

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РФ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

**Кафедра аэродинамики, конструкции и прочности
летательных аппаратов**

М.Г. Ефимова

ПОСОБИЕ

по изучению дисциплины

«ОСНОВЫ АВИАЦИИ»

*для студентов I курса
специальности 080507
дневного и заочного обучения*

Москва – 2008

Рецензент д-р техн. наук, проф. В.Г.Ципенко

Ефимова М.Г.

Пособие по изучению дисциплины «Основы авиации». —М.: МГТУГА,
2008. - 17 с.

Данное пособие издается в соответствии с учебным планом для студентов I курса специальности 080507 дневного и заочного обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры _____08 г. и методического совета _____08 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.1	Роль и место дисциплины в системе профессиональной подготовки специалистов по специальности 080507.....	4
1.2	Значение дисциплины для специальности 061100	4
1.3	Целевая установка	4
2.	ЛИТЕРАТУРА	5
3.	СТРУКТУРА КУРСА	5
4.	ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ РАЗДЕЛОВ ПРОГРАММЫ.....	6

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Роль и место дисциплины в системе профессиональной подготовки специалистов по специальности 080507.

Настоящее пособие, так же как и сам курс «Основы авиации» включает в себя пять разделов:

- аэродинамика летательного аппарата (ЛА);
- динамика полета ЛА;
- конструкция ЛА;
- основные функциональные системы ЛА
- основы теории проектирования ЛА.

В курсе учебной дисциплины «Основы авиации» изучаются основы аэродинамики и динамики полета ЛА, основные данные о конструкции планера ЛА и его функциональных системах, а также основные понятия об эксплуатационно-технических требованиях, предъявляемых к ЛА ГА, об оценке эксплуатационной эффективности ЛА с учетом влияния на нее относительного веса частей самолета, а также основы проектирования ЛА. Эти знания являются необходимым для подготовки авиационных специалистов по специальности 080507, которые должны быть способны исследовать и решать задачи, направленные на повышение экономической эффективности при проектировании, создании и эксплуатации ЛА ГА.

Основной задачей дисциплины является усвоение терминологии и приобретение базовых знаний по теоретическим основам аэродинамики и динамики полета современных ЛА, по основам конструкции, по основам проектирования ЛА.

1.2 Значение дисциплины для специальности 061100

Изучение дисциплины обеспечивает подготовку студентов к изучению специальных учебных курсов, входящих в программу общей подготовки инженеров-экономистов.

1.3 Целевая установка

В результате изучения дисциплины студенты должны **ЗНАТЬ:**

- основы понятия аэродинамики и динамики полета ЛА;
- основные части конструкции самолета и их назначение;
- основы условий эксплуатации и нагружения конструкции ЛА;
- основные функциональные системы ЛА и их назначение; ■
- основы теории проектирования ЛА;

УМЕТЬ:

- использовать знания основ теории проектирования ЛА в процессе изучения специализирующих дисциплин;
- выделять (исходя из условий эксплуатации и влияния на безопасность полетов) основные требования, предъявляемые при разработке и эксплуатации ЛА к повышению экономической эффективности ЛА.

2. ЛИТЕРАТУРА

1. Никитин Г.А., Баканов Е.А. Основы авиации. М.: Транспорт, 1984.— 264 с.
2. Ефимов В.В. «Основы авиации». Часть 1. М.: МГТУГА, 2003. – 63 с.
3. Ефимова М.Г. «Основы авиации». Часть 2. М.: МГТУГА, 2005. – 53 с.
4. Ефимова М.Г. Пособие по выполнению домашних заданий по дисциплине «Основы авиации» для студентов специальности 080507 заочного обучения. М.: МГТУГА, 2002. – 18с.

3. СТРУКТУРА КУРСА

Курс «Основы авиации» состоит из 6 разделов. Ниже приведены названия разделов, входящих в курс «Основы авиации»:

1. Введение
2. Основы аэродинамики ЛА.
3. Основы динамики полета ЛА.
4. Конструкция и прочность ЛА.
5. Основные функциональные системы ЛА.
6. Основы теории проектирования.

