

Гидромеханика

спецкурс, 1 год, обязательный по выбору кафедры

профессор **А.Н. Голубятников**

Специальный курс содержит все основные теоретические разделы механики идеальной несжимаемой жидкости. Рассматриваются вопросы гидростатики тяжелой жидкости и равновесие атмосферы, равновесие плавающего твердого тела и его устойчивость, класс плоских потенциальных течений и решение задач обтекания профилей методами теории функций комплексного переменного, определение сил и моментов сил, действующих на тело, пространственные потенциальные течения и задача движения твердого тела в безграничной жидкости, решение задач обтекания тел распределением присоединенных источников и вихрей, обтекание осесимметрических тел, теория крыла конечного размаха, теория удара по жидкости, сохранение завихренности и движение изолированных вихрей, схемы отрывных струйных течений и кавитация, поверхностные волны малой амплитуды, влияние поверхностного натяжения.

1. Относительное движение, преобразование скорости и ускорения. Силы инерции в подвижной деформирующейся системе отсчета. Влияние обобщенной силы Кориолиса на частицу, движущуюся относительно сдвигового потока жидкости, эффект перемешивания.
2. Гидростатика. Уравнения и необходимые условия равновесия. Баротропия, эквипотенциальность поверхностей разрыва плотности. Внешнее гравитационное поле шара, приближение однородного поля.
3. Равновесие однородной несжимаемой жидкости и совершенного газа в поле силы тяжести. Стандартная атмосфера, поток тепла. Устойчивость атмосферы.
4. Сила и момент сил, действующих на плавающее тело в покоящейся тяжелой жидкости, условия равновесия тела, понятие устойчивости.
5. Исследование устойчивости плавания тела. Поверхность центров вытесненных равновеликих объемов жидкости, метацентры. Пример плавания бруса.
6. Потенциальные движения несжимаемой жидкости. Мультиполи, гармонические полиномы. Экстремальные свойства гармонических функций и величины скорости потока. Формулы Грина и кинетическая энергия жидкости.
7. Потенциалы объемного распределения источников, простого и двойного слоя. Функция Грина и решение краевых задач теории потенциала. Порядок убывания потенциала и кинетическая энергия неограниченного объема жидкости, покоящейся на бесконечности.
8. Теория удара. Динамическая интерпретация потенциала скорости. Функция Грина для полупространства и решения задачи о начальном движении жидкости под действием поверхностного импульса давления.
9. Движение сферы в поле силы тяжести и в ускоренном потоке идеальной жидкости.
10. Кинематическая задача о движении твердого тела в неограниченном объеме идеальной жидкости, шесть задач Неймана. Определение количества движения, момента количества движения и кинетической энергии жидкости. Коэффициенты присоединенных масс и моментов инерции.
11. Уравнения движения твердого тела в жидкости, их обоснование. Парадокс Даламбера. Влияние массовых сил и ускорения потока.

12. Метод источников и стоков. Осесимметричные течения. Функция тока Стокса, ее механический смысл. Источник в поступательном потоке. Уравнение Кармана для распределения источников на оси симметрии.
13. Определение поля скорости по вихрям и источникам. Потенциалы скоростей, индуцированных вихревой нитью и вихревой поверхностью, их свойства.
14. Теория крыла конечного размаха. Индуктивное сопротивление плоского крыла эллиптической формы.
15. Задача о движении двух вихревых нитей.
16. Уравнение Гельмгольца для вихрей в идеальной жидкости, эйлера и лагранжева формы. Вмороженность вихревых линий. Задача о цилиндрическом вихре конечного радиуса.
17. Плоская стационарная задача о потенциальном обтекании твердого тела. Обтекание кругового цилиндра с циркуляцией, особенности течения, подъемная сила.
18. Метод конформных отображений. Постулат Жуковского - Чаплыгина для тел с угловой точкой. Качественное объяснение возникновения циркуляции.
19. Формулы Чаплыгина для силы и момента сил, действующих на тело; их вычисление через коэффициенты конформного отображения внешности контура тела на внешность круга. Определение линии действия подъемной силы.
20. Обтекание пластинки, определение центра давления. Подсасывающая сила. Обтекание дуги окружности, профилей Жуковского, руля.
21. Струйные течения идеальной жидкости. Понятия отрыва и кавитации. Качественные схемы течений Кирхгоффа, Рябушинского, Эфроса, Лаврентьева. Задача Кирхгоффа об обтекании пластины, сила сопротивления.
22. Истечение из отверстия в плоской стенке. Интегральная теория насадка Борда.
23. Волны малой амплитуды на поверхности тяжелой жидкости. Уравнения, краевые условия и начальные данные.
24. Плоская задача. Стоячие волны в прямоугольном сосуде. Линии тока и траектории. Бегущие (прогрессивные) волны, фазовая скорость, дисперсия, траектории частиц, затухание с глубиной, короткие и длинные волны.
25. Энергия стоячих и бегущих волн. Групповая скорость и перенос энергии волнами, понятие волнового сопротивления.
26. Капиллярные волны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. И. Седов. Механика сплошной среды. Т. 1-2. М.: Наука, 1994.
2. Н. Е. Кочин, И. А. Кибель, Н. В. Розе. Теоретическая гидромеханика. Т. 1. М.: Физматгиз, 1973.
3. Л. Г. Лойцянский. Механика жидкости и газа. М.: Наука, 1973.
4. Механика сплошных сред в задачах. Под ред. М.Э.Эглит. Т. 1-2. М.: Московский лицей, 1996.