

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Белгородский Валерий Савельевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 09.10.2024 17:51:04
Уникальный программный ключ:
8df276ee93e17c18e7bee9e7cad2d0ed9ab82479

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)»

Институт Отдел аспирантуры и докторантуры
энергоресурсоэффективных технологий, промышленной экологии и
Кафедра безопасности

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Гидродинамика движения жидкости и газов

Уровень образования	аспирантура	
Научная специальность	2.6.13	Процессы и аппараты химических технологий
Направленность	Процессы и аппараты химических технологий	
Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения	4 года	
Форма обучения	очная	

Рабочая программа учебной дисциплины «Гидродинамика движения жидкости и газов» основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 9 от 15.03.2024 г.

Разработчик рабочей программы «Гидродинамика движения жидкости и газов»

профессор М. П. Тюрин
доцент Е. С. Бородина

Заведующий кафедрой: О. И. Седяров

1. Цели освоения учебной дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Гидродинамика движения жидкости и газов» является изучение основных физических свойств жидкостей и газов, общих законов и уравнений статики, кинематики и динамики жидкостей и газов; особенностей физического и математического моделирования одномерных, двухмерных и трехмерных течений; течений несжимаемых и сжимаемых потоков идеальной и реальной жидкостей для использования в профессиональной деятельности.

В результате освоения учебной дисциплины (модуля) «Гидродинамика движения жидкости и газов» обучающийся должен

знать:

- основные физические свойства жидкостей и газов, общие законы и уравнения статики, кинематики и динамики жидкостей и газов;
- особенности физического и математического моделирования одномерных и трехмерных, дозвуковых и сверхзвуковых, ламинарных и турбулентных течений идеальной и реальной несжимаемой и сжимаемой жидкостей.

уметь:

- рассчитывать гидродинамические параметры потока жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и течения в каналах (трубах), проточных частях гидрогазодинамических машин;
- формулировать задачи переноса основных гидродинамических величин, составлять соответствующие уравнения баланса.

владеть:

- методиками проведения типовых гидродинамических расчетов гидромеханического оборудования и трубопроводов;
- навыками работы с литературой и машинами, где существенно используются гидрогазодинамические законы.

2. Место учебной дисциплины (модуля) в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Гидродинамика движения жидкости и газов» включена в часть 2.1 Дисциплины (модули) Образовательного компонента, семестр 4.

Трудоёмкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы (з.е.) или 128 академических часов (час), в том числе 20 часов лекции, 40 часов практических занятий и 68 часа самостоятельной работы.

Дисциплина базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при освоении предыдущих дисциплин: «Математическое моделирование процессов химической технологии» и дисциплин предыдущего уровня образования: «Современные методы в гидрогазодинамических исследованиях»

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Таблица 1

Результаты обучения	Критерии результатов обучения	Технологии формирования
Владение культурой научного исследования в области химических технологий, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий	Знать: - современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной среде деятельности; - основы правовой охраны результатов интеллектуальной деятельности. Уметь: - применять новейшие информационно-коммуникационные технологии при решении задач профессиональной деятельности в области химической технологии и смежных наук; - выявить изобретение или иной объект патентного права в результатах проводимых научных исследований в	<i>лекции (Л), практические занятия (ПЗ) самостоятельная работа (СР)</i>