Помимо теоретической части (лекций), курс содержит и практическую часть: практические занятия (13 занятий – для студентов дневного отделения, 2 занятия – для студентов заочного отделения) и домашнее задание (реферат - для студентов дневного отделения, 2 расчетно-графических работы – для студентов заочного отделения). В конце курса сдается экзамен, оценка по которому проставляется в диплом.

4. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ РАЗДЕЛОВ ПРОГРАММЫ

Тема 1. Введение.

Гражданская авиация и ее значение в развитии народного хозяйства страны. История и перспективы развития авиационной науки и техники. Классификация летательных аппаратов по принципу полета и по назначению. Основные требования, предъявляемые к летательным аппаратам гражданского назначения. НЛГС и АП-25.

Литература: [1, с. 3 - 14].

Методические указания к теме 1

При изучении темы необходимо уяснить, что в развитии авиационной науки и техники можно выявить несколько последовательных этапов, на каждом из которых достижения в области различных наук (гидрогазодинамика, прочность, материаловедение) приводили к качественному изменению конструкций ЛА и количественному изменению их летно-технических характеристик (ЛТХ).

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение следующим понятиям: авиация, воздухоплавание, космонавтика; летательный аппарат; гражданская авиация, авиация общего назначения.
2. Каковы основные проблемы, возникающие при создании современных ЛА ГА?
3. Как летательные аппараты подразделяются по принципу полета?
4. Как самолеты ГА подразделяются по дальности полета и по назначению?
5. Что такое НЛГС и АП-25?
6. Каковы основные требования, предъявляемые к ЛА ГА? Приведите примеры противоречивости этих требований.

Тема 2. Основы аэродинамики ЛА.

Атмосфера, ее строение и свойства воздуха. Стандартная атмосфера. Вязкость. Сжимаемость. Законы сохранения в газовой динамике. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли. Физика образования подъемной силы и силы сопротивления.

Основные геометрические и аэродинамические характеристики крыла и самолета. Поляра крыла и самолета. Аэродинамическое качество.

Назначение, классификация и принцип действия механизации крыла. Литература [1, с. 26-42, 80-85], [2, с. 5 - 42].

Методические указания к теме 2

При изучении данной темы необходимо уяснить, что аэродинамика, как любая наука, изучающая физику явлений, использует определенные модели данного явления, отражающие его основные свойства. Эти модели позволяют использовать современный математический аппарат, учесть все существенные свойства явления и пренебречь (в целях упрощения вычислений) его несущественными свойствами. Однако следует помнить, что существенность одних и тех же свойств часто определяется постановкой задачи. Например, при полете с малыми числами Маха ($M < 0,3$) можно пренебречь свойством сжимаемости среды, в то же время сжимаемость играет существенную роль при описании явлений, происходящих при движении с большими скоростями ($M > 1$).

Основная практическая задача, решаемая аэродинамикой при изучении обтекания потоком жидкости или газа тел различной формы, состоит в определении аэродинамических сил, действующих при этом на тело. Воздействие воздушного потока на тело определяется распределением на теле нормальных и касательных напряжений, что в конечном итоге можно описать равнодействующей аэродинамической силой $R_A = C_R \frac{\rho V^2}{2} S$ и парой сил с аэродинамическим моментом $M = m \frac{\rho V^2}{2} S l$.

На практике, как правило, имеют дело не с равнодействующей силой, а с ее проекциями на оси какой-либо системы координат. Например, проекции этой силы на оси скоростной системы координат выглядят следующим образом:

— сила лобового сопротивления $X_a = C_{xa} \frac{\rho V^2}{2} S_{м.ф}$

— подъемная сила $Y_a = C_{ya} \frac{\rho V^2}{2} S_{кр}$;

— боковая сила $Z_a = C_{za} \frac{\rho V^2}{2} S_{в.о}$,

где C_{xa} — коэффициент силы лобового сопротивления; C_{ya} — коэффициент подъемной силы; C_{za} — коэффициент боковой силы; $\frac{\rho V^2}{2}$ - скоростной напор; S_i —характерная площадь.

