

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



УТВЕРЖДАЮ

Проректор ДонГУ

В.И. Сторожев

2023г.

ПРОГРАММА

кандидатского экзамена

по специальности 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы

Донецк – 2023

Программа кандидатского экзамена по направлению подготовки **16.06.01**
Физико-технические науки и технологии, по специальности **1.1.9 –**
Механика жидкости, газа и плазмы

Введение

Программа кандидатского экзамена по специальности *1.1.9 «Механика жидкости, газа и плазмы»* разработана с целью обеспечения подготовки научных и научно – педагогических кадров высшей квалификации и аттестации их в соответствии Номенклатурой специальностей научных работников, утвержденной республиканским органом исполнительной власти, обеспечивающим формирование и реализацию государственной политики в сфере образования и науки.

Структура экзамена:

Основная программа кандидатского экзамена по специальности 1.1.9
«Механика жидкости, газа и плазмы»

1. Предмет гидромеханики. Сплошная среда и ее свойства: текучесть, сжимаемость, вязкость. Модели сплошной среды: идеальная, вязкая, сжимаемая и несжимаемая среда.
2. Методы описания движения сплошной среды. Эйлеровый и лагранжевый подходы. Локальная и полная производная по времени.
3. Кинематика сплошной среды. Разложение движения на простейшие. Теорема Гельмгольца.
4. Тензор скоростей деформаций. Кубическое расширение. Скорость и деформации сдвига.
5. Законы сохранения и их методологическое значение. Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности.
6. Поверхностные и объемные силы, действующие в жидкости. Тензор напряжений.
7. Закон сохранения импульса. Уравнение движения в напряжениях.
8. Закон сохранения момента импульса. Симметричность тензора напряжений.
9. Закон сохранения энергии. Уравнение баланса энергии.
10. Гидродинамические граничные условия для разных моделей жидкости.
11. Перенос тепла. Виды теплообмена. Закон Фурье для теплопроводности.
12. Диффузия. Виды диффузии. Закон Фика. Уравнение переноса вещества.
13. Гидростатика. Основные уравнения гидростатики. Равновесие несжимаемой жидкости. Сообщающиеся сосуды. Закон Архимеда.
14. Равновесие жидкости при наличии негравитационных массовых сил. Форма свободной поверхности жидкости во вращающемся сосуде и движущемся поступательно с ускорением.

15. Уравнения Эйлера движения идеальной жидкости. Уравнения Эйлера в форме Громека.
16. Потенциальное движение жидкости. Интегралы Коши-Лагранжа и Бернулли. Интеграл Бернулли для линии тока. Примеры применения интеграла Бернулли.
17. Одномерное движение идеальной несжимаемой жидкости. Квазиодномерное приближение. Баланс массы. Уравнение Бернулли для трубки тока.
18. Истечение жидкости из сосуда через малое отверстие.
19. Внезапное расширение и сжатие потока. Потери сопротивления. Местные сопротивления.
20. Распространение малых (звуковых) возмущений в жидкости. Уравнения акустики. Гидравлический удар. Формула Жуковского для гидроудара.
21. Одномерное движение сжимаемого газа. Уравнение неразрывности. Скорость звука. Уравнение Бернулли.
22. Движение газа в трубе переменного сечения. Ускорение потока. Сопло Лавалля. Газодинамические функции.
23. Разрывы параметров течения. Условия динамической совместности. Контактная поверхность. Ударная волна. Ударная адиабата.
24. Обобщенный закон трения Ньютона. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Коэффициенты вязкости.
25. Уравнения Навье-Стокса движения вязкой несжимаемой жидкости.
26. Подобие гидродинамических явлений. Критерии подобия.
27. Уравнения движения для разных моделей жидкости: идеальная, вязкая, сжимаемая, несжимаемая.
28. Потенциальное движение идеальной несжимаемой жидкости. Потенциал скорости и функция тока. Уравнения движения в форме потенциала.
29. Ламинарное и турбулентное движение жидкости в трубах и вдоль пластины. Устойчивость сдвиговых слоев. Критерии перехода от ламинарного к турбулентному движению.
30. Турбулентность. Мгновенные, средние и пульсационные значения параметров жидкости. Уравнения Рейнольдса для турбулентного движения жидкости.
31. Проблемы замыкания уравнений турбулентного движения. Модели турбулентности.
32. Пограничный слой. Двумерный ламинарный пограничный слой на пластине и удлиненных телах. Толщина пограничного слоя.
33. Динамический, тепловой и диффузионный пограничный слой на пластине.
34. Турбулентный пограничный слой. Турбулентный пограничный слой на пластине. Модель многослойного турбулентного пограничного слоя.
35. Свободная турбулентность. Турбулентные струи.
36. Естественная тепловая конвекция. Тепловая конвекция между двумя вертикальными пластинами с разной температурой.
37. Магнитная гидродинамика. Уравнения магнитной гидродинамики для несжимаемой жидкости.

