

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧЕРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УМР и К
_____Креницин .В.В.
" ____ " _____ 2009 г.

Рабочая программа дисциплины

Гидравлика (СД. 05)

Специальность 160901- Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей

Факультет - Механический
Кафедра Аэродинамики, конструкции и прочности ЛА
Курс III, форма обучения дневная, семестр 6

Общий объем учебных часов на дисциплину:	110 ч
аудиторные занятия,	60 ч
в том числе:	
Лекции	26 ч
Лабораторные занятия	34 ч
Самостоятельная работа	50 ч
Курсовая работа	III курс, 6 семестр
Зачёт	III курс, 6 семестр

Москва-2009

Рабочая программа составлена на основании Примерной учебной программы дисциплины и в соответствии с Государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки выпускника по специальности 160901.

Рабочую программу составила:
Клемина Л.Г., доцент, к.т.н.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры, протокол №6 от 10.02.2009.

Зав.кафедрой Ципенко В. Г.
профессор д.т.н.

Рабочая программа одобрена Методическим советом по специальности 160901- "Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей".

Протокол № 6 от " 24" февраля 2009 г.
Председатель Методического совета Чинючин Ю.М.
профессор, д.т.н.

Рабочая программа согласована с Учебно-методическим управлением (УМУ)

Начальнику УМУ Логачев В.П.
доцент, к.т.н.

« ____ » _____ 2009 г.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ.

1.1 Цель преподавания дисциплины.

На основе законов гидравлики обеспечить понимание физических процессов, происходящих в жидкостно-газовых системах (ЖГС) ЛА, их элементах (устройствах) для получения в дальнейшей деятельности умения определять неисправности, причины их появления и оценивать последствия возникновения неисправностей и принимаемых решений.

1.2. Задачи изучения дисциплины (необходимый комплекс знаний и умений).

1.2.2. - Знать законы гидравлики;

- Знать математические модели, описывающие процессы в ЖГС и их элементной базе;

- Знать принцип действия, конструкции и закономерности рабочих процессов в агрегатах - элементах ЖГС.

1.2.3. - Уметь проводить расчеты трубопроводов в ЖГС.

II СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

2.1. Наименование разделов, объем в часах. Содержание лекций, ссылки на литературу.

Часть 1. Гидравлика.

Раздел 1. Введение. Гидростатика (Лекции - 2 часа).

Лекция 1.1 ЖГС ВС, их функциональное назначение, преимущество и влияние на безопасность полетов. Элементная база ЖГС. Основные свойства рабочих тел и требования НЛГС, предъявляемые к ним. Влияние условий эксплуатации ВС на свойства рабочих тел.

Гидростатика. Свойства жидкости, жидкость идеальная и реальная. Силы, действующие на жидкости. Давление в точке, его свойства и единицы измерения. Абсолютное и избыточное давление. Дифференциальное уравнение равновесия жидкости. Основное уравнение гидростатики. Закон распределения давления внутри покоящейся жидкости. Энергетический смысл основного уравнения гидростатики.

Лекция 1.2. Закон Паскаля и его приложения. Приборы для измерения давления.

Давление жидкости на плоскую стенку. Центр и эпюра давления.

Давление жидкости на криволинейные поверхности. Относительный покой. Его практическое значение для авиационной техники. [1] (с3.,28).

Раздел 2. Гидродинамика, (лекции 3.5 часа, лабораторные занятия- 4 часа).

Лекция 1.1. Основные задачи и методы гидродинамики. Виды движения жидкости. Мгновенная и местная осредненная скорость.

Уравнение неразрывности для элементарной струйки. Вихревое и потенциальное движение.

Поток жидкости, живое сечение потока, расход и средняя скорость. Уравнение неразрывности движения жидкости.

Дифференциальное уравнение движения идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости. Область, в которой строго справедливо уравнение Бернулли, III формы уравнения Бернулли. [1] (с32...49)

Лекция 1.2. Гидродинамика. Энергетический смысл уравнения Бернулли.

Дифференциальное уравнение движения реальной жидкости.

Потери энергии (напора).

Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости.

Уравнение Бернулли для потока жидкости. Уравнение Бернулли с учетом сил инерции.

Уравнения движения газов.

Применение уравнения Бернулли. Использование трубки для замера полного давления. Трубка для замера скорости. Дроссельный расходомер, струйный насос. Скоростной наддув. [1] (с49...68).

Раздел 3. Течение жидкости по трубопроводам и сопротивлениям (лекции - 3.5 часа, лабораторные занятия - 8 часов).

Лекция 3.1. Режимы течения жидкости. Опыты Рейнольдса.

Гидродинамическое подобие.

