

**Аннотация рабочей программы дисциплины «Гидрогазоаэродинамика»
для специальности 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и
ракетно-космических комплексов,
специализация образовательной программы – пилотируемые и автоматические кос-
мические аппараты и системы**

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Гидрогазоаэродинамика» – формирование у студентов: систематизированных знаний в области явлений связанных с закономерностями движения жидкости и газа при их взаимодействии с обтекаемыми твердыми телами, ограничивающими поверхностями или между самими жидкостями и газами; способности самостоятельно производить гидрогазодинамические расчеты различных инженерных систем и расчет гидроаэродинамических характеристик объектов при различных скоростях и высотах полета.

Задачи дисциплины:

- изучение основных законов и уравнений статики и динамики жидкостей и газов, понятий и основ аэродинамики;
- изучение напряжений и сил, действующих в жидкостях и газах;
- овладение основными гидрогазодинамическими уравнениями для расчета различных инженерных систем;
- овладение основами физического и математического моделирования исследованных явлений и процессов.
- изучение основных аэродинамических характеристик летательных аппаратов при дозвуковых и сверхзвуковых скоростях.
- овладение методами расчета полей скоростей и давлений; методиками определения аэродинамических коэффициентов и расчета гидрогазоаэродинамических сил.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:

- пониманием роли математических и естественнонаучных наук и способностью к приобретению новых математических и естественнонаучных знаний, с использованием современных образовательных и информационных технологий, способностью использовать в профессиональной деятельности знания и методы, полученные при изучении математических и естественнонаучных дисциплин (модулей) (ОПК-2).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

Знать: физические основы законов гидрогазодинамики и аэродинамики и их математическое выражение; особенности физического и математического моделирования течений идеальной и реальной несжимаемой и сжимаемой жидкостей; методы проведения гидравлического и газодинамического расчета инженерных систем различной сложности; методы расчета полей скоростей и давлений, главного вектора и главного момента аэродинамических сил (ОПК-2);

Уметь: применять физические законы и аналитические методы для решения гидрогазодинамических задач; рассчитывать гидродинамические параметры потока жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и течения в каналах (трубах); применять методы гидравлического и газодинамического расчета для расчета инженерных систем различной сложности; рассчитывать аэродинамические коэффициенты и аэродинамические силы маневренных летательных аппаратов (ОПК-2);

Владеть: методами теоретического и экспериментального исследования в гидромеханике; методами гидравлических и газодинамических расчетов инженерных си-

стем; методами определения аэродинамических коэффициентов и аэродинамических сил маневренных летательных аппаратов (ОПК-2).

3. Содержание дисциплины

Модуль 1. Гидромеханика

Тема 1. Основные физические свойства жидкостей и газов. Предмет гидрогазодинамики и его место в подготовке бакалавров. Краткая история развития науки.

Основные понятия и определения гидрогазодинамики. Жидкость. Модель сплошной среды.

Основные физические величины и физические свойства жидкостей. Обозначение и единицы измерения.

Тема 2. Основы гидростатики и кинематики. Гидростатическое давление и его свойства. Давление в покоящейся жидкости. Абсолютное и избыточное давление, манометрическое давление, вакуум. Приборы для измерения давления и вакуума.

Силы, действующие в жидкостях (массовые и поверхностные). Абсолютный и относительный покой жидкости. Дифференциальные уравнения жидкости. Поверхности равного давления. Основное уравнение гидростатики.

Законы Паскаля и Архимеда. Эпюры давления. Давление жидкости на плоскую и криволинейную поверхности.

Способы описания движения жидкости. Уравнения баланса массы: Уравнение непрерывности. Движение жидкой частицы. Вихревое движение жидкости. Безвихревое течение жидкости (потенциальное течение).

Тема 3. Динамика вязкой и невязкой жидкости. Уравнение движения жидкости. Уравнение моментов количества движения. Дифференциальное уравнение движения жидкости в напряжениях. Уравнение Навье-Стокса.

Динамика невязкой жидкости: дифференциальные уравнения движения невязкой жидкости (уравнения Эйлера). Уравнение Бернулли для установившегося движения несжимаемой жидкости, энергетическая интерпретация уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли для реальной вязкой жидкости. Практическое применение уравнения Бернулли. Трубка Прандтля, Вентури, сопло. Диафрагма. Уравнение Бернулли для реальных газов. Интегральное и дифференциальное уравнения энергии.

Моделирование гидродинамических явлений. Теория подобия. Критерии гидродинамического подобия

Тема 4. Гидравлические сопротивления. Истечение жидкостей из отверстий и насадков.

Виды сопротивлений. Основное уравнение равномерного движения. Классификация потерь напора, равномерное и неравномерное движение. Потери напора при равномерном движении жидкости: ламинарный режим, турбулентный режим движения жидкости.

Потери напора при неравномерном движении жидкости (местные потери). Классификация гидравлических систем по сопротивлениям.

Истечение через малое незатопленное отверстие, коэффициент сжатия струи, скорости и расхода. Истечение под уровень. Истечение из больших отверстий. Истечение при переменном напоре. Истечение через насадки. Затопленные свободные турбулентные струи. Истечение газов из отверстий.