Результаты обучения	Критерии результатов обучения	Технологии формирования
	<p>области химической технологии, осуществлять патентный поиск, подготовить заявку на изобретение.</p> <p>Владеть: - культурой научного исследования с соблюдением правовых, этических и технических норм осуществления профессиональной деятельности; - навыками поиска (в том числе с использованием новейших информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований.</p>	
<p>Способность и готовность к использованию лабораторной и инструментальной базы для получения научных данных</p>	<p>Знать: - физико-химические и химические процессы, лежащие в основе основных промышленных технологий химического производства; - современные аналитические приборы и методики для выполнения научных исследований.</p> <p>Уметь: - использовать современные приборы и методики; - организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты.</p> <p>Владеть: - навыками стандартизации и сертификации материалов, изделий и технологических процессов; - навыками систематизации и обобщения информации по использованию ресурсов.</p>	<p><i>лекции (Л), практические занятия (ПЗ) самостоятельная работа (СР)</i></p>
<p>Способность применять знания в области современных химических технологий для решения производственных задач</p>	<p>Знать: - методы расчета нестандартного оборудования химических производств; - основные нормативные документы для выбора оборудования химических производств.</p> <p>Уметь: - рассчитывать основное оборудование химических производств; - оценивать перспективы развития химических технологий, необходимые для расчета нового оборудования.</p> <p>Владеть: - навыками расчетов нестандартного химико-технологического оборудования.</p>	<p><i>лекции (Л), практические занятия (ПЗ) самостоятельная работа (СР)</i></p>
<p>Владение основными методами интенсификации, повышения эффективности и оптимизации типовых химико-технологических процессов</p>	<p>Знать: основные современные типовые химико-технологические процессы, возможные методы их интенсификации, повышения эффективности и оптимизации.</p> <p>Уметь: осуществлять на практике внедрение новых методов интенсификации химико-технологических процессов, повышения их эффективности и оптимизации.</p> <p>Владеть: основными методами интенсификации, повышения эффективности и оптимизации типовых химико-технологических процессов.</p>	<p><i>лекции (Л), практические занятия (ПЗ) самостоятельная работа (СР)</i></p>
<p>Способность выполнять при разработке технических проектов технологический расчёт основных аппаратов химических технологий, включая материальный, термодинамический, тепловой, массообменный, гидравлический и экономический расчёты</p>	<p>Знать: - фундаментальные закономерности протекания процессов химических технологий; - законы переноса энергии и массы в технологических аппаратах; - принципы и методы синтеза ресурсосберегающих химико-технологических систем.</p> <p>Уметь: - осуществлять технологические расчёты процессов и аппаратов химической технологии, включая материальный, термодинамический, тепловой, массообменный, гидравлический и экономический расчёты.</p> <p>Владеть: методиками и навыками проведения технологических расчётов процессов и аппаратов химической технологии, включая материальный, термодинамический, тепловой, массообменный, гидравлический и экономический расчёты.</p>	<p><i>лекции (Л), практические занятия (ПЗ) самостоятельная работа (СР)</i></p>

4. Объем и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Таблица 2

Показатель объема дисциплины	Трудоемкость
Объем дисциплины в зачетных единицах	4
Объем дисциплины в часах	128
Лекции (ч)	20
Практические занятия (семинары) (ч)	40
Самостоятельная работа (ч)	36
Форма контроля (зач./экз.)	Экзамен (32)

4.2 Содержание разделов учебной дисциплины (модуля)

Таблица 3

Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Лекции		Наименование практических (семинарских) занятий		Оценочные средства
	№ и тема лекции	Трудоемкость, час	№ и тема практического занятия	Трудоемкость, час	
Раздел 1. Статика жидкости и газа. Дифференциальные уравнения Эйлера. Основное уравнение гидростатики и его практические приложения.	1. Основные физические свойства жидкостей и газов. Основные методы механики жидкости и газа.	1	1. Исследование физических свойств газов при различных параметрах	2	Устное собеседование
	2. Общие условия равновесия. Основная теорема гидростатики. Уравнение Эйлера. Равновесие несжимаемой жидкости. Сообщающиеся сосуды.	1	2. Изучение условий равновесия несжимаемых жидкостей. Методы измерения давления.	2	Устное собеседование
	3. Относительное равновесие несжимаемой жидкости. Закон Архимеда. Равновесие газа в поле сил тяжести.	2	3. Практическое применение закона Архимеда. Изучение условий равновесия газов в поле действия сил тяжести.	2	Коллоквиум 1
Раздел 2. Основы кинематики и динамики жидкости и газа. Основные уравнения гидродинамики. Уравнение Бернулли и его практические приложения.	4. Основные понятия и определения кинематики жидкости и газа. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли для трубки тока. Уравнение сохранения количества движения.	2	Решение уравнения сохранения количества движения для конкретных условий однозначности.	4	Устное собеседование
	5. Условия перехода скорости газа через скорость звука. Основные термодинамические соотношения газовой динамики при адиабатическом течении идеального совершенного газа.	1	Изучение условий перехода скорости через скорость звука.	4	Устное собеседование
	6. Уравнение сохранения энергии. Параметры торможения. Газодинамические функции	1	Практическое применение закона сохранения	2	Коллоквиум 2
Раздел 3. Моделирование в гидрогазодинамике. Теория подобия и размерностей.	Основы теории подобия и анализа размерностей.	1	Практическое применение теории подобия и размерностей	2	Устное собеседование
	Принципы динамического подобия. Закон	1	Практическое применение теории подобия	2	Устное собеседование

