

1. Учебный план дисциплины

Дисциплина «Электрифицированное оборудование воздушных судов» изучается на 4-ом курсе.

Общий объем учебных часов - 252, из них:

- лекции - 10 ч;

- лабораторные занятия - 16 ч;

- самостоятельная работа – 226 ч.

Курсовой проект- 20ч. самостоятельной работы.

Контрольная работа - 8ч.

Форма контроля - экзамен.

2. Основные сведения о дисциплине

В курсе «Электрифицированное оборудование воздушных судов» изучаются все основные виды приемников энергии, за исключением радиооборудования и пилотажно-навигационных комплексов.

Наиболее мощными группами приемников энергии воздушных судов являются системы электропривода, установленная мощность которых составляет обычно 30-40% полной установленной мощности, и электронагревательные системы, поэтому теоретической основой курса являются теории электропривода и нагрева, изучаемые в первой части курса.

Вторая половина курса посвящена изучению конкретных электрифицированных систем и методов управления ими, в том числе: взлетно-посадочных устройств, систем механизации крыла, привода органов управления, систем управления силовыми установками, зажигания и выработки топлива, электрообогревательных устройств, светотехнического оборудования и ряда других агрегатов и устройств.

2.1. Цель преподавания дисциплины

Целью дисциплины «Электрифицированное оборудование воздушных судов» (ЭФО) является дать студентам знания в области теории, принципов работы основных элементов электрифицированных комплексов бортового оборудования современных воздушных судов по профилю подготовки бакалавра по направлению 162500 «Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов».

2.2. Задачи изучения дисциплины (необходимый комплекс знаний и умений):

В результате изучения дисциплины студент должен:

- иметь представление:

об истории, современном состоянии и перспективах развития ЭФО;

- знать:
- условия и требования, предъявляемые к электрооборудованию самолётов,
- принцип действия, технические характеристики основных видов электрооборудования и влияние их состояния на безопасность полётов,
- особенности конструкции и эксплуатации систем и отдельных агрегатов ЭФО,
- основные методы анализа свойств и оценки технического состояния и эффективности систем ЭФО и их элементов,
- состав, размещение, особенности эксплуатации и ремонта ЭФО;
- уметь:
- производить настройку и регулировку систем и элементов ЭФО.
- проводить анализ статических характеристик, устойчивости и качества переходных процессов, оценку технико-экономических показателей систем,
- оценивать соответствие требованиям Норм летной годности, государственных и отраслевых стандартов;
- иметь навыки:
- практической работы с основными видами ЭФО, совместно с приборами на основе современных электронных технологий.

2. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

3.1. Основная:

1. Решетов С.А., Кононов С.П., Максимов Н.В. Электрооборудование воздушных судов. - М.: Транспорт, 1991.(Библ.0562 Э45)
2. Кулифеев Ю.Б., Грозов О.Б., Подосинников Е.М. Электрифицированное оборудование летательных аппаратов. - М.:Издание ВВИА имени Н.Е. Жуковского, 2005.

3.2. Дополнительная:

3. Решетов С.А., Витвицкий В.П. Авиационные электросистемы. Часть I. - М.: МГТУ ГА, 2005 (Библ. №0562 Р-47).

3.3. По выполнению лабораторных работ:

4. Решетов С.А., Витвицкий В.П. Электрифицированное оборудование воздушных судов: пособие по выполнению лабораторных работ. -М.: МГТУГА, 2008.
5. Решетов С.А. Электрифицированное оборудование воздушных судов: пособие по выполнению лабораторных работ. -М.: МГТУГА, 2006.

3.4. По выполнению курсового проекта:

6. Решетов С.А. Электрифицированное оборудование воздушных судов: пособие по выполнению курсового проекта. -М.: МГТУГА, 2014.

3.5. По выполнению контрольной работы:

7. Решетов С.А. Электрифицированное оборудование воздушных судов: пособие по выполнению контрольной работы. -М.: МГТУГА, 2014.

4. ЭЛЕКТРОННЫЕ СРЕДСТВА ИНФОРМАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Электронные носители информации по дисциплине.

На кафедре имеются программы в электронном виде расчета вентильных ЭД, асинхронных ЭД и программы оптимизации энергосетей (электро-, гидро-) передачи энергии от источников питания до приводов.

