



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВОРОНЕЖСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)



УТВЕРЖДАЮ
Ректор ВГТУ

С.А. Колодяжный
01 _____ 2017 г.

Система менеджмента качества

ПРОГРАММА

ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПРИ ПРИЕМЕ НА ОБУЧЕНИЕ
ПО ПРОГРАММАМ ПОДГОТОВКИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ
КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ

«МАШИНОСТРОЕНИЕ»

(направление подготовки 15.06.01)

«ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ГИДРОПНЕВМОАГРЕГАТЫ»

(направленность 05.04.13)

Воронеж 2017



Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО (по программам магистратуры и специалитета)

I. Перечень элементов содержания, проверяемых на вступительном испытании

Общие положения и междисциплинарные вопросы

1. Гидравлические машины.
2. Типы насосов и их сравнение.
3. Характеристики насосов.
4. Коэффициент полезного действия насоса.
5. Регулирование производительности насосов.
6. Кавитация в насосах. Предупреждение кавитации и борьба с ней.
7. Объемные насосы. Общие сведения о поршневых и плунжерных насосах. Устройство, принцип действия, функции главных органов.
8. Условие нормального всасывания. Расчет процесса всасывания насоса.
9. Потери энергии в насосах объемного типа. к.п.д. насоса.
10. Роторные насосы. Общие сведения о роторных насосах. Устройство и принцип действия роторно-поршневых насосов. Основные зависимости.
11. Устройство и принцип действия шестеренных насосов.
12. Устройство и принцип действия винтовых насосов.
13. Лопастные насосы. Устройство, принцип действия и функции главных органов.
14. Геометрические и кинематические параметры лопастного насоса.
15. Движение жидкости в рабочих органах насоса.
16. Уравнение Л. Эйлера для лопастного насоса.
17. Основы теории подобия лопаточных насосов. Общие и частные формулы подобия.
18. Условие нормального всасывания центробежного насоса.
19. Гидродвигатели. Общие сведения о гидродвигателях. Классификация гидродвигателей.
20. Гидродвигатели динамического (турбинного) типа. Устройство, принцип действия, разновидности конструкций.
21. Уравнение Л. Эйлера для турбин.
22. Потери энергии в турбине, к.п.д. турбины.
23. Общие сведения о гидродвигателях объемного типа (винтовых, пластинчатых, радиально-поршневых и др).
24. Гидропередачи. Общие сведения о гидропередачах и их разновидности.



Достоинства и недостатки гидropередач.

25. Гидropередачи динамического типа. Устройство, назначение и принцип действия гидромuфты. Внешняя характеристика гидромuфты.
26. Гидротрансформатор. Устройство, назначение и принцип действия гидротрансформатора. Внешняя характеристика гидротрансформатора.
27. Гидropередачи объемного типа. Составные элементы и их назначение. Гидроаккумулятор. Устройство и назначение.
28. Гидравлические системы, основные определения.
29. Гидроприводы и их классификация.
30. Основные элементы гидравлических сетей.
31. Принципиальные схемы гидроэлектростанций.
32. Экологические вопросы гидроэнергетики.
- 33.

Гидрогазодинамика энергетических установок

1. Дифференцирование по времени при лагранжевом и эйлеровом описании. Материальная производная.
2. Переход от эйлерова описания к лагранжевому и обратно.
3. Уравнение неразрывности при эйлеровом и лагранжевом описании.
4. Тензор напряжений. Механический смысл тензора напряжений. Касательные и нормальные напряжения.
5. Силы, действующие в жидкости. Внешние и внутренние силы.
6. Уравнения баланса импульсов в интегральной и алгебраической формах.
7. Уравнения баланса импульсов в дифференциальной форме.
8. Уравнения баланса внутренней энергии в интегральной и алгебраической формах.
9. Уравнения баланса внутренней энергии в дифференциальной форме.
10. Интеграл Бернулли. Геометрическая интерпретация уравнения Бернулли.
11. Диаграммы изменения расхода, напора и полной энтальпии по длине трубопровода.
12. Потери напора в трубопроводах.
13. Компьютерное моделирование течения нефти в нефтепроводе.
14. Простые трубопроводы.
15. Расчет незамкнутого разветвленного трубопровода. Прямая задача.
16. Определение расходов жидкостей в узлах отбора для трубопровода с параллельными участками.
17. Решение прямой задачи для кольцевого трубопровода.
18. Гидравлический удар в трубах. Постановка задачи, методы решения.



