

# МСС: ЖИДКОСТИ И ГАЗЫ

д.ф.-м.н., доцент, **Чесноков А.А.**

**5 семестр**

## "Гидродинамика"

### Уравнения движения несжимаемой жидкости

1. Интегральные законы сохранения массы, импульса и момента импульса для жидкого и фиксированного объема ([3], с. 174-183). Уравнения Навье-Стокса ([2], с. 385-397). Уравнения Эйлера ([1], с. 47-60).

2. Начальные условия. Условия на границе жидкости и твердого тела ([2], с. 397-400). Поверхностное натяжение. Условия на границе раздела несмешивающихся жидкостей. Условия на свободной границе ([6], гл. I).

3. Уравнение для вихря ([2], с. 403-405). Функция тока плоского и осесимметричного течения ([3], с. 108-112). Уравнение для функции тока ([2], с. 405-406).

4. Уравнения движения в безразмерных переменных.

Гидродинамическое подобие. Критерии подобия течений жидкости ([2], с. 406-415).

### Течения идеальной жидкости

5. Теорема Томсона о циркуляции скорости. Теорема Лагранжа ([1], с. 146-152). Теоремы Гельмгольца ([1], с. 152-159).

6. Условия равновесия жидкости. Закон Архимеда ([1], с. 83-92). Интеграл Бернулли ([4], с. 22-33). Потенциальные движения. Интеграл Коши-Лагранжа ([4], с. 155-158).

7. Особенности потенциального поля скоростей: источники и стоки, вихри, диполи. Плоское потенциальное течение. Комплексная скорость, комплексный потенциал ([1], с. 129-141). Движение системы точечных вихрей ([4], с. 311-315). Потенциальное обтекание сферы. Парадокс Даламбера ([5], с. 288-293).

8. Плоская задача потенциального обтекания. Формулы Блазиуса-Чаплыгина ([1], с. 254-261).

9. Задача о неустановившемся движении тела в неограниченном объеме идеальной жидкости ([4], с. 191-210). Нестационарное обтекание профилей с циркуляцией (*лекционный материал*).

10. Обтекание с отрывом струй. Метод Кирхгофа ([1], с. 321-329).

11. Постановка задачи Коши-Пуассона. Линейное приближение. Прогрессивные и стоячие волны. Фазовая и групповая скорости волн ([1], с. 402-424). Капиллярные волны ([1], с. 444-447). Волновое сопротивление при движении тел в жидкости ([1], с. 460-477).

12. Импульсивное движение жидкости. Удар о свободную поверхность жидкости ([3], с. 580-584). Направленный взрыв (*лекционный материал*).

### **Механика вязкой жидкости. Пограничный слой**

13. Уравнение переноса энергии. Диссипация энергии в вязкой жидкости ([2], с. 400-403). Течение Куэтта между цилиндрами и пластинами ([2], с. 447-449). Течение Пуазейля. Слоистое течение по наклонной плоскости ([2], с. 420-432).

14. Постановка задачи обтекания. Задача обтекания сферы в приближении Стокса ([2], с. 504-511).

15. Вывод уравнений плоского пограничного слоя ([2], с. 542-553). Постановка краевой задачи в теории пограничного слоя ([2], с. 553-555). Пограничный слой на полубесконечной пластине (задача Блазиуса).

16. Формула для силы сопротивления. Толщина вытеснения ([2], с. 569-574). Явление отрыва пограничного слоя. Условие отрыва ([5], с. 571-576).

### **Литература**

1. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. *Теоретическая гидромеханика*. М.: ГИФМЛ, 1963, ч. I.
2. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. *Теоретическая гидромеханика*. М.: ГИФМЛ, 1963, ч. II.
3. Бэтчелор Дж. *Введение в динамику жидкости*. М.: Мир, 1973.
4. Седов Л.И. *Механика сплошной среды*. М.: Наука, 1973, т. 2.
5. Лойцянский Л.Г. *Механика жидкости и газа*. М.: Наука, 1987.
6. Пухначев В.В. *Движение вязкой жидкости со свободными границами*. Уч. пособие. НГУ, 1989.
7. Рябченко В.П. *Задачи по гидродинамике*. Метод. разработка НГУ, 1993.

### **6 семестр**

#### **"Газовая динамика"**

##### **Математическая модель**

1. Термодинамика. Политропный и нормальный газы.
2. Обобщенные движения газа, движения с сильным разрывом. Классификация разрывов. Основные свойства адиабаты Гюгонио ([1], пар.1-5).
3. Теорема Цемплена. Свойство определенности ударной волны ([1], пар.5).
4. Характеристики квазилинейной системы уравнений. Условия на характеристиках. Слабые разрывы. Характеристики уравнений газовой динамики.
5. Симметрическая форма уравнений газовой динамики. Теорема единственности гладкого решения задачи Коши ([1], пар. 6, 7; [2], пар. 2, 6, гл. 1).

## Одномерные неустановившиеся движения

6. Характеристическая форма системы уравнений одномерного движения с плоскими, цилиндрическими и сферическими волнами. Изэнтропические течения с плоскими волнами, инварианты Римана.
7. Простые волны, центрированные простые волны. Истечение газа в вакуум ([1], пар. 15, 16; [2], пар. 2, 3, гл. 2).
8. Теорема о примыкании к постоянному решению. Волны сжатия и разрежения. Градиентная катастрофа ([1], пар. 16; [2], пар. 2, 3, гл. 2).
9.  $(P, u)$ -диаграммы простых и ударных волн. Существование и единственность автомодельного решения задачи о распаде произвольного разрыва.
10. Задачи о поршне и об ударной трубе. Отражение ударной волны от жесткой стенки. Взаимодействие сильных разрывов. Задача о сильном взрыве. ([1], пар. 17, 18; [2], пар. 6, 7, гл. 2).

## Плоскопараллельные установившиеся течения

11. Тип системы уравнений. Линии тока, интеграл Бернулли. Критическая скорость. Теорема о расширяющихся и сужающихся трубках тока. Потенциал, функция тока ([1], пар. 10).
12. Характеристики и инварианты Римана безвихревого сверхзвукового течения. Простые волны. Теорема о примыкании. Задача обтекания угла, большего  $\pi$ . ([1], пар. 24).
13. Косые скачки уплотнения. Ударные поляры на плоскости годографа и плоскости  $(P, ?)$ . Задача обтекания бесконечного клина сверхзвуковым потоком газа. ([1], пар. 25).
14. Дозвуковые течения. Уравнения Чаплыгина. Задача об истечении дозвуковой струи ([1], пар. 23).

## Литература

1. Овсянников Л.В. *Лекции по основам газовой динамики*. М.: Физматгиз, 1981.
2. Рождественский Б.Л., Яненко Н.Н., *Системы квазилинейных уравнений и их приложения к газовой динамике*. М.: Наука, 1978.
3. Меньшиков В.М., Тешуков В.М. *Газовая динамика. Задачи и упражнения*. Уч. пособие. НГУ, 1990.
4. Черный Г.Г. *Газовая динамика*. М.: Наука, 1988.