	полного динамического подобия Ньютона.		и размерностей		
	Подобие потоков при действии различных сил.	1	Практическое применение теории подобия и размерностей	2	<i>Тест 1</i>
Раздел 4. Одномерные течения жидкости и газа. Гидравлические сопротивления.	7. Одномерная модель реальных потоков. Уравнение Бернулли для одномерного потока вязкой несжимаемой жидкости.	2	Применение Уравнения Бернулли для одномерного движения вязкой несжимаемой жидкости.	4	Устное собеседование
	8. Потери давления на гидравлических сопротивлениях. Потери на трение при течении жидкости.	1	Расчёты потерь давления течения жидкости.	2	Устное собеседование
	9. Опытные данные о коэффициенте гидравлического трения. Местные гидравлические сопротивления и взаимное влияние местных сопротивлений	1	Расчёты местных гидравлических сопротивлений.	2	Устное собеседование
Раздел 5. Истечение жидкостей и газов через отверстия и насадки.	10. Истечение жидкости при постоянном напоре.	2	Гидравлические расчёты при истечении жидкостей через отверстия и насадки.	2	Устное собеседование
	11. Истечение жидкости из резервуара при переменном напоре.	1	Гидравлические расчёты при истечении жидкостей через отверстия и насадки.	2	Устное собеседование
	12. Истечение газа из объема через отверстие.	1	Гидравлические расчёты при истечении жидкостей через отверстия и насадки.	2	Устное собеседование
Раздел 6. Трубопроводные системы и их расчёт.	16. Классификация трубопроводов. Расчет простого и сложного трубопроводов	1	Расчёты трубопроводных систем при различных условиях.	2	Устное собеседование
	17. Расчет трубопроводов при движении газов.	1	Расчёты трубопроводных систем при различных условиях.	2	Устное собеседование
	18. Работа нагнетателя в сети. Прямой гидравлический удар в трубах.	1	Расчёты трубопроводных систем при различных условиях.	2	<i>Тест 2</i>
ВСЕГО часов в семестре		20		40	<i>Экзамен</i>

5. Самостоятельная работа обучающихся

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Содержание самостоятельной работы	Трудоемкость в часах
1	Разделы 1 - 3	Самостоятельное изучение теоретического материала Подготовка к практическим занятиям	9
2	Разделы 1 - 3	Подготовка к тестированию 1	9
3	Разделы 4 - 6	Самостоятельное изучение теоретического материала Подготовка к практическим занятиям	9
4	Разделы 4 - 6	Подготовка к тестированию 2	9
5	Все разделы	Подготовка к экзамену	32
ВСЕГО часов в семестре:			68

6. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе по данной дисциплине различных образовательных технологий, таких как: активные и интерактивные формы проведения занятий; участие в Устных дискуссиях и тестирование.

При освоении дисциплины «Гидродинамика движения жидкости и газов» используются активные и интерактивные формы проведения занятий; разбор, анализ и обсуждение конкретных ситуаций, а также тестирование по темам разделов.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

7.1 Примерная тематика курсовых проектов (работ) – не предусмотрены.

7.2 Примеры используемых оценочных средств для текущего контроля (тестирования)

Вопросы к коллоквиуму 1.

1. Основные свойства жидкостей и газов.
2. Закон внутреннего трения Ньютона. Какие вы знаете коэффициенты вязкости, от каких параметров зависит их величина?
3. Дайте классификацию и определение сил, действующих в жидкости.
4. Напишите уравнение Эйлера равновесия жидкости и дайте его объяснение.
5. Чем создается и от чего зависит давление в жидкости? Пользуясь уравнением Эйлера, получите основную формулу гидростатики.
6. Дайте вывод барометрической формулы - основной формулы аэростатики.
7. Что такое поверхности равного давления? Напишите уравнение поверхности уровня давления.
8. Закон Паскаля. Принцип работы гидропресса.
9. Как определяется сила давления жидкости на стенки?
10. Что такое центр давления жидкости на стенку и где он расположен?

Вопросы к коллоквиуму 2.

1. Дайте определение местной, осредненной, средней скорости, пульсации скорости, массовой скорости потока.
2. Что такое установившееся и неустойчивое движение?
3. Дайте определение ламинарного и турбулентного движения.
4. Что такое линия тока, трубка тока? Напишите уравнение линии тока. Перечислите основные свойства трубки тока.
5. Уравнения неразрывности потока в дифференциальной и гидравлической формах .
6. Составляющие скорости жидкой частицы. Теорема Коши - Гельмгольца.
7. Каковы основные характеристики вихревого движения? Что такое вихрь, компонент вихря?
8. Что такое вихревая линия и каково ее уравнение? Что такое вихревая трубка и ее напряженность?
9. Что такое циркуляция скорости и как она определяется. Изложите сущность теоремы Стокса.
11. Какое движение называется потенциальным? Каким условиям должны удовлетворять функция потенциала скорости?
12. Что такое функция тока и каковы ее особенности?