Коэффициенты аэродинамических сил зависят от геометрии тела, его положения в пространстве, скорости полета и внешних условий.

По методам определения аэродинамических коэффициентов аэродинамика делится на два взаимосвязанных направления: экспериментальная аэродинамика и теоретическая аэродинамика.

Экспериментальная аэродинамика для определения сил и моментов, действующих на тело в потоке, пользуется результатами натуральных испытаний и продувок моделей тел в аэродинамических трубах.

Теоретическая аэродинамика описывает картину обтекания математическими уравнениями, используя гипотезу сплошности среды. При этом газ характеризуется определенными параметрами (ρ — плотность, p — давление, T — температура) и основными свойствами.

К основным свойствам воздуха относятся вязкость и сжимаемость.

Мерой сжимаемости газа служит число Маха $M = \frac{V}{a}$ (здесь V — скорость потока, a — скорость звука в газе при данных условиях).

В систему уравнений, позволяющую определить все необходимые параметры взаимодействия тела и обтекающего потока, помимо уравнений движения газа и уравнения состояния входят также уравнение неразрывности, выражающее закон сохранения массы в гидрогазодинамике: $m = \rho VF = \text{const}$ (здесь F — площадь сечения потока в i -й точке), и уравнение Бернулли, выражающее закон сохранения энергии. Для несжимаемого газа уравнение Бернулли имеет вид:

$$p + \frac{\rho V^2}{2} = \text{const}.$$

Полученные в результате таких расчетов данные используют для расчета на прочность ЛА и их отдельных частей, а также для определения летно-технических характеристик ЛА.

Необходимо обратить внимание на взаимосвязь геометрических характеристик крыла и его аэродинамических характеристик. Знать общий вид графиков зависимостей $C_{ya} = f(\alpha)$, $C_{xa} = f(\alpha)$, $C_{ya} = f(C_{xa})$ и основные характерные точки на этих графиках.

При изучении темы «Механизация крыла» знать, в чем состоит назначение механизации, и за счет каких явлений достигаются необходимые эффекты при механизации передней кромки крыла, механизации задней кромки и управлении пограничным слоем.

Вопросы для самопроверки

1. Какой слой атмосферы используется для полетов самолетов ГА?
2. Каковы основные свойства воздуха?
3. Что является мерой сжимаемости воздуха?
4. Что такое стандартная атмосфера и для чего она используется?
5. Какой закон сохранения представляет уравнение неразрывности? Какой вид имеет это уравнение для сжимаемого и несжимаемого газов?
6. Какой закон сохранения представляет уравнение Бернулли?

7. Объясните физическую картину образования подъемной силы.
8. Объясните физическую картину образования силы лобового сопротивления.
9. Каковы основные геометрические характеристики профиля крыла?
10. Каковы основные геометрические характеристики крыла в плане?
11. Что такое аэродинамические характеристики?
12. Какой вид имеет график зависимости коэффициента подъемной силы от угла атаки?
13. Какой вид имеет график зависимости коэффициента силы лобового сопротивления от угла атаки?
14. Какой вид имеет график поляры?
15. Что такое аэродинамическое качество?
16. Как с помощью графика поляры определить максимальное аэродинамическое качество?
17. Для чего предназначена механизация?
18. Какие виды механизации относятся к механизации передней кромки?
19. Какие виды механизации относятся к механизации задней кромки?
20. В чем состоит принцип действия аэродинамических рулей?

Тема 3. Основы динамики полета ЛА

Основные системы координат. Прямолинейное движение ЛА на различных этапах полета. Силы, действующие на самолет. Крейсерский полет. Набор высоты и снижение. Взлет и посадка. Дальность и продолжительность полета.

