# МЕХАНИКА СПЛОШНОЙ СРЕДЫ

*проф. Н. Н. Смирнов*

*1 год, 3 курс*

## Часть 1. Механика жидкости, газа и плазмы.

1. Гидростатистика. Условия на плотность внешних сил. Равновесие в поле сил тяжести несжимаемой жидкости и совершенного газа. Суммарные силы, действующие на тело, погруженное в покоящуюся жидкость. Закон Архимеда. Парадокс Жуковского. Устойчивость равновесия тел в жидкости.

2. Установившиеся движения идеальных жидкостей и газов. Интеграл Бернулли. Трубка Пито–Прандтля. Динамическое и гидростатическое давление. Течение несжимаемой жидкости в трубке переменного сечения. Явление кавитации.

3. Адиабатические течения совершенного газа. Параметры торможения. Максимальная скорость установившегося истечения. Скорость звука. Критическая скорость. Число Маха. Влияние сжимаемости на определение параметров течения.

4. Влияние сжимаемости на форму трубок тока. Простое сопло, расход. Течение в сопле Лаваля. Расчетные и нерасчетные режимы истечения.

5. Потенциальные движения несжимаемой жидкости. Интеграл Коши-Лагранжа.

6. Потенциал источника и стока, потенциал диполя. Задачи Дирихле и Неймана. Формула Грина. Единственность решения внутренних задач.

7. Движение сферы в безграничном объеме идеальной несжимаемой жидкости. Парадокс Даламбера. Присоединенная масса сферы.

8. Плоские задачи о движении несжимаемой жидкости. Функция тока. Комплексный потенциал. Обтекание цилиндра. Метод конформных отображений для решения задач обтекания тел.

9. Движение газа с малыми возмущениями. Волновое уравнение. Плоские прогрессивные волны. Эффект Допплера. Конус Маха.

10. Системы квазилинейных уравнений. Приводимые системы в газовой динамике. Гиперболические системы уравнений. Характеристики. Инвариант Римана. Задача Коши.

11. Метод характеристик. Условия направления, условия совместности. Область зависимости решения. Область влияния решения. Смешанная задача (с начальными и граничными условиями). Понятие эволюционности границы. Пространственно-подобные и временно-подобные направления.

12. Слабые разрывы решения. Условия существования слабых разрывов. Характеристики системы уравнений одномерного неустановившегося течения сжимаемого газа. Собственные вектора. Характеристическая форма системы уравнений газовой динамики.

13. Плоское одноэнтропическое течение. Характеристики в физической плоскости и плоскости годографа. Случаи, когда Якобиан преобразования физической плоскости в плоскость годографа равен нулю (особые решения). Решение простой волны. Теорема о решении, граничащем с постоянным потоком.

14. Простые волны разрежения и сжатия. Задача о поршне. Полная волна разрежения. Максимальная скорость нестационарного истечения в пустоту. Центрированные волны разрежения.

15. Задача о поршне, сжимающем газ. Градиентная катастрофа. Области неединственности решения. Необходимость введения поверхностей сильных разрывов или учета эффектов вязкости и теплопроводности в зонах больших градиентов параметров для построения однозначного решения задачи.

16. Введение разрывов в сплошной среде. Скорость распространения разрывов. Соотношения на разрыве. Типы разрывов. Контактные разрывы в идеальных и неидеальных средах.

17. Ударные волны. Адиабата Гюгонио. Прямая Михельсона. Ударная адиабата для совершенного газа. Невозможность ударных волн разрежения. Теорема о нормальной скорости ударной волны.

18. Задача о поршне, вдвигаемом в газ. Отражение ударной волны от жесткой стенки. Аналитический метод решения задач взаимодействия волн. Столкновение ударных волн и волн разрежения. Догонное взаимодействие ударных волн.

19. Взаимодействие ударных волн и волн разрежения с контактными поверхностями. Задача о распаде произвольных разрывов в газе.

20. Поверхности разрыва с энерговыделением. Волны детонации и дефлаграции и их основные свойства. Процессы Чепмена–Жуге. Автомодельные движения, содержащие фронт детонации или дефлаграции.

21. Косые скачки. Ударная поляра. Сверхзвуковое обтекание клина. Регулярное и махово отражение скачков от поверхности.

22. Безразмерная форма уравнений, течения вязкой жидкости. Параметры подобия. Различные приближения для уравнений Навье–Стокса по числу Рейнольдса: приближение идеальной жидкости, приближение вязкой жидкости Стокса, приближение Озеена.

23. Приближение пограничного слоя. Стационарный пограничный слой на плоской пластине (задача Блазиуса). Явление отрыва при обтекании криволинейной поверхности.

24. Турбулентность. Критерий Рейнольдса. Уравнения Рейнольдса. Турбулентные напряжения. Полуэмпирические модели для описания турбулентных напряжений.

25. Модель переноса турбулентной энергии и диссипации. Влияние турбулентности на величину сопротивления движению тел.

26. Основные понятия электродинамики. Уравнения Максвелла в пустоте и в проводниках. Сила Лоренца. Уравнение Умова–Пойнтинга.

27. Размерность физических величин. П-теоремы. Полные системы определяющих параметров.

## Часть 2. Механика твердого деформируемого тела.

1. Модель упругого тела. Закон Гука с учетом температурных напряжений.

2. Статические задачи теории упругости. Задача об одноосном растяжении бруса.

3. Задача Ламе. Равновесие цилиндрической трубы, находящейся под действием внутреннего и внешнего давлений.

4. Постановка задач теории упругости в перемещениях и напряжениях. Уравнения Бельтрами–Митчела. О единственности решения статических задач. Уравнение решения статических задач. Уравнение Клапейрона. Принцип Сен-Венана.

5. Кручение цилиндрических стержней. Аналогия с вихревым течением идеальной несжимаемой жидкости

6. Упругие волны в изотропной среде.

7. Понятие пластичности. Остаточные деформации. Эффект Баушингера. Модели идеальных упруго-пластических и жестко-пластических материалов. Упруго-пластические материалы с упрочнением.

8. Ползучесть, релаксация напряжений. Усталость материалов.

9. Тензоры пластических, упругих и полных деформаций. Поверхность нагружения или поверхность текучести. Определяющие соотношения в теории пластичности.

10. Условия пластичности Треска. Площадки максимальных касательных напряжений. Поверхность текучести, соответствующая условию Треска. Условие пластичности Мисзеса.

11. Распространение волны разгрузки (волны Рахматуллина) в упругопластических средах.

12. Плоские задачи теории упругости. Плоское деформированное и плоское напряженное состояние. Функция напряжений Эри.

13. Всестороннее и одноосное растяжение плоскости с круговым вырезом. Концентрация напряжений в случае выреза в форме вытянутого эллипса (щели). Равновесие щели под действием нормальной симметричной нагрузки.

14. Хрупкое разрушение твердых тел. Энергия образования свободной поверхности. Энергетические соотношения, определяющие условия превращения щели в распространяющуюся трещину, и их связь с коэффициентом интенсивности напряжений в случае упругой среды.

15. Диссипация энергии при пластических деформациях. Энергетический критерий разрушения упруго-пластических тел — критическая величина диссипации. Повреждаемые среды. Модели термовязкоупругоплстических повреждаемых сред. Определение диссипации с учетом накопления повреждений.