19. Система уравнений течения газа в трубопроводе в одномерном приближении.
20. Уравнения состояния газа.
21. Гидравлический расчет газопроводов при больших перепадах давления.
22. Компьютерное моделирование течения газов в газопроводе.
23. Области распространения двухфазных потоков. Основные определения и терминология.
24. Режимы (структуры) течения двухфазных смесей в вертикальных и горизонтальных трубах.
25. Гидродинамические эффекты различных режимов течения газожидкостной смеси.
26. Методы измерения параметров газожидкостных потоков.
27. Уравнения сохранения количества движения для двухфазного потока.
28. Двухфазное течение при дросселировании.
29. Корреляции трения для различных структур двухфазного потока.
30. Стационарное течение нефтегазовой смеси в скважине. Система уравнений.
31. Основные уравнения для течения однородного сжимаемого флюида в пористой среде.
32. Схемы одномерных фильтрационных потоков.
33. Обобщенный закон Дарси для анизотропных сред.
34. Уравнение неустановившейся фильтрации однородного флюида по закону Дарси, функция Лейбензона.
35. Физические представления и математическое описание вытеснения одного флюида другим.
36. Постановка и аналитическое решение задачи Бакли-Левверетта.
37. Явные разностные схемы для решения задачи Бакли-Левверетта.
38. Образование газогидратов в пористых средах. Система уравнений.

Математическая модель процесса диссоциации газовых гидратов в пористых структурах.

Тепломассообмен энергетических установок

1. Физический механизм процесса теплопроводностью в различных средах. Температурное поле, градиент температуры, плотность теплового потока.
2. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, его зависимость от различных факторов.
3. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Линейные и



нелинейные задачи.

4. Теплопроводность плоской стенки с постоянным и зависящим от температуры коэффициентом теплопроводности.

5. Теплопередача через многослойную стенку. Коэффициент теплопередачи. Термические сопротивления.

6. Теплопередача через многослойную цилиндрическую стенку.

Критический диаметр. Понятие об оптимизации тепловой изоляции.

7. Теплопроводность в стержне (ребре) постоянного поперечного сечения.

8. Нестационарная теплопроводность пластины при граничных условиях третьего рода.

9. Нестационарная теплопроводность длинного цилиндра.

Теплопроводность тел конечных размеров (параллелепипед, цилиндр).

10. Определение количества теплоты, отдаваемого или воспринимаемого телом в процессе нестационарной теплопроводности.

11. Конвективный теплообмен как совокупность молекулярного и молярного переноса теплоты. Теплоотдача. Понятие о тепловом пограничном слое. Особенности теплообмена при ламинарном и турбулентном режимах течения.

12. Система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена: уравнения энергии, движения и сплошности. Краевые условия.

13. Теория подобия. Безразмерные комплексы (критерии подобия).

14. Теплоотдача при конвекции в большом объеме и обобщение методами теории подобия. Расчетные соотношения.

15. Теплоотдача при свободной конвекции в ограниченном пространстве.

16. Образование теплового и гидродинамического пограничных слоев при неизотермическом течении с большими критериями Пекле и Рейнольдса.

17. Простейшая модель турбулентности. Законы сопротивления и теплообмена при турбулентном течении.

18. Теплоотдача при турбулентном режиме. Теплоотдача при турбулентном обтекании плоской пластины.

19. Теплообмен в трубах при ламинарном течении. Гидродинамическая и тепловая стабилизация.

