**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**



федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**

**ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **УТВЕРЖДАЮ**  Проректор по НРиИ  Степанов И.Б.  « » 2019 |

**ПРОГРАММА**

вступительных испытания по направлению

**01.06.01 МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА**

по профилю

Механика жидкости, газа и плазмы

Томск 2019

Общая характеристика механики сплошной среды. Основные проблемы и разнообразие приложений механики сплошной среды. Краткий исторический обзор. Различные свойства жидких и газообразных тел.

Кинематика деформируемых сред. Лагранжев и эйлеров способы описания движения сплошной среды. Закон движения, поле перемещений, поле скоростей, поле температур и т.д. Индивидуальная и местная производные по времени. Установившиеся и неустановившиеся движения. Траектории и линии тока. Критические точки. Примеры полей скоростей: при движении твердого тела, от источника, диполя и др. Система отсчета наблюдателя и сопутствующая система. Элементы тензорного исчисления. Ковариантные и контрвариантные векторы базисов и компоненты тензоров. Метрический тензор. Ковариантное дифференцирование и символы Кристофеля. Деформация малой частицы. Тензоры конечной и малой деформации. Понятие обобщенном пространстве «начальных состояний». Тензор скоростей деформации. Инварианты тензоров и характеристическое уравнение. Главные оси тензоров. Вихрь скоростей. Потенциальное движение. Разложение движения малой частицы на поступательное и вращательное движения и движение чистой деформации. Циркуляция скорости. Кинематические свойства вихрей. Примеры простейших вихревых и потенциальных движений.

Основные динамические, термодинамические и электродинамические понятия и уравнения. Масса и плотность. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа. Условие несжимаемости. Понятие массовых, поверхностных, внутренних и внешних сил. Примеры сил. Уравнения количества движения и момента количества движения для конечных объемов сплошной среды. Тензор напряжений и его свойства. Динамические дифференциальные уравнения движения сплошной среды.

Элементарная работа внутренних массовых и поверхностных сил. Кинетическая энергия и уравнение кинетической энергии для сплошной среды в интегральной и дифференциальной формах. Параметры состояния, пространство состояний, процессы, циклы. Закон сохранения энергии. Внутренняя энергия. Поток тепла и температуры. Уравнение притока тепла. Законы для притока тепла за счет теплопроводности и излучения. Различные частные процессы: адиабатический, изотермический и др.

Обратимые и необратимые процессы. Совершенный газ. Цикл Карно для двухпараметрических и многопараметрических термодинамических систем. Второй закон термодинамики. Энтропия и абсолютная температура. Некомпенсированное тепло и производство энтропии.

Модель идеальной несжимаемой жидкости. Уравнения Эйлера. Модель сжимаемой идеальной жидкости при баротропных процессах. Модель совершенного газа.

Модель вязкой жидкости. Закон Навье-Стокса для связи тензоров напряжения и скоростей деформации. Диссипиция энергии в вязкой жидкости. Модель вязкой несжимаемой теплопроводной жидкости. Модель совершенного линейно-вязкого теплопроводного газа.

Краткий обзор других моделей сплошных сред.

Элементы теории сильных разрывов. Сильные разрывы. Законы сохранения на поверхностях сильных разрывов. Разрывы малой интенсивности. Сильные разрывы в газе. Адиабата Гюгонио. Теорема Цемплена. Задачи о поршне в газе. Качественное описание задачи о распаде сильного разрыва. Детонация и горение. Взрывные волны. Начальные и краевые условия, данные в бесконечности и другие дополнительные условия для определения решений уравнений механики сплошной среды. Примеры постановок задач.

Простейшие задачи и некоторые общие закономерности. Равновесие и устойчивость равновесия жидкости и газа в поле силы тяжести. Закон Архимеда. Основные задачи гидростатики. Интеграл Бернулли для сжимаемой и несжимаемой жидкости. Явление кавитации в потоках жидкости. Элементарная теория сопла Лаваля. Интеграл Коши-Лагранжа и постановка основных задач для движения идеальной жидкости. Основы теории присоединенных масс. Задача о движении в несжимаемой жидкости и об обтекании жидкостью сферы.

Теория распространения звука. Запаздывающие потенциалы. Поле возмущения от подвижных источников, случаи дозвуковой и сверхзвуковой скорости движения источника. Эффект Доплера. Конус Маха. Угол Маха. Простая волна Римана и эффект опрокидывания волны.

Методы осреднения параметров течения жидкости и газа. Интегральные теоремы об установившихся течениях жидкости в трубке тока. Реактивная сила. Основные уравнения теории газовых машин. Понятие о компрессорах, насосах, турбинах, тянущем винте, о свойствах сгорания и об эжекторе. Запирание потока в элементах газовых машин. Элементы теории идеального пропеллера. Принципы работы и основные характеристики ракетных, воздушно-реактивных и турбореактивных двигателей.

Моделирование в опытах и механическое подобие. Система определяющих параметров. Критерии подобия. Числа Маха, Фруда, Рейнольдса, Эйлера и др. Моделирование в аэродинамике. Общие выводы о влияния масштабов машин и летных аппаратов на их свойства и характеристики. Моделирование в теории прочности. Влияние веса конструкции. Центробежное моделирование. Влияние масштабов на прочность конструкций. Автомодельные движения. Задача Бусинеска. Движение Прандтля-Майера.

**Список рекомендуемой литературы**

1. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Т.1 (1983) и Т.2 (1984). Изд. 4, М.: Наука.
2. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. Изд. 5. М.: Наука, 1978.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. Изд.3. М.: Наука, 1986.
4. Загузов И.С. Аэрогидромеханика разрывных течений идеального газа. Учебное пособие. Самара: СамГУ, 1992.
5. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. М.: Наука, 1976.
6. Загузов И.С., Поляков К.А. Математическое моделирование течений вязкой жидкости вблизи твердых поверхностей. Учебное пособие. Самара: СамГУ, 2000.
7. Седов Л.И. Об основных моделях в механике. М.: МГУ, 1992.
8. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Проблемы гидродинамики и их математические модели. М.: Наука, 1977.
9. Механика сплошной среды в задачах. /под ред М.Э.Эглит. М.: «Московский лицей». Т.1, 2, 1996.
10. Ладыженская О.А. Математические вопросы динамики вязкой несжимаемой жидкости. М.: Наука, 1970.
11. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидродинамика. Ч. 1 (1963) и Ч.2 (1963). М.: Физматгиз.
12. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Т.1 (1983) и Т.2 (1984). Изд. 4, М.: Наука.
13. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. Изд 9. М.: Наука, 1981.
14. Седов Л.И. Плоские задачи гидродинамики и аэродинамики. Изд. 3. М.: Наука, 1980.
15. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. Изд.3. М.: Наука, 1986.
16. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика сплошных сред. М.: Гостехтеоретиздат, 1954.
17. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. М.: Наука, 1976.
18. Куликовских А.Г., Любимов Г.А. Магнитная гидродинамика. М.: Физматгиз, 1962.
19. Прандтль Л. Гидромеханика. М.: Изд-вд иностранной литературы, 1951.
20. Овсянников Л.В. Лекции по основам газовой динамики. М.: Наука, 1981.
21. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. М.: Наука, 1974.
22. Кутателадзе С.С. Пристенная турбулентность. Новосибирск: Наука, 1993.