На сайте университета приведены материалы по расчетам основных элементов вентильных электродвигателей с полупроводниковыми коммутаторами применительно к структурам скоростных и позиционных приводов.

4.2. Ресурсы интернета.

Широкое распространение во всем мире вентильных ЭД на основе магнитов высокой энергии активизировали широкий круг их исследований, помещаемых в Интернете, относящихся как к самим ЭД, так и системам управления ими.

Из отечественных следует отметить сайт WWW.energomodul.ru «Научно-производственного объединения» «ЭНЕРГОМОДУЛЬ» г. Чебоксары, посвященный разработке силовых электронных модулей управления вентильными системами электропривода. Рассматриваются все типы электродвигателей, используемые в составе ЭФО ВС. Дается их сравнительная оценка и сопоставление с системами гидропривода, используемыми для однотипных механизмов (рули, механизация крыла, шасси, стабилизатор и др.). Кратко обсуждается проблема возможности создания полностью электрифицированного самолета (ПЭС) без использования гидроприводов.

5. ЭЛЕКТРОННЫЙ АДРЕС КАФЕДРЫ ДЛЯ КОНСУЛЬТАЦИЙ- ETIAEO@MSTUCA/RU

6. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Электрифицированное оборудование воздушных судов» состоит из 5-ти разделов:

- основы теории автоматизированного электропривода воздушных судов;
- электрифицированные системы управления силовыми установками;

- электрифицированные системы управления агрегатами и устройствами, работающими в зоне аэродинамического потока;
- электрифицированные системы обогревательного, противообледенительного и бытового оборудования;
- светотехническое оборудование воздушных судов.

7. Учебная программа дисциплины

РАЗДЕЛ 1. ОСНОВЫ ТЕОРИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Тема 1.1. Общие положения теории электропривода.

Лекция 1. Уравнение движения электропривода и методы его решения.

Структурные схемы автоматизированного электропривода. Его основные элементы. Двигательный и электромагнитный приводы. Классификация механических характеристик привода по степени жесткости. Условия статической устойчивости совместной работы системы «Привод - исполнительный механизм». Обобщенное уравнение движения электропривода. Статические и динамические моменты и силы сопротивления. Приведение моментов и сил сопротивления, моментов инерции и маховых масс к одному валу.

Литература [1, с. 8-42; 2, с. 8-25]

Методические указания

При изучении данной темы следует уяснить, как различия в жесткости характеристик привода и характере зависимости момента сопротивления от параметров движения приводят к разной степени устойчивости системы «Привод-механизм». Важно уметь приводить все моменты и силы к одному из валов (одинаковой частоте вращения) системы.

Вопросы для самоконтроля

1. Что обозначает термин *жесткость* механической характеристики привода?
2. Под действием какого момента система привода получает ускорение (замедление)?
3. Почему в формуле приведения момента инерции нагрузки к валу электродвигателя отсутствует значение КПД систем передачи механической энергии?

Тема 1.2. Элементы систем электропривода.

Вопросы для самостоятельной работы по теме.

Электромагнитные муфты сцепления, торможения, комбинированные муфты сцепления-торможения, ферропорошковые и гистерезисные муфты. Механические устройства защиты электроприводов от кратковременных и длительно действующих перегрузок.

Системы передачи механической энергии. Редукторы. Разбиение передаточного редуктора по ступеням. Учет потерь в передачах. Сравнительная оценка технико-экономических показателей и эксплуатационных характеристик электродвигателей постоянного и переменного тока. Статические характеристики электродвигателей постоянного и переменного тока в двигательном и тормозных режимах. Электромагниты. Их статические характеристики. Конструктивный фактор электромагнитов.

Литература [1, с. 11-19; 2, с. 58-77; 3, с. 6-23]

Методические указания

При изучении данной темы следует обратить внимание на работу саморегулирующейся фрикционной муфты ограничения момента планетарного редуктора при одновременном вращении центрального колеса и короны, так как их работа в значительной мере определяет надежность механизмов повышенной надежности.

Вопросы для самоконтроля

1. Чем обусловлен нелинейный характер статических характеристик электродвигателей постоянного тока последовательного возбуждения?
2. Чем определяется наличие экстремума в механической характеристике асинхронного электродвигателя?
3. Как определяется КПД системы передачи при частичной нагрузке механизма?
4. Как конструктивный фактор электромагнита связан с величиной хода и развиваемой силой?