Физический смысл числа Рейнольдса.

Ламинарный режим течения жидкости в круглой трубе. Формула Пуазейля. Коэффициент трения. Формула Дарси. Коэффициент кинетической энергии [2] (с3...17).

Лекция 3.2. Турбулентный режим течения, его механизм. Распределение осредненных скоростей по сечению трубы, ламинарный подслои. Потери энергии при турбулентном течении жидкости в трубах. [2] (с17...28).

Раздел 4. Местные потери энергии (лекция 0.5 часа, лабораторные работы - 10 часов).

Лекция 4.1. Виды местных сопротивлений. Потери энергии в элементарных местных сопротивлениях. Метод эквивалентных длин и аддитивность гидравлических сопротивлений. [2] (с28...34).

Раздел 5. Истечение жидкости и газа из отверстий и насадков (лекции - 0.5 часа, лабораторные работы - 4 часа).

Лекция 5.1. Механизм истечения жидкости из отверстия. Коэффициенты сжатия, скорости и расходы. Формулы для определения расхода и скорости при истечении. Определение времени истечения жидкости из резервуара. Истечение жидкости из насадков.

Истечение газа из отверстия при различных режимах течения.

Герметичность кабин самолета. [2] (с34...47)

Раздел 6. Гидравлический удар (лекция - 0.5 часа). Лекция 6.1. Теория Н.Е. Жуковского о гидравлическом ударе труб. Физика гидравлического удара. Полный и неполный гидравлические удары. Способы понижения забросов давления при гидравлических ударах в гидравлических системах ЛА. [2] (с47...52).

Раздел 7. Расчет трубопроводов и гидравлических систем (лекции — 3 часа).

Лекция 7.1. Расчет трубопроводов и систем. Расчет простого трубопровода. Три типа задач, возникающие при расчете простого трубопровода. Характеристика трубы. Потребное давление (напор). Кривые потребного давления (напора).

Последовательное и параллельное соединение труб. Разветвленный трубопровод. Сложный трубопровод. Суммарная кривая потребного давления (напора) систем.

Трубопровод с насосом. Определение рабочей точки [2] (с84...93).

Лекция 7.2. Расчет системы. Понятие о высотности систем самолетов. Методы повышения высотности. Расчет систем с переменной нагрузкой. [2] (с93...95).

Часть 2. Элементная база ЖГС.

Введение.

Объемный привод. Условные обозначения элементов систем на схемах. Рабочие тела ЖГС [6] (с3...14).

Раздел 1. Насосы [6] (с15...47) (лекции 2 часа).

Часть 1. Центробежные насосы.

Конструкция, мощность и КПД центробежного насоса. Характеристика центробежного насоса. Универсальная характеристика. Выбор формы лопасти рабочего колеса. Работа насоса на сеть. Кавитационная характеристика насоса.

Часть 2. Объемные насосы.

Классификация насосов. Поршневые, шестеренные, винтовые, пластинчатые и радиально-поршневые насосы. Их подача и ее колебания. Аксиально-поршневые насосы их классификация. Способы регулирования подачи. Характеристика объемных роторных насосов. Мощность и КПД.

Раздел 2. Баллоны. [6] (с47...49)

Раздел 3. Аккумуляторы. Выбор параметров аккумуляторов. [6] (с49...54) (лекции 0.5 часа, лабораторная работа 4 часа)

Часть 2. Исполнительные механизмы. [6] (с54...64) (лекции - 1.5 часа)

Гидроцилиндры. Конструктивные схемы. Поворотные гидродвигатели, момент на валу и угловая скорость. Двигатели вращательных движений. Момент на валу двигателей.

Глава 3. Устройство для регулирования давления [6] (с65...85) (лекция-2

часа, лабораторная работа- 4 часа)

Дроссельный способ регулирования. Предохранительные клапаны. Их конструктивные схемы.

Редукционные клапаны и понизители давления. Их конструктивные схемы.

Устройства, изменяющие давление по заданному закону. Автомат разгрузки насосов.

Элементы ЖГС, сглаживающие колебания давления.

Глава 4. Устройство регулирования расхода и направления движения рабочей жидкости. [5] (с3...51) (лекция- 3 часа)

Золотниковые распределители. Осевые усилия. Зависимость расхода, проходящего через золотниковую пару, от перемещения золотника и перепада давления (величины нагрузки). Цилиндрический четырехкромочный золотник, поворотные и плоские золотники.

Элементы систем, направляющие поток жидкости. Клапаны включения-выключения. Их характеристика. 2_х, 3_х и 4_х ходовые клапаны.

Челночные клапаны и клапаны переключения.

Гидравлические реле времени.