20. Теплообмен в трубах при турбулентном течении. Гидродинамическая и тепловая стабилизация.

21. Влияние шероховатости и изгиба труб на теплоотдачу. Теплоотдача в каналах некруглого поперечного сечения.

22. Теплоотдача при поперечном обтекании труб и пучков труб. Режимы течения.

23. Средний температурный напор.

24. Анализ решения задачи нестационарной теплопроводности пластины в предельных случаях малых и больших чисел Био и Фурье. Регулярный режим.

25. Дифференциальное уравнение энергии.



26. Дифференциальное уравнение движения (Навье-Стокса).
27. Формулировка краевых задач теплопроводности: начальные условия, граничные условия четырех родов.
28. Явление отрыва пограничного слоя. Влияние гидродинамики потока на локальную и среднюю теплоотдачу.
29. Теплоотдача при течении газов с большой скоростью.
30. Жидкометаллический теплоносители, теплоотдача.
31. Теплоотдача в разреженных газах.
32. Пленочная и капельная конденсация. Термические сопротивления при конденсации. Условия взаимодействия на границе раздела фаз.
33. Влияние скорости пара при конденсации. Конденсация на горизонтальных трубах и пучках труб.
34. Теплообмен при конденсации практически неподвижного пара в условиях ламинарного и турбулентного режимов течения пленки конденсата.
35. Кипение в большом объеме. Пузырьковый и пленочный режимы. Условия возникновения паровой фазы, критический радиус пузырька. Числоцентров парообразования.
36. Механизм теплоотдачи и расчетные соотношения при пузырьковом режиме кипения. Расчет критической плотности теплового потока.
37. Структура двухфазного потока и теплообмена при кипении внутри труб. Кризис кипения.
38. Теплообмен при сублимации вещества.
39. Тепломассообмен при конденсации смеси паров и пара из парогазовой смеси. Зависимость интенсивности теплообмена от содержания неконденсирующегося компонента.
40. Аналогия между процессами переноса массы и теплоты. Величины - аналоги. Методика приближенного определения коэффициента массоотдачи на основе аналогии.
41. Дифференциальные уравнения конвективного массообмена в двухкомпонентных средах. Краевые условия. Коэффициент массоотдачи.
42. Характеристики двухкомпонентных сред. Потoki массы компонентов смеси. Концентрационная диффузия. Закон Фика. Перенос теплоты в двухкомпонентных средах.
43. Применение законов излучения к серым телам.
44. Расчет лучистого теплообмена между излучающей средой и поверхностью твердого тела.
45. Особенности теплообмена излучением в поглощающей среде (газах и парах).
46. Теплообмен излучением в замкнутой системе серых тел. Частные случаи: тела с плоскопараллельными поверхностями и экранами между ними; тела, одно из которых находится в полости другого.
47. Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной



средой.

48. Поглощательная, отражательная и пропускательная способности тел.

Абсолютно черное тело. Законы излучения черного тела. Серые тела.

49. Основные понятия и законы теплового излучения.

50. Типы теплообменных устройств. Основные уравнения теплового расчета теплообменных аппаратов.

II. Требования к уровню подготовки поступающего

Поступающий должен знать/понимать:

- основные гипотезы, теоретические законы и системы уравнений механики жидкости и газа;
- основы расчета потоков жидкостей и газов, движущихся по трубопроводам, а также через различные гидравлические и пневматические устройства;
- методы экспериментальных исследований движения жидкостей и газов во внешних и внутренних потоках;
- особенности физического и математического моделирования одномерных и трёхмерных, дозвуковых и сверхзвуковых, ламинарных и турбулентных течений идеальной и реальной несжимаемой и сжимаемой жидкостей;
- область применения, типы и принципы действия гидро-, пневмо- и газовых машин;
- оценочные приемы определения состояния энергетических систем, используемых в трубопроводном транспорте углеводородов.