Тема 1.3. Регулирование частоты вращения авиационных электроприводов.

Лекция 2. Управление вентильными двигателями постоянного тока. Алгоритмы управления. Формирование контура обратной связи с использованием датчиков положения ротора.

Вопросы для самостоятельной работы по теме.

Показатели регулируемого электропривода. Классификация методов регулирования частоты вращения авиационных электроприводов. Параметрическое и генераторное регулирование электродвигателей постоянного и переменного тока. Частотные способы управления асинхронными электродвигателями. Оптимальные законы регулирования напряжения и частоты на двигателе. Дис-

кретное управление электродвигателями. Примеры характерного применения различных методов регулирования в системах электропривода.

Литература [1, с. 52-76; 2, с. 137-280; 3, с. 55-59]

Методические указания

При изучении данной темы необходимо на основе основных показателей регулируемого привода уметь выбрать наиболее рациональный метод управления конкретной системой, исходя из заданных технических требований.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие методы могут быть применены для управления электродвигателями постоянного и переменного тока?
2. Каковы недостатки реостатного управления?
3. Чем объясняется, что пусковые токи одинаковые, а пусковые моменты различные при различных значениях потока электродвигателя постоянного тока параллельного возбуждения?
4. Как изменяется частота вращения и ток в цепи якоря электродвигателя при введении в нее сопротивления?

Тема 1.4. Переходные процессы в электроприводе

Вопросы для самостоятельной работы по теме.

Уравнения электродвигателей постоянного и переменного тока как объектов регулирования частоты вращения и углового положения. Передаточные функции. Структурные схемы. Уравнения переходного процесса при пуске, торможении и реверсировании. Графоаналитические методы решения уравнений движения. Упрощенный метод решения. Блок-схемы решения задач на ЭВМ. Потери энергии в переходных режимах. Способы уменьшения потерь.

Переходные процессы в электромагнитном приводе. Способы форсирования переходных процессов.

Литература [1, с. 77-104; 2, с. 78-136; 3, с. 45-55]

Методические указания

При изучении этой темы важно научиться по уравнениям, описывающим рабочие процессы в системе, получать передаточные функции и соответствующие им структурные схемы.

Возможные способы уменьшения потерь увязать с режимами работы привода в составе конкретных самолетных систем. Выявить связи методов расчета переходных режимов приводов вращательного и поступательного движения.

Вопросы для самоконтроля

1. Какую роль играет противо-э.д.с. в процессе стабилизации частоты вращения привода и изменении нагрузки на валу?
2. Какие делаются допущения в упрощенном графическом методе исследования переходных процессов и какие при этом появляются возможности упрощения решения задачи?

Тема 1.5. Следящий электропривод.

Вопросы для самостоятельной работы по теме.

Линейный следящий электропривод. Грубый и точный каналы управления. Компенсация возмущающих воздействий. Релейное управление следящими приводами. Анализ процессов на фазовой плоскости. Фазовые траектории. Астатические скоростные приводы на базе бесконтактных двигателей постоянного тока.

Литература [1, с. 105-139; 3, с. 23-40]

Методические указания

Следует обратить особое внимание на анализ релейных систем управления частотой вращения и угловым положением механизмов, находящих широкое применение в составе систем приводов управления расходом топлива авиадвигателей.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы преимущества релейного управления?
2. Как построить фазовые траектории на фазовой плоскости?
3. Какова роль интегратора в скоростном астатическом приводе?

Тема 1.6. Выбор типа и мощности электродвигателя.

Вопросы для самостоятельной работы по теме.

Общие соображения и рекомендации по выбору типа и мощности электродвигателя. Процессы нагрева и охлаждения электродвигателей. Выбор мощности электродвигателя, работающего в стандартных режимах (длительный, кратковременный, повторно- кратковременный) по допустимому перегреву. Коэффициенты термической и механической перегрузок. Постоянные времени нагрева и охлаждения. Выбор мощности электродвигателя следящего привода по динамическим показателям. Совместный выбор электродвигателя и передаточного отношения редуктора.

Литература [1, с. 140-159]

Методические указания

Хорошее усвоение этой темы невозможно без четкого уяснения смысла коэффициента термической перегрузки двигателя P_T . Следует различать P_T , на который рассчитан искомый двигатель и $P_{Tд}$ режима, в котором он предполагается использоваться.