Вопросы к тестовому контролю

Тестирование 1

1. Что такое гидрогазодинамика?
 - а) наука о движении жидкости; б) наука о равновесии жидкостей; в) наука о взаимодействии жидкостей; г) наука о равновесии и движении жидкостей
2. Что такое жидкость?
 - а) физическое вещество, способное заполнять пустоты; б) физическое вещество, способное изменять форму под действием сил; в) физическое вещество, способное изменять свой объем; г) физическое вещество, способное течь.
3. Какая из этих жидкостей не является капельной?
 - а) ртуть; б) керосин; в) нефть; г) азот.
4. Какая из этих жидкостей не является газообразной?
 - а) жидкий азот; б) ртуть; в) водород; г) кислород;
4. Реальной жидкостью называется жидкость
 - а) не существующая в природе; б) находящаяся при реальных условиях; в) в которой присутствует внутреннее трение; г) способная быстро испаряться.
5. Идеальной жидкостью называется:
 - а) жидкость, в которой отсутствует внутреннее трение; б) жидкость, подходящая для применения; в) жидкость, способная сжиматься; г) жидкость, существующая только в определенных условиях.
6. На какие виды разделяют действующие на жидкость внешние силы?
 - а) силы инерции и поверхностного натяжения; б) внутренние и поверхностные; в) массовые и поверхностные; г) силы тяжести и давления.
7. Какие силы называются массовыми?
 - а) сила тяжести и сила инерции; б) сила молекулярная и сила тяжести; в) сила инерции и сила гравитационная; г) сила давления и сила поверхностная.
8. Какие силы называются поверхностными?
 - а) вызванные воздействием объемов, лежащих на поверхности жидкости; б) вызванные воздействием соседних объемов жидкости и воздействием других тел; в) вызванные воздействием давления боковых стенок сосуда; г) вызванные воздействием атмосферного давления.
9. Жидкость находится под давлением. Что это означает?
 - а) жидкость находится в состоянии покоя; б) жидкость течет; в) на жидкость действует сила; г) жидкость изменяет форму.
10. В каких единицах измеряется давление в системе измерения СИ?
 - а) в паскалях; б) в джоулях; в) в барах; г) в стоках.
11. Если давление отсчитывают от абсолютного нуля, то его называют:
 - а) давление вакуума; б) атмосферным; в) избыточным; г) абсолютным.
12. Если давление отсчитывают от относительного нуля, то его называют:
 - а) абсолютным; б) атмосферным; в) избыточным; г) давление вакуума.
- 1.15. Если давление ниже относительного нуля, то его называют:
 - а) абсолютным; б) атмосферным; в) избыточным; г) давление вакуума.
13. Какое давление обычно показывает манометр?
 - а) абсолютное; б) избыточное; в) атмосферное; г) давление вакуума.
14. Чему равно атмосферное давление при нормальных условиях?
 - а) 100 МПа; б) 100 кПа; в) 10 ГПа; г) 1000 Па.
15. Давление определяется
 - а) отношением силы, действующей на жидкость к площади воздействия;
 - б) произведением силы, действующей на жидкость на площадь воздействия;
 - в) отношением площади воздействия к значению силы, действующей на жидкость;
 - г) отношением разности действующих усилий к площади воздействия.
16. Массу жидкости, заключенную в единице объема, называют

- а) весом; б) удельным весом; в) удельной плотностью; г) плотностью.
17. Вес жидкости в единице объема называют
- а) плотностью; б) удельным весом; в) удельной плотностью; г) весом.
18. При увеличении температуры удельный вес жидкости
- а) уменьшается; б) увеличивается; г) сначала увеличивается, а затем уменьшается;
- в) не изменяется.
17. Сжимаемость - это свойство жидкости
- а) изменять свою форму под действием давления; б) изменять свой объем под действием давления; в) сопротивляться воздействию давления, не изменяя свою форму; г) изменять свой объем без воздействия давления.
18. Сжимаемость жидкости характеризуется
- а) коэффициентом Генри; б) коэффициентом температурного сжатия; в) коэффициентом поджатия; г) коэффициентом объемного сжатия.
19. Коэффициент объемного сжатия определяется по формуле
- а) $\beta_V = -\frac{1}{V} \frac{dV}{dP}$; б) $\beta_V = -\frac{1}{V} \frac{dV}{dP}$;
- в) $\beta_V = \frac{1}{V} \frac{dP}{dV}$; г) $\beta_V = -\frac{1}{P} \frac{dP}{dV}$.
20. Вязкость жидкости это
- а) способность сопротивляться скольжению или сдвигу слоев жидкости; б) способность преодолевать внутреннее трение жидкости; в) способность преодолевать силу трения жидкости между твердыми стенками; г) способность перетекать по поверхности за минимальное время.
21. Текучестью жидкости называется
- а) величина прямо пропорциональная динамическому коэффициенту вязкости; б) величина обратная динамическому коэффициенту вязкости; в) величина обратно пропорциональная кинематическому коэффициенту вязкости; г) величина пропорциональная градусам Энглера.
22. Вязкость жидкости не характеризуется
- а) кинематическим коэффициентом вязкости; б) динамическим коэффициентом вязкости; в) градусами Энглера; г) статическим коэффициентом вязкости.
22. Кинематический коэффициент вязкости обозначается греческой буквой
- а) ν ; б) μ ; в) η ; г) τ .
23. Динамический коэффициент вязкости обозначается греческой буквой
- а) ν ; б) μ ; в) η ; г) τ .
24. В вискозиметре Энглера объем испытуемой жидкости, истекающего через капилляр равен
- а) 300 см³; б) 200 см³; в) 200 м³; г) 200 мм³.
25. Вязкость жидкости при увеличении температуры
- а) увеличивается; б) уменьшается; в) остается неизменной; г) сначала уменьшается, а затем остается постоянной.
26. Вязкость газа при увеличении температуры
- а) увеличивается; б) уменьшается; в) остается неизменной; г) сначала уменьшается, а затем остается постоянной.
27. Выделение воздуха из рабочей жидкости называется
- а) парообразованием; б) газообразованием; в) пенообразованием; г) газовыделением.
28. При окислении жидкостей не происходит
- а) выпадение смол; б) увеличение вязкости; в) изменения цвета жидкости; г) выпадение шлаков.
29. Интенсивность испарения жидкости не зависит от