Понятие о перегрузке. Перегрузка при маневренном полете и при полете в неспокойном воздухе.

Метод тяг Н.Е. Жуковского. Располагаемая и потребная тяги. Максимальная и минимальная скорости и другие характеристики.

Равновесие, устойчивость и управляемость самолета. Центровка самолета. Органы управления самолета.

Литература [1, с. 47-55, 57-58, 67-70, 58-67], [2, 43 - 62].

Методические указания к теме 3

Динамика полета ЛА рассматривает вопросы, связанные с исследованием траекторий движения ЛА, а также вопросы его устойчивости и управляемости. Естественно, что для студентов 1-го курса все эти вопросы будут рассматриваться в достаточно упрощенном виде, позволяющем получить наиболее общие представления о физике движения самолета.

Для того чтобы движение любой материальной точки (в частности, ЛА) можно было описать математически, необходимо выбрать систему координат (СК), в которой это движение будет рассматриваться. Для описания положе-

ния тела в пространстве используют связанную и земную СК, а для исследования движения тела скоростную и траекторную СК. Местоположение ЛА, величина скорости его полета и связанных с ней характеристик зависят от выбранной СК.

Траектория движения ЛА от точки старта до точки полной остановки включает в себя следующие этапы: разбег по ВПП, взлет, набор высоты, крейсерский полет, снижение, посадка, пробег по ВПП. Для каждого из этих этапов уравнения движения ЛА имеют свои особенности. В рамках данного курса рассматриваются только уравнения движения ЛА при наборе высоты, снижении и в крейсерском полете в недифференциальной форме.

При исследовании многих задач динамики полета используется понятие перегрузки. Перегрузкой называют отношение суммы векторов тяги и полной аэродинамической силы к величине силы тяжести.

Вектор перегрузки характеризует маневренность ЛА, так как он учитывает величину и направления сил, изменяя которые, можно управлять полетом. Перегрузка — безразмерная величина, выражается положительным или отрицательным числом в зависимости от направления действия сил. (Иногда можно услышать выражение «Перегрузка равна $4g$ ». Это неправильно, так как, во-первых, $4g = 4 \times g = 40$, а, во-вторых, g - это ускорение свободного падения и оно имеет размерность м/с^2 . Правильно сказать в этом случае: «Перегрузка равна четырем».)

Методы аэродинамического расчета, т.е. расчета летных характеристик ЛА в установившемся полете удобно строить на сравнении параметров, потребных для выполнения заданного режима, с располагаемыми (предельными) значениями. Метод, основанный на сравнении величин потребной и располагаемой тяг, является основным методом аэродинамического расчета самолетов с турбореактивными двигателями и называется методом тяг Н.Е. Жуковского.

При изучении данной темы необходимо уметь построить кривые потребной и располагаемой тяг в системе координат $P(V)$, показать на полученной диаграмме характерные точки, знать, как изменяются потребная и располагаемая тяги при изменении высоты полета.

Устойчивость и управляемость ЛА являются его важными свойствами, определяющими возможность и безопасность полета, требуемые усилия летчика при управлении самолетом, уровень комфорта экипажа и пассажиров в полете. Требования к характеристикам устойчивости и управляемости являются обязательными и нормируются для самолетов различных классов.

Равновесие — это состояние самолета, при котором действующие на него силы и их моменты не вызывают его вращения и не нарушают равномерного и прямолинейного движения. Равновесие может быть устойчивым и неустойчивым. Устойчивость — это способность ЛА самостоятельно, без вмешательства летчика сохранять состояние равновесия или возвращаться к нему после окончания действия внешних возмущений. Управляемость — способность самолета реагировать в предусмотренных пределах на действия пилота с помощью органов управления (причем наиболее просто при мини-

мальных затратах энергии летчика). При изучении этого раздела нужно уметь нарисовать схему сил, соответствующую тому или иному виду устойчивости, и показать на ней каким образом данный вид устойчивости реализуется.