38. Подобие электромагнитных явлений.
39. Течение Гартмана и Куэтта.
40. Электровихревые течения в проводящей жидкости. Физическая природа таких течений.
41. Электромагнитные насосы. Магнитогидродинамический способ генерирования электрической энергии.

Дополнительная программа кандидатского экзамена по специальности 1.1.9
«Механика жидкости, газа и плазмы»

1. Предмет гидромеханики. Сплошная среда и ее свойства: текучесть, сжимаемость, вязкость. Модели сплошной среды: идеальная, вязкая, сжимаемая и несжимаемая среда. Модель газовой динамики.
2. Методы описания движения сплошной среды. Эйлеровый и лагранжевый подходы. Локальная и полная производная по времени. Переход от одного метода к другому.
3. Уравнения движения для разных моделей жидкости: идеальная, вязкая, сжимаемая, несжимаемая.
4. Граничные условия для разных моделей жидкости в гидродинамике. Свободная и контактная поверхность, неподвижная и движущаяся стенка.
5. Подобие гидродинамических явлений. Критерии подобия: числа Рейнольдса, Эйлера, Маха и т.д.
6. Сжимаемость жидкостей и газов. Идеальный и реальный газ. Уравнение состояния газов и жидкостей. Уравнение состояния воды в форме Тэта. Границы применимости разных уравнений состояния.
7. Импульсные струи жидкости сверхвысокой скорости. Физические принципы получения импульсных струй жидкости. Гидроимпульсные установки: импульсный водомет и гидропушка. Конструктивные схемы гидроимпульсных установок.
8. Кавитация. Модели кавитации, применяемы при исследовании гидроимпульсных установок.
9. Одномерное движение несжимаемой жидкости. Квазиодномерное приближение. Баланс массы, импульса и энергии. Уравнение Бернулли для несжимаемой жидкости.
10. Квазиодномерное движение идеальной сжимаемой жидкости. Вывод уравнений движения (неразрывности, импульса и энергии) в дифференциальной и интегральной форме.
11. Распространение малых (звуковых) возмущений в жидкости. Уравнения акустики. Гидравлический удар. Формула Жуковского для гидроудара.
12. Разрывы параметров течения. Условия динамической совместности. Ударная волна. Ударная адиабата.
13. Общая характеристика и современные требования к численным методам в газовой динамике. Монотонность, консервативность, однородность, высокий порядок аппроксимации, эффективность численных методов.

14. Метод Годунова. Разностная аппроксимация уравнений движения жидкости по методу Годунова.
15. Задача Римана о распаде произвольного разрыва. Решение задачи Римана для изоэнтропических движений жидкости.
16. Метод Родионова для одномерных движений жидкости. Разностная аппроксимация уравнений движения. Алгоритм расчета методом Родионова.
17. Устойчивость и порядок аппроксимации методов Годунова и Родионова.
18. Метод Родионова для квазиодномерных движений жидкости. Разностная аппроксимация уравнений движения. Алгоритм расчета методом Родионова.
19. Виды граничных условий в задачах импульсных движений жидкости. Свободная поверхность, неподвижная стенка, поршень, контактная поверхность. Аппроксимация граничных условий в методе Родионова.

Основная литература

1. Повх И.Л. Техническая гидромеханика. Л.: Машиностроение, 1976. – 502 с.
2. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа. М.: Наука, 1987.- 840с.
3. Лаврентьев М. А., Шабат В. В. Проблемы гидродинамики и их математические модели. - М.: Наука, 1973. - 416 с.
4. Кнэпп Р., Дейли Дж., Хеммит Ф. Кавитация. - М.: Мир, 1974.- 687 с.
5. Рождественский Б. Л., Яненко Н. Н. Системы квазилинейных уравнений и их приложения к газовой динамике. - М.: Наука, 1978. - 687 с.
6. Станюкович К. П. Неустановившееся движение сплошной среды. - М.: Наука, 1971. - 600 с.
7. Физика взрыва / Под ред. К.П. Станюковича. - М.: Наука, 1975. – 704 с.
8. Яковлев Ю.С. Гидродинамика взрыва. Л., Судпромгиз, 1961. - 316 с.
9. Численное решение многомерных задач газовой динамики / Под ред. Годунова С.К.- М.: Наука, 1976.-400 с.
10. Оран Э., Борис Дж. Численное моделирование реагирующих потоков. М.: Мир, 1990. – 661 с.
11. Самарский А. А., Попов Ю. П. Разностные схемы газовой динамики. - М.: Наука, 1975. - 351 с.

Программа разработана на основании паспорта научной специальности *1.1.9 «Механика жидкости, газа и плазмы»*.

Программа одобрена на заседании Ученого совета физико-технического факультета, протокол от «24» 03 2023 г. № 4.

Декан



Фоменко С.А.