

Программа по специальному курсу.

«Теория пограничного слоя»

Лектор в.н.с. Малашин А.А.

1. Сфера применимости материалов курса (ракетно-космическая и авиационная техника, горное дело, экология, динамическая метеорология). Примеры.
2. Гипотеза сплошности. Понятие макроскопически малого объема. Понятия идеальной и вязкой жидкости. Интенсивные и экстенсивные параметры. Введение средних параметров. Скорости диффузии.
3. Закон изменения массы для многокомпонентной газовой смеси. Уравнение неразрывности для смеси в целом. Условие согласования. Вывод уравнений для подвижного и фиксированного объемов. Лагранжевы и Эйлеровы координаты.
4. Закон изменения количества движения в газах. Уравнения движения в интегральной и дифференциальной формах.
5. Уравнение изменения кинетической энергии (Теорема живых сил).
6. Закон энергии. Первое начало термодинамики. Уравнение изменения полной энергии в интегральной и дифференциальной форме для вязкого теплопроводного газа.
7. Необходимые сведения из термодинамики и кинетической теории газов (уравнение притока тепла, второе начало термодинамики, энтропия, энтальпия, удельные теплоемкости при постоянном давлении и объеме, модель совершенного газа, формула Майера, политропный газ, скорость звука, уравнение состояния газа при высоких температурах, определение коэффициентов вязкости и теплопроводности, длина свободного пробега).
8. Полная система уравнений неустановившегося движения вязкого теплопроводного газа в безразмерных переменных. Начальные и граничные условия. Физический смысл параметров подобия. Случаи, когда параметры подобия малы или велики. Течения с малыми дозвуковыми и большими сверхзвуковыми скоростями, с малыми и большими числами Рейнольдса.
9. Основы теории возмущений. Регулярные и нерегулярные возмущения. Внешние и внутренние разложения. Применение теории возмущений к уравнениям Навье-Стокса при больших числах Рейнольдса. Система уравнений для внешней области. Система уравнений для невязкого, нетеплопроводного газа. Вид системы для одномерных нестационарных течений и для стационарных трехмерных течений.
10. Система уравнений Навье-Стокса для внутренней области. Система уравнений пограничного слоя. Вывод уравнений пограничного слоя, данный Прандтлем. Условия срачивания. Граничные условия на поверхности невязкого, нетеплопроводного газа, условия для внешней границы пограничного слоя. Сведения о теории взаимодействия пограничного слоя с внешним потоком как втором приближении теории возмущений.
11. Установившиеся движения невязкого, нетеплопроводного газа. Интеграл Бернулли. Число Маха. Максимальная и критическая скорости газа. Параметры торможения.
12. Трубки тока в установившемся течении, их форма при дозвуковом и сверхзвуковом режиме. Теория сопла Лавалья.
13. Движения с малыми возмущениями. Линеаризация уравнений нестационарного одномерного течения газа. Оператор Даламбера. Волновое уравнение и его решение.

14. Теория плоского крыла. Метод характеристик применительно к уравнениям одномерных нестационарных течений и уравнениям плоско-параллельных стационарных течений идеального нетеплопроводного газа. Характеристики, соотношения на характеристиках. Краевые задачи: задача Коши (с начальными данными), Гурса (с данными на характеристиках различных направлений), смешанная. Слабые разрывы.
15. Инварианты Римана. Точные решения для некоторых сред со специальными свойствами. Формула Адамара. Волны напряжений и деформаций в нелинейноупругих и пластических материалах.
16. Волны нагружения (Римана). Волна разгрузки. Критическая скорость удара. Условия зарождения ударной волны. Соотношения на ней.

Литература

1. Зверев И.Н. Смирнов Н.Н. «Газодинамика горения»
2. Седов Л.И. «Механика сплошной среды»
3. Седов Л.И. «Методы размерности и подобия в механике»
4. Кочин Н.Е. Кибель И.А. Розе Н.В. «Теоретическая гидромеханика»
5. Рахматулин Х.А. Демьянов Ю.А. «Прочность при интенсивных кратковременных нагрузках»
6. Найфе А.Х «Методы возмущений»
7. Черный Г.Г. «Газовая динамика»
8. Рахматулин Х.А. Сагомоян А.Я., Бунимович А.И., Зверев И.Н. «Газовая динамика»