При расчете равновесия, устойчивости и управляемости необходимо знать положение центра масс самолета. Оно определяется относительно средней аэродинамической хорды (САХ) (это хорда прямоугольного крыла, равновеликого данному по площади и имеющего такие же аэродинамические характеристики). Положение центра масс ЛА относительно начала (носки) САХ, выраженное в процентах от ее длины, называют центровкой. Условием статической устойчивости является расположение центра тяжести ЛА перед фокусом, что называется передней центровкой.

При изучении данной темы необходимо знать факторы, вызывающие нарушение равновесия по различным каналам, способы обеспечения и восстановления равновесия. Нужно знать схемы сил, действующих на самолет при определении продольной, путевой и поперечной устойчивостей, и объяснить факторы, приводящие к восстановлению равновесия.

Вопросы для самопроверки

1. Что представляет собою связанная система координат?
2. Что представляет собою скоростная система координат?
3. Перечислите основные этапы полета.
4. Что такое взлет? Когда он заканчивается?
5. Какие силы действуют на самолет при наборе высоты?
6. Каковы условия горизонтального крейсерского полета?
7. Что такое планирование?
8. Из каких этапов состоит посадка?
9. Что такое дальность полета?
10. Что такое продолжительность полета?
11. Что такое километровый и часовой расходы топлива?
12. Что такое перегрузка?
13. Что собою характеризует вектор перегрузки?
14. Для чего используется метод тяг Н.Е.Жуковского?
15. Что такое потребная тяга?
16. Что такое располагаемая тяга?
17. Какие характерные режимы полета можно показать на диаграмме?
18. Дайте определения равновесию, устойчивости и управляемости ЛА.
19. Каково условие продольной статической устойчивости ЛА?
20. Каково условие путевой статической устойчивости ЛА?
21. Что понимается под боковой устойчивостью ЛА?
22. Что такое центровка ЛА?
23. Каким органом управления самолет управляется по крену?
24. Каким органом управления самолет управляется по тангажу?
25. Каким органом управления самолет управляется по рысканию?

Тема 4. Конструкция и прочность ЛА

Классификация и схемы самолетов. Компоновка ЛА. Основные части самолета и их назначение. Геометрические характеристики фюзеляжа и оперения.

Нагрузки, действующие на ЛА. Нормирование внешних нагрузок. Нормы прочности и жесткости. Силовые схемы и элементы конструкции крыла, оперения, фюзеляжа. Силовые факторы, действующие в сечениях крыла, оперения, фюзеляжа. Назначение и требования, предъявляемые к шасси. Основные схемы расположения и параметры шасси.

Надежность, живучесть и ресурс конструкций ЛА.
Литература [1, с. 14- 17,70-71, 71 -78,86-96, 96- 105, 119- 121], [3, с. 6 - 24].

Методические указания к теме 4

Начало данного раздела является несложным для понимания, но достаточно емким по материалу. Знакомясь с компоновочными схемами самолетов, необходимо обратить внимание на противоречивость требований, предъявляемых к ЛА в целом и к их отдельным частям, агрегатам и системам, и, во-вторых, на компромиссность реализуемых на практике решений. Изучая тему, необходимо хорошо запомнить название основных частей самолета (крыло, фюзеляж, шасси, силовая установка, оперение) и их назначение и местоположение.

При изучении темы «Классификация ЛА» обратить внимание не только на геометрические различия различных схем, но и на их достоинства и недостатки.

Приступая к изучению нагрузок, действующих на ЛА, и конструктивных элементов, воспринимающих эти нагрузки, следует, прежде всего, уяснить условия эксплуатации современных ЛА, с точки зрения нагружения их внешними, поверхностными и инерционными силами. Нормирование нагрузок, действующих на ЛА, осуществляется с помощью понятия перегрузки и означает наложение определенных ограничений на режимы эксплуатации ЛА из условий общей прочности или других условий. Нормирования нагрузок и условий эксплуатации устанавливаются в Авиационных правилах (АП-25).