Вопросы для самоконтроля.

1. Как подсчитать мощность привода лебедки?
2. Как рассчитать коэффициент термической перегрузки?
3. Из каких условий выбирается передаточное отношение редуктора в приводе?

РАЗДЕЛ II. ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СИЛОВЫМИ УСТАНОВКАМИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Тема 2.1. Системы запуска газотурбинных авиационных двигателей.

Лекция 3. Методы управления электростартерами.

Критерии сопоставления. Условия запуска авиационных газотурбинных двигателей. Элементы систем запуска и их взаимодействие. Требования к системам запуска. Определение моментов, действующих в процессе запуска электродвигателя. Типы пусковых устройств. Их сравнительная оценка.

Вопросы для самостоятельной работы по теме.

Выбор мощности, номинальной частоты вращения и передаточного отношения редуктора электростартера. Сравнительный анализ различных методов управления электростартерами. Электростартеры с автоматической регулировкой тока якоря. Угольные регуляторы тока. Статические и динамические характеристики.

Требования НЛГС к стартер-генераторам. Характерные режимы работы стартер-генераторов. Управление процессом запуска в функции времени, частоты вращения и комбинированное. Циклограммы запуска. Схемы запуска авиадвигателей. Автоматические панели запуска. Программные устройства. Электростартеры переменного тока. Надежность систем запуска и способы ее повышения. Особенности эксплуатации систем запуска авиадвигателей.

Литература [1, с. 137-155]

Методические указания

Необходимо четко уяснить состав движущих и противодействующих моментов на валу двигателя. Уметь проводить сопоставление различных методов

управления электростартерами по величине КПД и времени пуска. Выбрать за основу систему силовых установок одного из базовых воздушных судов ГА.

Вопросы для самоконтроля

1. Покажите на пусковой диаграмме динамический момент, под действием которого ротор двигателя получает ускорение.
2. Что такое угольный регулятор тока?
3. Нарисуйте схемы переключения аккумуляторных батарей и стартеров при запуске.

Тема 2.2. Системы электрического зажигания газотурбинных двигателей.

Вопросы для самостоятельной работы по теме.

Классификация систем зажигания, условия пробы газового промежутка искровой свечи. Разряды по поверхности полупроводника и металлизированного изолятора. Типы свечей. Высоковольтные искровые системы зажигания. Индукционные катушки. Низковольтные системы зажигания с полупроводниковыми и эрозивными свечами. Комбинирование системы зажигания.

Литература [1, с. 175-186; 2, с. 321-358]

Методические указания

При изучении данной темы целесообразно сопоставить параметры систем зажигания с различными типами свечей, представив их в виде таблицы.

Вопросы для самоконтроля

1. Какую роль в свече играет полупроводник?
2. Зачем металлизирована поверхность разряда в свечах?
3. Что такое активизатор?
4. Для чего служит индукционная катушка?

Тема 2.3. Системы электропривода топливных насосов.

Вопросы для самостоятельной работы по теме.

Общие сведения о системах расхода топлива. Типы топливных электронасосов и их характеристики. Способы управления выработкой топлива на воздушных судах. Системы управления централизованной заправкой топлива. Схемы программного управления электродвигателями насосов перекачки. Требования НЛГС к пожаробезопасности электроагрегатов топливоснабжения.

Литература [1, с. 176-186]

Методические указания

В процессе изучения этой темы следует проследить процесс преобразования электрической энергии в механическую, а механическую в гидравлическую энергию насоса и научиться рассчитывать КПД элементов системы.

Вопросы для самоконтроля.

1. Как рассчитать КПД электродвигателя и топливного насоса?
2. Как пересчитать давление, заданное в кг/см^2 , в МПа?
3. В каких случаях на самолете запускается насосная станция?

Тема 2.4. Электрифицированные системы управления
противопожарным оборудованием воздушных судов.

Вопросы для самостоятельной работы по теме.

Общие сведения о противопожарном оборудовании. Чувствительные элементы и управляющие устройства. Особенности эксплуатации противопожарного оборудования.