Поступающий должен уметь:

- решать теоретические задачи, используя основные законы механики жидкости и газа с учетом практического опыта данного направления науки;
- проводить гидромеханические расчеты аппаратов;
- применять методы расчета и конструирования деталей и узлов механизмов (гидравлических и пневматических устройств и систем);
- рассчитывать гидродинамические параметры потока жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и течения в каналах (трубах), проточных частях гидрогазодинамических машин, проводить гидравлический расчет трубопроводов;
- формулировать задачи переноса основных гидродинамических величин, составлять соответствующие уравнения баланса;
- решать как задачи обработки экспериментальных данных, так и уметь составлять корректные физические и математические модели процессов и явлений энергетических систем, в которых существенно использование гидрогазодинамики;
- проводить анализ состояния тепловых режимных факторов энергетических систем, используемых в трубопроводном транспорте углеводородов, и оценку эффективности их функционирования;



III. Примерный вариант задания

Поступающий получает 5 (пять) вопросов, на которые он должен максимально расширенно письменно ответить. Вопросы выбираются из каждого блока. При этом из блока, по специализации поступающего выбирается два вопроса.

Вопрос № 1. Типы насосов и их сравнение

Вопрос № 2. Кавитация в насосах. Предупреждение кавитации и борьба с ней.

Вопрос № 3. Интеграл Бернулли. Геометрическая интерпретация уравнения Бернулли

Вопрос № 4. Потери напора в трубопроводах.

Вопрос № 5. Дифференциальные уравнения движения (Навье-Стокса).

IV. Критерии оценивания работ поступающих

Оценивание ответов на каждый вопрос осуществляется по 5-балльной шкале в зависимости от правильности и развернутости (углубленности) ответа (согласно таблице 1). После ответов на все вопросы определяется среднее арифметическое, округленное в большую или меньшую сторону по правилам математики.

Таблица 1

Оценка	Критерий оценки
Отлично	Претендент демонстрирует полное понимание вопроса. На вопрос претендентом представлен развернутый (углубленный) ответ из нескольких литературных источников.
Хорошо	Претендент демонстрирует полное понимание вопроса. На вопрос претендентом представлен недостаточно развернутый (углубленный) ответ.
Удовлетворительно	Претендент демонстрирует частичное понимание вопроса. Претендентом представлен ответ только на часть вопроса.
Неудовлетворительно	Претендент демонстрирует непонимание вопроса. У претендента нет ответа на вопрос.



V. Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Моргунов К.П. Гидравлика. Гидравлические машины. Гидропривод. Учебник по дисциплинам "Гидравлика", "Гидравлические машины", "Насосы и насосные станции", "Основы теории и расчет гидропривода". Санкт-Петербург, СПГУВК, 2009. - 545 с. ISBN 978-5-88789-257-3
2. Лепешкин А.В., Михайлин А.А., Шейпак А.А. Гидравлика и гидропневмопривод: Учебник. Ч. 2. Гидравлические машины и гидропневмопривод / Под ред. А.А. Шейпака. – М.: МГИУ, 2003. – 352 с.
3. Ухин, Б. В. Инженерная гидравлика [Текст] : учеб. пособие для вузов / Б. В. Ухин, Ю. Ф. Мельников ; под ред. Б. В. Ухина. - М. : Изд-во АСВ, 2007. - 343 с. : ил. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-93093-497-7
4. Королев В.Н. Тепломассообмен: учебное пособие/ В.Н.Королев. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2006. 300 с.

Дополнительная литература

1. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы Т.М. Башта, С.С. Руднев, Б.Б. Некрасов и др. Учебник для машиностроительных вузов- 2-е изд., перераб.- М.: Машиностроение, 1982. – 423с., ил.
2. Гидравлика и гидравлические машины : учебник для студентов машиностроительных и горных специальностей / К. Н. Спасский, Е. Н. Лелеева. - Москва : Изд-во МГОУ, 2009. - 174 с. : ил., табл.; 20 см.; ISBN 978-5-7045-0860-1
3. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена/С.С.Кутателадзе. Новосибирск: Наука, 1989. 416 с.