Так как самолеты являются транспортными средствами многократного применения, то при всех возможных эксплуатационных нагрузках их конструкции не должны получать не только каких-либо повреждений, но и остаточных деформаций. Поэтому конструкции рассчитываются по разрушающим нагрузкам следующим образом: $Y_p = fY_э$, где f — коэффициент безопасности, устанавливаемый АП-25. Как правило, $f=1,5$. При этом необходимо понимать, что увеличение коэффициента безопасности приводит к возрастанию массы ЛА, а его уменьшение — к уменьшению надежности конструкции и увеличению вероятности ее разрушения.

Изучив раздел курса о нагрузках, действующих на летательные аппараты в целом и на основные агрегаты планера, можно приступить к изучению конструкций крыла, оперения и фюзеляжа.

Крыло самолета является важнейшей частью его планера и наиболее типичным образцом тонкостенных балочных конструкций. Поэтому проработку этой части материала следует выполнить наиболее тщательно.

Прежде всего следует обратить внимание на то, что практически все основные агрегаты планера самолета (крыло, оперение и фюзеляж и их составляющие, такие как рулевые поверхности и механизация крыла) являются пространственными тонкостенными конструкциями балочного типа, т.е. у которых один из линейных размеров (размахи) существенно больше двух других (поперечных). В поперечных сечениях таких конструкций имеют место следующие силовые факторы: поперечные перерезывающие силы, изгибающие и крутящие моменты. Наличие тех или иных силовых факторов определяются внешними распределенными нагрузками, которые реализуются в виде давлений потока воздуха, и массовыми (инерционными) нагрузками, распределенными по объему конструкции. Поэтому любая конструкция планера ЛА должна иметь в своем составе соответствующие силовые элементы, способные воспринять действующие нагрузки.

Обшивка крыла, оперения, органов управления и фюзеляжа воспринимает внешнее давление воздушного потока и обеспечивает их герметичность (где это необходимо) и заданные аэродинамические (через формы) свойства. Уже одна лишь обшивка, образуя оболочки, в состоянии воспринимать заданные нагрузки, т.е. такие оболочки могут работать на кручение и на поперечный изгиб. Однако конструкции агрегатов будут значительно легче, если оболочки будут тонкостенными, но подкрепленными продольным и поперечным силовым набором.

В крыле, оперении (горизонтальном и вертикальном), рулевых поверхностях и фюзеляже к продольным силовым элементам относятся лонжероны, стрингеры и бимсы (для фюзеляжа); к поперечному силовому набору — нервюры в крыльевых конструкциях и шпангоуты в фюзеляже.

При изучении шасси самолета основное внимание необходимо уделить схемам, параметрам шасси и их конструкции. Вначале следует хорошо уяснить назначение каждой части шасси, а затем уже познакомиться с конструктивными особенностями и работой авиационных колес и амортизаторов.

При эксплуатации самолетов пневматики авиаколес лишь частично (около 20%) поглощают кинетическую энергию самолета, которой он обладает в момент посадки. При этом пневматики, поглощая эту часть энергии, практически ее не рассеивают. Остальную часть кинетической энергии самолета при посадке поглощают, а главное большую ее долю рассеивают, амортизаторы стоек шасси. Основной тип современных самолетных амортизаторов — жидкостно-газовые.

Литература [1, с. 71 - 108, 119 - 138], [3, с. 26 - 42].