Литература [1, с.216-222; 2, с.387-406]

Методические указания

Необходимо четко различать условия срабатывания датчиков, реагирующих на скорость изменения температуры и абсолютную ее величину, и уяснить, как это обеспечивается конструкцией датчиков.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое дифференциальный датчик пожара?
2. При каких условиях он срабатывает?
3. Какие типы самолетных систем сигнализации пожара вы знаете?
4. Каковы действия экипажа при срабатывании датчика пожара?
5. Как работает датчик дыма?

РАЗДЕЛ III. ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АГРЕГАТАМИ И УСТРОЙСТВАМИ, РАБОТАЮЩИМИ В ЗОНЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО ПОТОКА

Тема 3.1. Электропривод органов управления воздушных судов.

Лекция 4. Авиационные механизмы повышенной надежности. Одиночная и совместная работа каналов. Методы расчета безотказности.

Вопросы для самостоятельной работы по теме.

Тенденции развития систем управления рулями. Характер действующих нагрузок. Шарнирные моменты. Системы привода рулей и элеронов. Бустерное

управление рулями. Рулевые машины. Автономный рулевой привод. Электро-триммирование рулей. Электромеханизмы изменения передаточных чисел в системах управления рулями.

Литература [1, с. 222-227; 2, с.281-296]

Методические указания

Здесь необходимо проследить, как увеличение скорости самолетов привело к росту нагрузок на рули и усложнению систем управления ими. Проанализировать возможности замены гидроприводов на электрические в рамках концепции более электрифицированного самолета.

Вопросы для самоконтроля

1. Как подсчитать шарнирный момент руля?
2. Что такое необратимый бустер?
3. Что такое триммер и интерцептор и для чего они предназначены?
4. Как влияет скорость самолета на нагрузку на привод?

Тема 3.2. Электрифицированные системы управления взлетно-посадочной механизацией крыла, стабилизаторами, тормозными щитками.

Вопросы для самостоятельной работы по теме.

Особенности аэродинамики современных самолетов и назначение механизации крыла и стабилизатора. Электрифицированные системы управления предкрылками, закрылками, тормозными щитками, интерцепторами, спойлерами и стабилизатором. Совмещенные системы управления. Электромеханизмы повышенной надежности. Механические характеристики при различных видах нагрузки. Схемы включения обмоток муфт сцепления-торможения. Оценка надежности. Способы повышения эксплуатационной надежности. Системы защиты электродвигателей от электрических перегрузок. Работа блоков КЗД. Схемы коммутации фаз переменного тока повышенной надежности. Условия возможности рекуперации энергии в сеть.

Литература [1, с. 227-239; 2, с. 314-318]

Методические указания

Основой этой темы являются механизмы повышенной надежности (МПН). Необходимо уметь получить механическую характеристику МПН для типовых систем, уяснить роль муфт в режиме торможения, работу систем защиты от электрических перегрузок.

Вопросы для самоконтроля

1. Как рассчитать безотказность МПН ?

2. От каких видов неисправностей защищает КЗД и в каких точках системы?

3. Как электропривод этих систем защищен от заклинивания исполнительных механизмов?

4. Какова роль муфт сцепление-блокировка при отказе одного из каналов МПН?

Тема 3.3. Системы управления приводом шасси.

Вопросы для самостоятельной работы по теме.

Системы управления главными стойками шасси, передним колесом и хвостовой опорой. Системы торможения и растормаживания колес. Предпосадочная раскрутка колес. Выбор типа и мощности привода агрегатов и устройств, работающих в зоне аэродинамического потока. Примеры расчета. Особенности эксплуатации систем электропривода агрегатов и устройств, работающих в зоне аэродинамического потока. Оценка эффективности систем. Пути совершенствования.

Литература [1, с.244-252]

Методические указания

Основная задача при изучении этой темы - научиться выбирать требуемую мощность привода шасси, увязав ее с условиями выпуска и уборки шасси (« по » или « против » полета). Повторить тему 1.2, так как привода постоянного тока при этом могут работать с разным способом возбуждения.

Вопросы для самоконтроля

1. Почему при выпуске и уборке шасси обычно применяют разные способы возбуждения двигателей постоянного тока ?

2. Какие типы двигателей наиболее часто применяют для привода шасси и почему ? Как обеспечивается отсутствие юза при торможении?