а) от давления; б) от ветра; в) от температуры; г) от объема жидкости.

30. Закон Генри, характеризующий объем растворенного газа в жидкости записывается в виде

$$\text{а) } \beta_t = -\frac{1}{V} \frac{dV}{dt}; \quad \text{б) } \beta_t = \frac{1}{V} \frac{dt}{dV};$$

$$\text{в) } \beta_t = \frac{1}{V} \frac{dV}{dt}; \quad \text{г) } \beta_t = \frac{1}{t} \frac{dV}{dt}.$$

Тестирование 2

1. Площадь поперечного сечения потока, перпендикулярная направлению движения называется

а) открытым сечением; б) живым сечением; в) полным сечением; г) площадь расхода.

2. Часть периметра живого сечения, ограниченная твердыми стенками, называется

а) мокрый периметр; б) периметр контакта; в) смоченный периметр;

г) гидравлический периметр.

3. Объем жидкости, протекающий за единицу времени через живое сечение называется

а) расход потока; б) объемный поток; в) скорость потока; г) скорость расхода.

4. Отношение расхода жидкости к площади живого сечения называется

а) средний расход потока жидкости; б) средняя скорость потока;

в) максимальная скорость потока; г) минимальный расход потока.

5. Отношение живого сечения к смоченному периметру называется

а) гидравлическая скорость потока; б) гидродинамический расход потока;

в) расход потока; г) гидравлический радиус потока.

6. Если при движении жидкости в данной точке русла давление и скорость не изменяются, то такое движение называется

а) установившемся; б) неуставившемся; в) турбулентным установившимся; г) ламинарным неуставившемся.

7. Движение, при котором скорость и давление изменяются не только от координат пространства, но и от времени называется

а) ламинарным; б) стационарным; в) неуставившимся; г) турбулентным.

8. При неуставившемся движении, кривая, в каждой точке которой вектора скорости в данный момент времени направлены по касательной называется

а) траектория тока; б) трубка тока; в) струйка тока; г) линия тока.

9. Трубчатая поверхность, образуемая линиями тока с бесконечно малым поперечным сечением, называется

а) трубка тока; б) трубка потока; в) линия тока; г) элементарная струйка.

10. Элементарная струйка – это

а) трубка потока, окруженная линиями тока; б) часть потока, заключенная внутри трубки тока; в) объем потока, движущийся вдоль линии тока;

г) неразрывный поток с произвольной траекторией.

11. Течение жидкости со свободной поверхностью называется

а) установившееся; б) напорное; в) безнапорное; г) свободное.

12. Течение жидкости без свободной поверхности в трубопроводах с повышенным или пониженным давлением называется

а) безнапорное; б) напорное; в) неуставившееся; г) несвободное (закрытое).

13. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости имеет вид

$$a); z_1 + \frac{P_1}{2g} + \frac{v_1^2}{\rho g} = z_2 + \frac{P_2}{2g} + \frac{v_2^2}{\rho g}$$

$$б) z_1 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + \sum h;$$

$$в) z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g};$$

$$г) z_1 + \frac{v_1}{\rho g} + \alpha_1 \frac{P_1^2}{2g} = z_2 + \frac{v_2}{\rho g} + \alpha_2 \frac{P_2^2}{2g}.$$

14. На каком рисунке трубка Пито установлена правильно



а)



б)



в)



г)

15. Уравнение Бернулли для реальной жидкости имеет вид

$$a) z_1 + \alpha_1 \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \alpha_2 \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} - \sum h;$$

$$б) z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + \sum h;$$

$$в) z_1 + \frac{P_1}{2g} + \alpha_1 \frac{v_1^2}{\rho g} = z_2 + \frac{P_2}{2g} + \alpha_2 \frac{v_2^2}{\rho g} + \sum h;$$

$$г) z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \alpha_1 \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \alpha_2 \frac{v_2^2}{2g} + \sum h.$$

16. Член уравнения Бернулли, обозначаемый буквой z , называется

- а) геометрической высотой; б) пьезометрической высотой; в) скоростной высотой; г) потерянной высотой.

17. Член уравнения Бернулли, обозначаемый выражением $\rho v^2/2$, называется

- а) скоростной высотой; б) геометрической высотой; в) пьезометрической высотой; г) потерянной высотой.

18. Член уравнения Бернулли, обозначаемый выражением $P/(\rho g)$, называется

- а) пьезометрической высотой; б) скоростной высотой; в) геометрической высотой; г) такого члена не существует.

19. Уравнение Бернулли для двух различных сечений потока дает взаимосвязь между

- а) давлением, расходом и скоростью; б) скоростью, давлением и коэффициентом Кориолиса; в) давлением, скоростью и геометрической высотой; г) геометрической высотой, скоростью, расходом.

20. Коэффициент Кориолиса в уравнении Бернулли характеризует

а) режим течения жидкости; б) степень гидравлического сопротивления трубопровода; в) изменение скоростного напора; г) степень уменьшения уровня полной энергии.

21. Показание уровня жидкости в трубке Пито отражает

а) разность между уровнем полной и пьезометрической энергией; б) изменение пьезометрической энергии; в) скоростную энергию; г) уровень полной энергии.

22. Линейные потери вызваны

а) силой трения между слоями жидкости; б) местными сопротивлениями; в) длиной трубопровода; г) вязкостью жидкости.

23. Местные потери энергии вызваны

а) наличием линейных сопротивлений; б) наличием местных сопротивлений; в) массой движущейся жидкости; г) инерцией, движущейся жидкости.

24. На участке трубопровода между двумя его сечениями, для которых записано уравнение Бернулли можно установить следующие гидроэлементы

а) фильтр, отвод, гидромотор, диффузор; б) кран, конфузор, дроссель, насос; в) фильтр, кран, диффузор, колено; г) гидроцилиндр, дроссель, клапан, сопло.

25. Укажите правильную запись

а) $h_{\text{лин}} = h_{\text{пот}} + h_{\text{мест}}$;

б) $h_{\text{мест}} = h_{\text{лин}} + h_{\text{пот}}$;

в) $h_{\text{пот}} = h_{\text{лин}} - h_{\text{мест}}$;

г) $h_{\text{лин}} = h_{\text{пот}} - h_{\text{мест}}$.

26. Для измерения скорости потока используется

а) трубка Пито; б) пьезометр; в) вискозиметр; г) трубка Вентури.

7.3 Примеры используемых оценочных средств для промежуточной аттестации (Экзамен)

Вопросы к экзамену

1. Объясните принцип измерения давления или разницы давлений с помощью U - образных манометров.

2. Объясните, как работают гидравлические прессы.

3. Опишите основное уравнение гидростатики.

4. Дать качественное описание ламинарному, переходному и турбулентному режимам течения.

5. Может ли линия тока совпадать с траекторией движения жидкой частицы при турбулентном режиме течения?

6. Объясните, почему ламинарный режим течения не может переходить в турбулентный, минуя переходный.

7. Поперечное сечение трубы - равносторонний треугольник со стороной а. Вычислите гидравлический диаметр.

8. По адиабатической трубе течет поток вязкой жидкости. Изобразите график зависимости числа Рейнольдса от длины трубы.

9. Поток течет вдоль расширяющейся трубы. Что происходит с числом Рейнольдса - оно увеличивается или уменьшается?

10. Предложите способы искусственной ламинизации турбулентного потока.

11. Какими способами можно турбулизировать ламинарный поток?

12. Какой поток более выгоден с точки зрения минимальных сил трения — ламинарный или турбулентный?

13. Поясните сущность гипотезы прилипания жидкости.

14. Возможно ли вихревое течение идеальной жидкости?

15. Сформулируйте понятие идеальной жидкости. Применимы ли к потоку идеальной жидкости такие понятия, как ламинарный, турбулентный, неустановившийся, равномерный, однородный, вихревой, безнапорный, стационарный?