Вопросы для самопроверки

1. Что такое аэродинамическая компоновка ЛА? Какие компоновки вы знаете?
2. Как называются самолеты с различным расположением крыла по высоте фюзеляжа? В чем достоинства и недостатки каждой схемы?
3. Какие вы знаете схемы компоновки оперения?
4. Расскажите о достоинствах и недостатках различного расположения двигателей.
5. Что такое крыло? В чем его назначение?
6. Что такое фюзеляж? В чем его назначение?
7. Какие вы знаете формы поперечного сечения фюзеляжа?
8. Каковы основные геометрические характеристики фюзеляжа?
9. Каковы основные геометрические характеристики оперения?
10. Каким видам нагрузок подвержена конструкция самолета?
11. Что такое прочность конструкции?
12. Что такое жесткость конструкции?
13. Какие силовые факторы действуют в сечениях крыла, фюзеляжа, оперения?
14. Перечислите основные силовые схемы крыла?
15. Что такое силовой набор?
16. Из чего состоит силовой набор крыла?
17. Перечислите основные силовые схемы фюзеляжа?
18. Из чего состоит силовой набор фюзеляжей различных схем?
19. Что такое шасси? В чем его назначение?
20. Какова классификация шасси по типу опорного элемента?
21. Каковы основные схемы расположения шасси?
22. Что такое параметры шасси? Перечислите основные параметры шасси.
23. Что такое амортизатор? В чем его назначение?
24. Какие виды амортизаторов вы знаете?

Тема 5. Основные функциональные системы самолета

Системы управления самолетом. Классификация систем управления. Основное и вспомогательное управление. Принципиальная схема основного управления. Основные требования, предъявляемые к системам управления. Технические мероприятия по снижению усилия на командных рычагах.. САУ.

Гидравлическая система. Назначение. Требования, предъявляемые к гидравлическим системам, и пути их реализации. Принципиальная схема гидравлической системы. Виды основных исполнительных механизмов. Рабочие жидкости в системе.

Системы кондиционирования воздуха и автоматического регулирования давления в кабине экипажа и пассажирских салонах самолета. Необхо-

димось и принципиальные схемы этих систем. Программа регулирования давления гермокабине.

Противообледенительная система. Виды обледенения. Влияние обледенения на ЛТХ ЛА. Способы защиты ЛА от обледенения. Механические ПОС. Физико-химические ПОС. Тепловые ПОС. Преимущества и недостатки различных видов ПОС.

Противопожарная система. Система защиты от пожара. Системы сигнализации о пожаре. Средства пожаротушения.

Литература [1, с. 108- 119, 177- 181, 212-214, 214-219], [3, с. 43 - 51].

Методические указания к теме 5

Системы управления ЛА. Изучение раздела рекомендуется начинать с рассмотрения схем и конструктивных элементов систем прямого (непосредственного) управления, усвоить понятие передаточного числа управления и простейший способ его изменения с помощью дифференциальных качалок.

На современных самолетах для управления различными устройствами применяются системы с внешними источниками энергии. Наибольшее распространение получили гидравлические, электрические и газовые приводы. Каждая из этих систем имеет достоинства и недостатки, о которых необходимо иметь представление.

Основной системой на современных ЛА, как правило, является гидравлическая. Необходимо уяснить принципиальные схемы гидросистем, работу ее элементов и основные мероприятия, повышающие надежность систем.

Для повышения безопасности полетов на современных самолетах используют системы защиты — противообледенительные и противопожарные системы. Для обеспечения жизнедеятельности экипажа и пассажиров на самолетах применяются системы наддува и кондиционирования. Необходимо уяснить принципиальные схемы, работу и конструкцию указанных систем. Особое внимание следует обратить на мероприятия, повышающие надежность систем.

Вопросы для самопроверки

1. Для чего предназначена система управления ЛА?
2. Какими бывают системы управления?
3. Что такое основное управление?
4. Какие основные требования предъявляются к системам управления?
5. Перечислите основные конструктивные элементы простейшей системы основного управления.
6. Для чего предназначена гидравлическая система?
7. Какие основные требования предъявляются к гидравлическим системам?
8. Что такое рабочая жидкость? Какими они бывают?
9. Какие требования предъявляются к рабочим жидкостям?

