия, классификация вращающихся трансформаторов.
13. Синусно-косинусный трансформатор в синусном и синусно-косинусном режимах работы.
14. Линейные вращающиеся трансформаторы, конструкция, принцип действия.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ В БИЛЕТЫ ПО ЭКЗАМЕНУ (зачету)

1. Основные задачи при проектировании специальных электрических машин и порядок проведения расчетов.
2. Учет конструктивных и технологических требований при проектировании специальных электрических машин автоматики.
3. Основные режимы работы специальных электрических двигателей. Нагрузочные диаграммы электродвигателей в этих режимах работы.
4. Выбор специальных электродвигателей для длительного статического режима работы.
5. Выбор специальных электродвигателей при длительном динамическом режиме работы.
6. Выбор специальных электродвигателей при кратковременном режиме работы.
7. Выбор специальных электродвигателей при повторно-кратковременном режиме работы.
8. Основные проверки выбранного специального электродвигателя на соответствие условиям работы.
9. Схемы включения однофазных асинхронных электродвигателей в сеть, особенности работы.
10. Общие свойства и конструктивное исполнение специальных электрических машин и преобразователей.

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ РЕФЕРАТОВ ПО ПРЕДМЕТУ «СЭМиПУСА»

1. Синусно-косинусный вращающийся трансформатор в синусном режиме
2. Синусно-косинусный вращающийся трансформатор в синусно-косинусном режиме
3. Синусно-косинусный вращающийся трансформатор в режиме масштабирования
4. Синусно-косинусный вращающийся трансформатор в режиме фазовращателя
5. Линейный вращающийся трансформатор
6. Трансформаторная система дистанционной передачи угла на вращающихся трансформаторах
7. Дифференциальный сельсин
8. Магнесины
9. Примеры применения сельсинов в устройствах промышленной автоматики
10. Регистрация величины подачи инструмента в буровых установках
11. Регулирование соотношения «топливо—воздух» в металлургической печи
12. Индикаторная система дистанционной передачи угла
13. Синхронизирующие моменты сельсинов в индикаторной системе
14. Трансформаторная система дистанционной передачи угла
15. Примеры применения тахогенераторов в устройствах промышленной автоматики
16. Применение тахогенераторов в качестве датчиков частоты вращения
17. Применение тахогенератора в качестве расходомера
18. Применение тахогенератора в электроприводе с отрицательной обратной связью по скорости

1. Примеры применения исполнительных асинхронных двигателей и двигателей постоянного тока
2. Электродвигатели для привода считывающих устройств
3. Лентопотяжные механизмы
4. Электропривод устройств для считывания информации с оптических дисков
5. Моментные исполнительные двигатели (асинхронные)
6. Вентильный двигатель постоянного тока малой мощности
7. Гирскопические двигатели
8. Электромашинные преобразователи
9. Электромашинные преобразователи двигатель-генераторного типа
10. Одноякорные преобразователи
11. Электромашинные усилители поперечного поля
12. Синхронные двигатели с постоянными магнитами
13. Тихоходные многополюсные синхронные двигатели
14. Тихоходные однофазные синхронные двигатели типов ДС032 и ДСОР32
15. Тихоходные конденсаторные синхронные двигатели типов ДСК и ДСРК
16. Синхронные реактивные двигатели
17. Синхронные гистерезисные двигатели
18. Реактивно-гистерезисные двигатели с экранированными полюсами

1. Индукторные синхронные машины (генераторы и двигатели)
2. Синхронные двигатели с электромеханической редукцией скорости
3. Синхронные двигатели с катящимся ротором (ДКР)
4. Волновые синхронные двигатели
5. Однофазные асинхронные двигатели с экранированными полюсами
6. Асинхронные машины с заторможенным фазным ротором
7. Линейные асинхронные двигатели
8. Специальные трансформаторы: Пик-трансформаторы, импульсные трансформаторы
9. Измерительные трансформаторы напряжения и тока
10. Трансформаторы для выпрямительных устройств
11. Умножители частоты
12. Шаговые двигатели, примеры использования
13. Асинхронные генераторы