16. Гидростатическое давление и его свойства. Основной закон и уравнение гидростатики.
17. Гидростатическое давление жидкости на плоские и криволинейные поверхности.
18. Уравнения Л.Эйлера для плавно изменяющегося движения.
19. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости. Физический смысл слагаемых.
20. Уравнение Бернулли для движения потока вязкой жидкости.
21. Поверхности равного давления и их свойства. Дифференциальное уравнение поверхности уровня.
22. Основное уравнение равномерного движения жидкости.
23. Режимы движения жидкости. Критическое число Рейнольдса.
24. Ламинарное течение в трубе. Распределение скоростей. Максимальная и средняя скорость.
25. Турбулентное течение. Распределение осредненных скоростей в турбулентном потоке.
26. Закономерности сопротивления трубопроводов при турбулентном движении.
27. Местные сопротивления. Потери напора в местных сопротивлениях. Взаимное влияние местных сопротивлений.
28. Уравнение неустановившегося движения для элементарной струйки жидкости.
29. Уравнение неустановившегося течения в круглой цилиндрической трубе.
30. Гидравлический расчет трубопроводов.
31. Гидравлический расчет последовательного соединения трубопроводов.
32. Гидравлический расчет параллельного соединения трубопроводов.
33. Истечение жидкости через малое отверстие в тонкой стенке при постоянном напоре.
34. Особенности течения и расход через большое отверстие.
35. Моделирование гидравлических явлений. Критерии подобия.
36. Процессы переноса в турбулентном потоке. Молекулярная и турбулентная диффузия.
37. Общие положения теории фильтрации. Закон Дарси.
38. Принцип действия и область применения пьезометра, вакуумметра, ма-нометра, барометра.
39. Основное уравнение гидростатики и область его применения.
40. Определение скорости потока жидкости расчётным методом.
41. Последовательное и параллельное соединение насосов.
42. Законы гидравлики, применяемые в расчетах гидравлических прессов.
43. Уравнение расхода жидкости (сплошности потока) и применение его при расчётах диаметров трубопроводов и воздухопроводов.
44. Зависимость потерь напора в трубопроводах и воздухопроводах от режима движения рабочей жидкости.
45. Аэродинамическая характеристика вентилятора.
46. Основные расчетные формулы для гидравлического расчета трубопроводов. Типы задач при расчете простого трубопровода.
47. Компрессоры. Принцип действия. Основные характеристики. Область применения.
48. Физические свойства жидкости.
49. Давление в жидкости: абсолютное, избыточное, вакуумметрическое. Единицы измерения.
50. Гидростатическое давление.
51. Основное уравнение гидростатики.
52. Гидростатический парадокс.
53. Приборы для измерения давления

54. Законы Архимеда и Паскаля.
55. Гидродинамический напор.
56. Разность напоров и потери напора.
57. Режимы движения жидкости.
58. От каких факторов зависит режим движения жидкости?
59. В каком соотношении находится критическое число Рейнольдса, вычисленное по диаметру трубы, и критическое число Рейнольдса, вычисленное по гидравлическому радиусу?
60. Расчёт напорных потоков.
61. Как зависит сопротивление трубопровода по длине от скорости движения?
62. Назовите примеры местных сопротивлений. Потери напора при внезапном расширении и сужении потока жидкости, причины потерь и метод их определения.
63. Что представляет собой гидравлический удар?
64. Гидравлика отверстий и насадков.
65. Как преобразуется энергия при истечении жидкости через отверстие, насадок?
66. Что такое насадки? Назначение и основные типы насадков.
67. Чем отличается явление истечения жидкости через отверстие от явления истечения через насадки?
68. Расчёт безнапорных потоков.
69. Уравнение баланса энергии. Число М.
70. Температура торможения. Основные соотношения для одномерного, установившегося, изоэнтропического течения невязкого газа.
71. Связь между скоростью течения газа и формой его струи.
72. Случаи течения газа в сопле Лавалья.
73. Распространение малых возмущений в движущемся потоке газа.
74. Понятие скачка уплотнения. Основные закономерности для расчёта прямого скачка уплотнения.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