Дроссели, ограничители расхода.

Делители потока.

Устройство, объединяющие потоки жидкости. Дозаторы.

Устройства, ограничивающие движения в каком-либо направлении.

Обратные клапаны. Клапаны разъема. Гидравлические замки.

Элементы систем, позволяющие изменять расход по заданному закону.

Регулируемый дроссель сопло-заслонка.

Головка управления рулевого агрегата.

Струйный гидроусилитель (усилитель со струйной трубкой).

Глава 5. Следящие гидроусилители (лекции- 2 часа)

Место усилителей в системе управления. Рулевой привод (бустер). Работа с автопилотом. Рулевая машина (рулевой агрегат). Понятие обратной связи и обратимости бустера. Статистические и динамические характеристики рулевого привода.

Глава 6. Баки и резервуары ЖГС. Определение запаса жидкости в нем.

Конструкции баков. [5] (с51...53) (Баки и все остальное- 2 часа).

Глава 7. Трубопроводы и их соединения [5] (с53..56)

Глава 8. Аппаратура регулирования температуры рабочего тела [5] (с56...60)

Воздухо-воздушные радиаторы. Их типы, эффективность, зависимость эффективности от схемы движения теплоносителя и соотношения весовых расходов горячего и холодного воздуха.

Турбохолодильники.

Глава 9. Фильтрация рабочей жидкости [5] (с60...66)

Фильтры. Влагоотделители.

Источники загрязнения рабочей жидкости. Методы определения чистоты

рабочей жидкости. Классы чистоты по ГОСТ. Требования к чистоте рабочей жидкости в авиационной промышленности. Виды фильтрующих элементов. Схемы фильтрации (места расположения фильтров).

Влагоотделители.

Глава 10. Уплотнения ЖГС. [5] (с66...67)

2.3 Перечень лабораторных работ (занятий) и их объем в часах.

Лр-1. Исследование влияния наддува баков и разрежения на характер изменения давления в системе.....2 часа

Лр-2. Исследование параметров потока в канале переменного сечения.....2 часа

Лр-3. Тарирование расходомера Вентури.....4 часа

Лр-4. Определение критического числа Рейнольдса и значений чисел Рейнольдса для ламинарного и турбулентного режимов течения

Лр-5. Экспериментальное определение потерь напора по длине и коэффициента сопротивления при ламинарном и турбулентном режимах течения жидкости.....4 часа

Лр-7. Исследование потерь напора и коэффициентов местных сопротивлений при движении жидкости по трубопроводу при различных режимах течения.....4 часа

Лр-8. Исследование истечения газов из отверстий при различных режимах течения.....4 часа

Лр-9. Исследование характеристик гидравлического аккумулятора. .4 часа

Лр-10. Исследование характеристик автомата разгрузки насоса.....4 часа

2.4 Тематика курсовой работы КП-1. Расчет гидравлических и топливных систем.

Рекомендуемая литература:

<u>№</u> <u>п/п</u>	<u>Автор</u>	<u>Наименование, издательство, год издания</u>
<u>Основная литература:</u>		
<u>1</u>	Ружан В.П. Клёмина Л.Г.	Гидравлика самолетных систем. М. МГТУ ГА, 1996 г.
<u>2</u>	Клемина Л.Г.	Гидравлика самолетных систем. М. МГТУ ГА 1978.
<u>3</u>	Клемина Л.Г.	Гидравлика самолетных систем М.: МГТУ ГА 1980.
<u>4</u>	Некрасов Б.Б	Гидравлика и ее применение на Л.А.: М. Машиностроение, 1967.
<u>5</u>	Клемина Л.Г.	Элементная база ЖГС М.: МГТУ ГА 1991

<u>6</u>	Ружан В.П.	Элементная база ЖГС М.: МГТУ ГА 1996
<u>7</u>	Башта Т.П.	Гидравлические приводы Л.А. М. Машиностроение 1967
<u>Учебно-методическая литература:</u>		
<u>8</u>	Клемина Л.Г.	Лабораторный практикум часть I. М.МГТУ ГА 1996
<u>9</u>	Клемина Л.Г.	Лабораторный практикум часть II.М.МГТУ ГА 1998
<u>10</u>	Клемина Л.Г.	Лабораторный практикум часть III.МГТУ ГА 1997
<u>11</u>	Клемина Л.Г.	Методические указания и задания для самостоятельной аудиторной работы студентов по гидравлике. М. МГТУ ГА 1992
<u>12</u>	Клемина Л.Г. Кузнецов В.И.	Методические указания к выполнению курсовой работы по гидравлике. <u>М.: МГТУ ГА</u> <u>1981 г.</u>