Гидравлический расчет трубопроводов. Простые трубопроводы, сложные трубопроводы, трубопроводы с переменным расходом по пути. Расчет простых трубопроводов

Гидравлический расчет длинного трубопровода постоянного диаметра. Расчет трубопровода с последовательным соединением, параллельным, разветвленным, с непрерывной раздачей жидкости. Гидравлические характеристики трубопроводов. Гидравлический удар в трубах, формула Жуковского. Виды гидравлического удара. Явление кавитации.

Тема 5. Гидравлические машины и гидропривод. Основные сведения о гидравлических машинах и гидроприводе. Насосы и гидропередачи (лопастные, вихревые и струйчатые, гидродинамические передачи). Поршневые насосы, роторные гидромашины, роторно-поршневые, пластинчатые, шестеренчатые и винтовые, гидроцилиндры и гидродвигатели.

Гидроаппаратура. Гидропривод, регулирование.

Модуль 2. Газодинамика

Тема 1. Законы движения газа. Исходные соотношения. Уравнение энергии. Критическая и максимальная скорости газа. Связь скорости газа с сечением потока.

Закон Обращения воздействия. Виды сопел реализующих сверхзвуковое течение газа. Сопло Лаваля. Режимы его работы.

Параметры изоэнтропического торможения газа. Газодинамические функции. Истечение газа.

Одномерное течение газа с трением и энергообменом.

Диффузоры. Конфузоры. Эжекторы.

Тема 2. Волны давления в газовом потоке. Волны разрежения.

Основные представления о скачках уплотнения.

Основные соотношения для прямого скачка уплотнения. Давление торможения за прямым скачком уплотнения. Основные соотношения для косоугольного скачка уплотнения. Зависимость наклона косоугольного скачка от угла поворота потока. Ударная поляра

Тема 3. Теория пограничного слоя. Понятие о пограничном слое. Интегральные характеристики пограничного слоя. Ламинарный, переходной и турбулентный режимы течения в пограничном слое.

Дифференциальные уравнения пограничного слоя в несжимаемой и сжимаемой среде. Интегральное соотношение пограничного слоя. Расчет пограничного слоя.

Пограничный слой при наличии продольного градиента давления. Отрыв потока. Взаимодействие пограничного слоя со скачками уплотнения. Управление пограничным слоем.

Модуль 3. Аэродинамика

Тема 1. Общие сведения о летательных аппаратах и их аэродинамических характеристиках. Классификация воздушных судов.

Аэродинамические силы и моменты. Системы координатных осей.

Геометрические характеристики крыла и профиля.

Аэродинамические характеристики профиля и сечения крыла.

Тема 2. Профиль и крыло конечного размаха в несжимаемом потоке. Формула Жуковского. Формула Чаплыгина о результирующей силе давления. Фор-

Тонкий профиль крыла в несжимаемом потоке. Теория тонкого профиля.

Особенности обтекания крыла конечного размаха. Вихревые системы крыла.

Основы теории несущей линии. Понятия о скосе потока и индуктивном сопротивлении крыла.

Определение коэффициентов подъемной силы и индуктивного сопротивления крыла на основе теории несущей линии.

Теория несущей поверхности. Метод дискретных вихрей.

Подъемная сила и индуктивное сопротивление крыла малого удлинения при малых углах атаки.

Аэродинамические характеристики крыла большого удлинения при больших углах атаки.

Обтекание крыльев малого удлинения и их аэродинамические характеристики при больших углах атаки.

Тема 3. Профиль и крыло конечного размаха в дозвуковом и сверхзвуковом потоке. Понятие о критическом числе М. Влияние сжимаемости на аэродинамические характеристики профиля и крыла при $M_\infty < M_{кр}$

Обтекание профиля закритическим дозвуковым потоком. Волновое сопротивление. Аэродинамические характеристики стреловидного крыла.

Плоская пластинка в сверхзвуковом потоке.

Обтекание тонкого профиля сверхзвуковым потоком.

Особенности обтекания крыла конечного размаха сверхзвуковым потоком

Аэродинамические характеристики треугольных крыльев. Аэродинамические характеристики стреловидных крыльев в сверхзвуковом потоке.

Тема 4. Аэродинамические характеристики корпусов летательных аппаратов. Расчет силы сопротивления тела вращения при $\alpha=0$.

Нормальная сила и момент тангажа тела вращения при малых углах атаки.

Нормальная сила корпуса, вызванная отрывом потока.

Тема 5. Аэродинамические характеристики летательного аппарата при продольном движении. Аэродинамические характеристики комбинации корпуса с крылом в среднем положении.

Скос потока от крыла и его влияние на аэродинамику оперения. Коэффициент торможения потока у оперения. Подъемная сила оперения с рулями, расположенными вдоль задней кромки.

Сопротивление летательного аппарата. Момент тангажа летательного аппарата.

Влияние формы крыла и корпуса на аэродинамическое качество летательного аппарата.

Понятие о балансировке. Влияние балансировки на подъемную силу летательного аппарата.