

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Пермский федеральный исследовательский центр
Уральского отделения
Российской академии наук

Принято на заседании
Объединенного ученого совета
ПФИЦ УрО РАН
Протокол № 1
«03» июля 2017 г.



Утверждаю
Директор ПФИЦ УрО РАН
п.п. Барях А.А.

«28» сентября 2017 г.

Согласовано
Зам.директора «ИМСС УрО РАН»
по научной работе
д.ф.-м. н. Плехов О.А.

«28» сентября 2017 г.

Вопросы для вступительного экзамена в аспирантуру
01.06.01 – «Математика и механика»

Направленность 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы»

Пермь, 2017

1. Понятие сплошной среды.
2. Области приложения механики жидкости, газа и плазмы.
3. Системы отсчета и системы координат. Лагранжевы и эйлеровы координаты. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета в ньютоновский механике.
4. Точки зрения Эйлера и Лагранжа при изучении движения сплошных сред.
5. Определения и свойства кинематических характеристик движения: перемещения, траектории, скорость, линии тока, критические точки, ускорение, тензор скоростей деформации и его инварианты, вектор вихря, потенциал скорости, циркуляция скорости, установившееся и неустановившееся движение среды.
6. Закон сохранения массы. уравнения неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа. Условие несжимаемости. Многокомпонентные смеси. Поток диффузии. Уравнения неразрывности в форме Эйлера для многокомпонентных смесей.
7. Массовые и поверхностные, внутренние и внешние силы.
8. Закон сохранения количества движения и моментов количества движения для конечных масс сплошной среды. Дифференциальные уравнения движения и момента количества движения сплошной среды.
9. Понятие о параметрах состояния, пространстве состояний, процессах и циклах. Закон сохранения энергии, внутренняя энергия. Уравнение притока тепла. Вектор притока тепла. Дифференциальные уравнения энергии и притока тепла. Закон теплопроводности Фурье.
10. Обратимые и необратимые процессы. Совершенный газ. Цикл Карно. Второй закон термодинамики. Энтропия и абсолютная температура.
11. Диссипативная функция. Основные макроскопические механизмы диссипации. Уравнения состояния. Термодинамические потенциалы двухпараметрических сред.
12. Модель идеальной жидкости. Уравнения Эйлера. Полные системы уравнений для идеальной, несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия.
13. Интегралы Бернулли и Коши-Лагранжа. Явление кавитации.
14. Теорема Томсона и динамические теоремы о вихрях. Возникновение вихрей.
15. Модель вязкой жидкости. Линейно-вязкая (ньютоновская) жидкость. Уравнения Навье-Стокса. Полные системы уравнений для вязкой несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия. Диссипация энергии в вязкой теплопроводной жидкости.

16. Поверхности слабых и сильных разрывов. Разрывы сплошности.
17. Условия на поверхностях сильного разрыва в материальных средах и в электромагнитном поле. Тангенциальные разрывы и ударные волны.
18. Равновесие жидкости и газа в поле потенциальных массовых сил. Закон Архимеда. Равновесие и устойчивость плавающих тел и атмосферы.
19. Общая теория непрерывных потенциальных движений несжимаемой жидкости. Свойства гармонических функций. Многозначность потенциала в многосвязных областях.
20. Кинематическая задача о произвольном движении твердого тела в неограниченном объеме идеальной несжимаемой жидкости. Энергия, количество движения и момент количества движения жидкости при движении в ней твердого тела. Движение сферы в идеальной жидкости.
21. Силы воздействия идеальной жидкости на тело, движущееся в безграничной массе жидкости. Основы теории присоединенных масс. Парадокс Даламбера.
22. Плоские движения идеальной жидкости. Функция тока. Применение методов теории аналитических функций комплексного переменного для решения плоских задач гидродинамики и аэродинамики.
23. Стационарное обтекание жидкостью цилиндра и профиля. Формулы Чаплыгина и теорема Жуковского.
24. Определение поля скоростей по заданным вихрям и источникам. Формулы Био-Савара. Прямолинейный и кольцевой вихри. Законы распределения давлений, силы, обуславливающие вынужденное движение прямолинейных вихрей в плоском потоке.
25. Ламинарное движение несжимаемой вязкой жидкости. Течения Куэтта и Пуазейля. Течение вязкой жидкости в диффузоре. Диффузия вихря.
26. Приближения Стокса и Озеена. Задача о движении сферы в вязкой жидкости в постановке Стокса.
27. Ламинарный пограничный слой. Задача Блазиуса. Интегральные соотношения и основанные на их использовании приближенные методы в теории ламинарного пограничного слоя. Явление отрыва пограничного слоя. Устойчивость пограничного слоя.
28. Турбулентность. Опыт Рейнольдса. Уравнения Рейнольдса. Турбулентный перенос тепла и вещества. Полуэмпирические теории турбулентности. Профиль скорости в пограничном слое. Логарифмический закон. Прямое численное решение уравнений гидромеханики при наличии турбулентности.
29. Свободная и вынужденная конвекция. Приближение Буссинеска. Линейная неустойчивость подогреваемого плоского слоя и порог возникновения конвекции. Понятие о странном аттракторе.
30. Распространение малых возмущений в сжимаемой жидкости. Волновое уравнение. Скорость звука.
31. Запаздывающие потенциалы. Эффект Доплера. Конус Маха. Уравнения газовой ди-