10. Для чего необходима система автоматического регулирования давления?
11. Чем программа регулирования давления в гермокабине отличается от изменения давления с высотой в стандартной атмосфере? Зачем это сделано?
12. В чем назначение системы кондиционирования воздуха?
13. От чего зависит интенсивность льдообразования?
14. Какие виды обледенения вы знаете?
15. Как обледенение влияет на подъемную силу ЛА и его ЛТХ?
16. Какие существуют способы защиты ЛА от обледенения?
17. Каков принцип действия механических ПОС?
18. Какие вы знаете преимущества и недостатки физико-химических ПОС?
19. Какие виды тепловых ПОС вам известны?
20. Каковы причины возникновения пожара на борту ЛА?
21. Какие функции выполняет противопожарная система?
22. Какие требования предъявляются к датчикам противопожарной системы?
23. Какие виды противопожарных систем используются на современных самолетах?

Тема 6. Проектирование ЛА

Введение в теорию проектирования ЛА. Основные этапы разработки проекта ЛА. Основные методы и принципы проектирования ЛА. Основные положения разработки эксплуатационно-технических требований к ЛА.

Уравнение существования ЛА. Оптимизация эксплуатационно-технических требований к ЛА. Предварительное проектирование.

Технический уровень современных ЛА. Пути повышения эффективности ЛА за счет прогресса в аэродинамике и весового совершенства конструкции.

Литература [4, с. 3 - 23, 24 - 34, 71 - 74, 74 - 78, 80 - 85].

Методические указания к теме 6

Процесс проектирования предполагает применение методов анализа и синтеза, которые здесь неотделимы друг от друга и проявляются одновременно. При этом основной задачей анализа является определение свойств ЛА по значениям параметров, которые характеризуют его строение (конструкцию), а одной из главных задач синтеза — определение параметров, характеризующих строение (конструкцию) ЛА при заданных свойствах. Основные свойства ЛА можно классифицировать следующим образом: функциональные свойства, надежность, комфортабельность и технологичность. Эти свойства характеризуются следующими параметрами: дальность полета, пассажироместимость, крейсерская скорость, поток отказ, ресурс, затраты на 1

час полета, уровень шума, температура, влажность, коэффициент использования материала, коэффициент механизации и т.д. Следует рассмотреть также экономические и конструктивные параметры.

Следует отличать общие технические требования (ОТТ) и эксплуатационно-технические требования (ЭТТ).

Изучая уравнение существования, необходимо обратить внимание на то, что это уравнение позволяет проводить анализ как эксплуатирующихся, так и перспективных ЛА. При определении размерности самолета (т.е. взлетной массы, удельной нагрузки на крыло, удельной тяговооруженности) необходимо обратить внимание на то, что эти параметры взаимосвязаны и точное их значение находится путем последовательных приближений. В уравнении существования используются такие параметры как относительные массы (конструкции, двигательной установки и т.д.). Необходимо понимать, что значения этих относительных масс берутся из статистических данных для самолетов такого же класса, как и проектируемый.

Изучая тему «Пути увеличения эффективности ЛА», необходимо обратить внимание на аэродинамические аспекты весового совершенства ЛА и на уменьшение веса конструкции за счет прогресса в свойствах конструкционных материалов, применение прогрессивных технологий и т.д. Если повышение эффективности ЛА произошло не за счет увеличения его массы, то говорят о повышении технического уровня данного ЛА.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое проектирование?
2. В чем состоит задача проектирования?
3. Что представляет собой самолет как объект проектирования?
4. Что такое общие технические требования?
5. Что такое эксплуатационно-технические требования?
6. Какие основные этапы можно выделить при разработке проекта самолета?
7. Что такое предварительное проектирование? Какие задачи оно решает?
8. Что такое себестоимость тонно-километра с точки зрения проектирования?
9. Какова структура взлетной массы ЛА?
10. Какие задачи позволяет решить уравнение существования ЛА?
11. Как вы понимаете понятие «весовое совершенство ЛА»?
12. Какие пути увеличения весового совершенства конструкции ЛА вы знаете?