РАЗДЕЛ IV. ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ОБОГРЕВАТЕЛЬНОГО, ПРОТИВООБЛЕДЕНИТЕЛЬНОГО И БЫТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Тема 4.1. Системы электрического обогрева и противообледенительного оборудования.

Вопросы для самостоятельной работы по теме.

Общие сведения о противообледенительном оборудовании воздушных судов. Сигнализаторы обледенения. Электрическое противообледенительное оборудование воздушных судов. Системы электрического обогрева смотровых стекол, кабин и отсеков.

Литература [1, с. 253-270]

Методические указания

Изучение данной темы следует увязать с условиями теплового нагрева электродвигателей и повторно-кратковременном режиме. Изучить условия срабатывания сигнализаторов.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое «тепловой нож»?
2. Каковы преимущества циклического обогрева?
3. Что такое электроимпульсная противообледенительная система?

Тема 4.2. Электроприводы подъемно-транспортных устройств

Электрифицированные самолетные лебедки и тельферы с механизмами повышенной надежности. Самолетные и вертолетные системы управления лебедками с асинхронными двигателями. Выбор мощности электроприводов лебедок. Электрические самолетные системы управления лебедками с двигателями постоянного тока. Особенности эксплуатации электроприводов лебедок. Характерные блокировки в системах привода лебедок.

Литература [1,с.37-43]

Методические указания.

Изучение данной темы следует увязать с возможными режимами работы электродвигателей в составе лебедок (двигательный, торможение генераторное и противовключением), а также ролью КПД системы передачи в приводе лебедки.

Вопросы для самоконтроля

1. Чему равен момент на валу барабана лебедки?. Какие методы изменения скорости лебедки вы знаете?
3. Какие типы лебедки установлены на самолете Ил-76 и других самолетах ГА?
4. Какие специальные требования предъявляются к электродвигателям привода лебедок?

РАЗДЕЛ V. СВЕТОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Тема 5.1. Основы авиационной светотехники.

Лекция 5. Основные светотехнические понятия и единицы. Энергетические и световые единицы. Световой и энергетический КПД. Световая отдача. Оптические характеристики материалов. Светофильтры. Нормирование цветных сигналов.

Литература [1, с. 274-280]

Тема 5.2. Источники оптического излучения и осветительные приборы.

Вопросы для самостоятельной работы по теме.

Лампы накаливания. Люминесцентные лампы. Осветительные приборы. Коэффициент усиления светильника. Основы светотехнических расчетов.

Литература [1, с. 2280-288]

Тема 5.3. Наружное светотехническое оборудование воздушных судов

Вопросы для самостоятельной работы по теме.

Наружное осветительное оборудование. Фары. Проекторы. Наружное сигнальное оборудование. БАНО. Маяки. Эксплуатация наружного светового оборудования.

Литература [1, с. 286-296]

Тема 5.4. Внутреннее светотехническое оборудование воздушных судов

Вопросы для самостоятельной работы по теме.

Внутреннее осветительное оборудование. Внутреннее светосигнальное оборудование. Эксплуатация внутреннего светового оборудования

Литература [1, с. 297-305]

Методические указания к разделу 5.

При изучении данного раздела следует иметь в виду, что при введении Международной Системы единиц СИ в качестве основной световой единицы принята сила света (в свечах). Следует различать световые и энергетические единицы. При изучении конкретных видов светового оборудования целесообразно взять за основу оборудование какого-либо конкретного самолета.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое освещенность?
2. Что такое чистота и частота света?
3. Какой момент противодействует приводу при выпуске фары и как его подсчитать?
4. Какие типы маяков вы знаете?
5. Как рассчитать дальность видимости огней?

Заключительная тема

Перспективы развития электрифицированного оборудования воздушных судов.

Проблемы создания «чисто-электрического» самолета без применения гидроприводов. Тенденции развития систем электрифицированного оборудования летательных аппаратов. Применение ЦВМ и микропроцессоров в системах авиационных приводов. Проблемы создания «чисто электрического» самолета без применения гидравлики.

Литература [1, с. 306-312; 214-249]

Методические указания

Изучение данной темы следует увязать с тенденциями и перспективами развития систем электроснабжения современных воздушных судов, новых типов приводов на основе бесконтактных двигателей постоянного тока с полупроводниковым коммутатором. На основе сопоставления технико-экономических и эксплуатационных показателей электро- и гидроприводов раскрыть проблему возможности создания полностью электрического самолета без гидроприводов.