намики. Характеристики.

32. Влияние сжимаемости на форму трубок тока при установившемся движении. Элементарная теория сопла Лавалья.
33. Одномерные неустановившиеся движения газов с плоскими, цилиндрическими и сферическими волнами. Автомодельные движения и классы соответствующих задач. Задачи о поршне и о сильном взрыве в газе
34. Волны Римана. Эффект опрокидывания волн. Эволюционные и неэволюционные разрывы.
35. Задача о структуре сильного разрыва.
36. Плоские стационарные сверхзвуковые течения газа.
37. Течения с гиперзвуковыми скоростями. Закон сопротивления Ньютона.
38. Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла в пустоте. Взаимодействие электромагнитного поля с проводниками. Сила Лоренца. Закон сохранения полного заряда. Закон Ома.
39. Среды с идеальной проводимостью. Вектор и уравнение Умова—Пойнтинга. Джоулево тепло. Уравнения импульса и притока тепла для проводящей среды.
40. Уравнения магнитной гидродинамики. Условия вмороженности магнитного поля в среду. Понятие о поляризации и намагничивании жидкостей.
41. Понятие о ламинарном и турбулентном движениях. Установившиеся ламинарные течения в цилиндрических трубах. Течение Пуазейля. Условия динамического подобия движений вязкой жидкости.
42. Число Рейнольдса. Число Фруда. Число Маха.
43. Уравнения Рейнольдса для осредненного турбулентного движения.
44. Полуэмпирические теории турбулентности.
45. Пограничный слой. Уравнения пограничного слоя Прандтля.

Основная литература

1. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика. Ч. I, II. М.: Физматгиз, 1963.
2. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Т. I, II. 5-е изд. М.: Наука, 1994.
3. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. 10-е изд. М.: Наука, 1987.
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. 3-е изд. М.: Наука, 1986.
5. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. 5-е изд. М.: Наука, 1978.
6. Черный Г.Г. Газовая динамика. М.: Наука, 1988.
7. Куликовский А.Г., Любимов Г.А. Магнитная гидродинамика. М.: Физматгиз, 1962.
8. Слезкин Н.А. Динамика вязкой несжимаемой жидкости. М.: Гос. изд-во физ.-тех. лит-ры, 1955.
9. Прандтль Л. Гидроаэромеханика. РХД, 2000.
10. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. М.: Наука, 1974.

Дополнительная литература

1. Седов Л.И. Плоские задачи гидродинамики и аэродинамики. 3-е изд. М.: Наука, 1980.
2. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. М.: Наука, 1976.
3. Липанов А.М., Кисаров Ю.Р., Ключников И.Г. Численный эксперимент в классической гидромеханике турбулентных потоков. Екатеринбург: Изд-во Ур. ОРАН, 2001.
4. Гершуни Г.З., Жуховицкий Е.М. Конвективная неустойчивость несжимаемой жидкости. М.: Наука, 1972.
5. Уизем Дж. Линейные и нелинейные волны. М.: Мир, 1977.