

ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ГИДРО- И ГАЗОДИНАМИКЕ

Вопросы к зачету

1. Понятие математической модели и модель сплошной среды. Способы описания сплошных сред: методы Эйлера и Лагранжа.
2. Основные уравнения гидродинамики: общее уравнение движения жидкого объема, уравнение неразрывности.
3. Понятие идеальной жидкости. Уравнение Эйлера.
4. Модели идеальных несжимаемых, баротропных и бароклинических сред. Постановка внутренних и внешних начально-краевых задач гидродинамики идеальных сред.
5. Понятие вязкой жидкости. Закон Навье-Стокса.
6. Модели вязких несжимаемых, баротропных и бароклинических сред. Внешние и внутренние задачи гидро- и газодинамики с учетом вязкости.
7. Плоское потенциальное стационарное течение: функция тока, комплексная скорость и комплексный потенциал, поток вектора скорости и циркуляция скорости, связь комплексной скорости с потоком и циркуляцией скорости.
8. Восстановление гидродинамических характеристик течения по заданному комплексному потенциалу скорости: однородный поступательный поток, источник (сток), вихревая точка, диполь, композиция поступательного потока и течения от диполя.
9. Построение комплексного потенциала течения по заданным гидродинамическим характеристикам: потенциал течения с заданной скоростью и циркуляцией на бесконечности.
10. Задача об обтекании замкнутого контура: бесциркуляционное обтекание кругового цилиндра и обтекание потоком с циркуляцией.
11. Применение метода конформных отображений для решения плоских задач гидродинамики: обтекание бесконечной пластины плоским потоком. Оценка силы со стороны потока: формулы Чаплыгина и Жуковского.
12. Примеры гидродинамических задач с точными решениями: стационарное и нестационарное течение вязкой однородной жидкости в трубе с круговым сечением, течение в плоском канале, распределение скоростей в идеальной несжимаемой жидкости при ускоренном движении сферы.
13. Приближенные методы интегрирования уравнений гидродинамики. Предельный случай малых чисел Рейнольдса. Обтекание сферы вязким потоком.
14. Течения, характеризуемые большими числами Рейнольдса: уравнения Прандтля и автомодельные решения. Обтекание полубесконечной пластины и течение в суживающемся канале.
15. Линеаризация уравнений гидродинамики. Акустические колебания в идеальных и слабовязких средах: звуковые колебания идеального разреженного газа в ограниченной области; асимптотическое решение линеаризованной задачи о вынужденных колебаниях газа с малой вязкостью в приближении Буссинеска. Метод Люстерника-Вишика.

Примеры постановочных задач

1. Поставить задачу, описывающую течение вязкой несжимаемой жидкости в неограниченном пространстве при наличии источников вещества, распределенных с заданной плотностью. Начальные распределения скорости и плотности считать заданными. Учесть действие силы тяжести.
2. Поставить задачу для потенциала скорости при ускоренном движении цилиндрического тела с произвольным гладким сечением и твердой непроницаемой поверхностью в идеальной несжимаемой жидкости. Течение считать плоским.
3. Поставить задачу, описывающую колебания идеальной несжимаемой среды в неограниченной области в поле силы тяжести, порождаемые колебаниями тела конечных размеров при условии, что поверхность тела движется в направлении собственной нормали с заданной скоростью. Начальное распределение скорости считать заданным.
4. Поставить задачу, описывающую нестационарное течение вязкой несжимаемой жидкости в трубе с прямоугольным сечением под действием продольного градиента давления в поле силы тяжести.
5. Сформулировать задачу обтекания вязким потоком препятствия конечных размеров при условии, что скорость течения жидкости на бесконечности постоянна.
6. Поставить задачу, описывающую колебания вязкой несжимаемой жидкости в поле силы тяжести, если источником движения является поверхность тела конечного размера, погруженного в жидкость.
7. Поставить задачу, описывающую нестационарное течение вязкой баротропной жидкости в трубе с круговым сечением под действием продольного градиента давления из состояния покоя. Зависимость плотности от давления считать заданной. Действием силы тяжести пренебречь.