Вопросы для самоконтроля

1. На основе каких критериев можно сопоставить электро- и гидроприводы?
2. Сопоставьте преимущества и недостатки электро- и гидроприводов.

8. Терминология дисциплины (понятийный аппарат)

В технической литературе и при изучении данной дисциплины под электроприводом в общем случае понимается привод, состоящий из одного или нескольких (чаще всего двух) ЭД, редуктора, систем передачи электрической и механической энергии и их защиты.

В частном случае под электроприводом имеется в виду и системы, имеющие в своем составе один ЭД, непосредственно связанный с исполнительным механизмом без использования редуктора (привод топливных насосов и др.).

Электроприводы, оборудованные 2-мя (реже 3-мя) ЭД, получили специальное название - механизмов повышенной надежности (МПН).

Основными выходными параметрами электропривода являются момент (M) и скорость (ω).

Размерность момента M, [Н·м], где

N - Ньютон, имеющий размерность, следующую из уравнения силы

$$F = mg,$$

где m - масса, кг; g - ускорение свободного падения, m/c^2 .

Надо быть аккуратным при расчетах, связанных со скоростью привода, так как:

- в технической системе единиц и устаревшей технической литературе скорость привода измерялась в об/мин., обычно для ЭД это несколько тысяч, т.е. $(2...12) \cdot 10^3$ об/мин. и называется «скоростью вращения»;

- в системе Si (СИ) скорость измеряется в оборотах в секунду и называется частотой вращения (или Гц);

- в системе следящего привода и системах автоматического управления скорость измеряют в угловых единицах (в рад/с), так как один оборот содержит 2π радиан, то $\omega = 2\pi \cdot n/60$ рад/с.

Для ориентировочных расчетов удобно использовать упрощенное выражение $\omega = 0,1n$

9. Лабораторные работы, их тематика и объем в часах

1. Электропривод рулевой машины АП-6Е, 2 часа.

Привод выполнен на базе ДПТ параллельного возбуждения Д-35 мощностью 35Вт. В процессе выполнения работы определяются энергетические показатели привода: время движения, скорость, потребляемая и полезная мощность и КПД. Имитация скоростного напора осуществляется подъемом груза (противодействующая нагрузка) и его опусканием (помогающая нагрузка).

Номер темы - 1.1.

2. Электропривод посадочно-рулежной фары (ПРФ-4), 2 часа.

Выполнен на основе ДПТ последовательного возбуждения со встроенной муфтой торможения и муфтой ограничения момента. Эксперимент проводится по аналогичной методике.

Номер темы –1.2.

3. Электропривод стабилизатора, МУС-3ПТВ, 4 часа.

Предназначен для привода стабилизатора самолетов класса Ту-154 и Ил-62. Выполнен по схеме МПН, оборудованного двумя асинхронными ЭД АДС-1000 мощностью 1000Вт каждый с муфтами «сцепление-торможение». Механизм имеет муфту ограничения момента и устройство ручного привода для регулировки механизма концевых выключателей крайних положений привода.

Номера тем -3.1, 3.2.

4. Управление запуском силовых установок воздушных судов, 4часа.

Номера тем-2.1, 2.2.

5. Управление следящим приводом балансировки стабилизатора и автомата тяги авиадвигателей самолетов Ту-204 и Ил-96-300, 4часа.

Номер темы - 1.5.

10. Курсовой проект, его характеристика и рекомендации

Данный проект является последней самостоятельной работой, предшествующей выпускной работе, поэтому студенту представляется право самостоятельного выбора темы из предлагаемого темника, максимально приближая ее к технике, с которой студент имеет дело на производстве.

Рекомендуется максимально приблизить выбираемую тему с темой предполагаемой выпускной работы, используя ее в процессе выполнения самой выпускной работы.

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I. Основы теории автоматизированного электропривода воздушных судов	6
РАЗДЕЛ II. Электрифицированные системы управления силовыми установками.....	10
РАЗДЕЛ III. Электрифицированные системы управления агрегатами и устройствами, работающими в зоне аэродинамического потока.....	12
РАЗДЕЛ IV. Электрифицированные системы обогревательного противообледенительного и бытового оборудования.....	14
РАЗДЕЛ V. Светотехническое оборудование воздушных судов	15