8.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

№ п/п	Автор(ы)	Наименование издания	Вид издания (учебник, УП, МП и др.)	Издательство	Год издания	Адрес сайта ЭБС или электронного ресурса	Количество экземпляров в библиотеке Университета
10.1 Основная литература, в том числе электронные издания							
1.	Кудинов А.А.	Гидрогазодинамика	Учебное пособие	НИЦ инфра -М	2023	https://znanium.com/catalog/document?id=416000	-
2.	П. П. Пивнев, С. П. Тарасов, А. П. Волощенко	Механика сплошных сред. Жидкости и газы	Учебное пособие	Издательство Южного федерального университета	2019	https://znanium.com/catalog/document?id=357398	
3.	Ю. И. Димитриенко	Нелинейная механика сплошной среды	Учебное пособие	ФИЗМАТЛИТ	2009	https://znanium.com/catalog/document?id=253578#bib	
4.	Б. С. Сажин, Л. И. Гудим, В. А. Реутский	Гидромеханические и диффузионные процессы	Учебное пособие	М.: Легпромбытиздат	1988		4
5.	Павловский В. А., Никущенко Д. В.	Вычислительная гидродинамика. Теоретические основы	Учебное пособие для вузов	Санкт-Петербург: Лань	2021	https://e.lanbook.com/book/154392	
6.	В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов [и др.].	Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. В двух книгах.	Учебник для вузов	Санкт-Петербург : Лань	2023	https://e.lanbook.com/book/309377 https://e.lanbook.com/book/309377	
10.2 Дополнительная литература, в том числе электронные издания							
1.	Касаткин А.Г.	Основные процессы и аппараты химической технологии	Учебник	М.: ООО ТИД "Альянс"	2005		102
2.	Носов Г.А., Айнштейн В.Г., Захаров М.К. и др.	Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: в 2-х книгах. Кн.1.	Учебник	Логос-М	2002 2003 2006		7
3.	Гудим Л.И.	Системы аспирации и пневмотранспорта текстильной промышленности и их расчет на ЭВМ	Учебное пособие	МГТУ им. А.Н. Косыгина	2005		5
4.	Волков К.Н., Емельянов В.Н.	Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа	Учебное пособие	Издательство "Физматлит"	2012	https://e.lanbook.com/book/59637	
5.	А. Н. Крайко [и др.]; под общей редакцией А. Н. Крайко	Механика жидкости и газа. Избранное	Сборник	Издательство "Физматлит"	2003	https://e.lanbook.com/book/48228	

8.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, электронных образовательных ресурсов локальных сетей РГУ им. А.Н. Косыгина, необходимых для освоения дисциплины

№ пп	Электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы
1.	«Znanium.com» научно-издательского центра «Инфра-М» http://znanium.com/
2.	Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/
3.	«ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru
4.	О предоставлении доступа к информационно-аналитической системе SCIENCE INDEX (включенного в научный информационный ресурс elibrary.ru) https://www.elibrary.ru/
5.	ЭБС «Лань» http://www.e.lanbook.com/
6.	ООО «Национальная электронная библиотека» (НЭБ) http://нэб.рф/ Договор № 101/НЭБ/0486 – пот 21.09.2018 г.
7.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU http://www.elibrary.ru/ Лицензионное соглашение № 8076 от 20.02.2013 г.
8.	НЭИКОН http://www.neicon.ru/ Соглашение №ДС-884-2013 от 18.10.2013г
	Профессиональные базы данных, информационные справочные системы
1.	«Polpred.com Обзор СМИ» http://www.polpred.com Соглашение № 2014 от 29.10.2016 г.
2.	Scopus http://www.Scopus.com/ Сублицензионный Договор № Scopus /917 от 09.01.2018 г.
3.	«SpringerNature» http://www.springernature.com/gp/librarians Платформа Springer Link: https://rd.springer.com/ Платформа Nature: https://www.nature.com/ Базаданных Springer Materials: http://materials.springer.com/ Базаданных Springer Protocols: http://www.springerprotocols.com/ База данных zbMath: https://zbmath.org/ База данных Nano: http://nano.nature.com/ Сублицензионный договор № Springer/41 от 25 декабря 2017 г.
4.	http://arxiv.org — база данных полнотекстовых электронных публикаций научных статей по физике, математике, информатике
5.	http://www.garant.ru/ - Справочно-правовая система (СПС) «Гарант», комплексная правовая поддержка пользователей по законодательству Российской Федерации
6.	http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat.ru/statistics/databases/ -базы данных на Едином Интернет-портале Росстата

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины при обучении с использованием традиционных технологий обучения.

Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.	Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.
119071, г. Москва, Донская улица, дом 39, строение 4	
аудитории для проведения занятий лекционного типа	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – ноутбук; – проектор, – экран, – маркерная доска
аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – ноутбук, – проектор, – маркерная доска, – наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины.
аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: - экран переносной ClassicSolutionLibra 180x180, - проектор BenQMX511 9H.J3R77.33 Оборудования (стенды) для проведения лабораторных работ
аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: - экран переносной ClassicSolutionLibra 180x180, - проектор BenQMX511 9H.J3R77.33 Оборудования (стенды) для проведения лабораторных работ
аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций	компьютерная техника (15 компьютеров Aquarius) ; подключение к сети «Интернет»
Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект учебной мебели, маркерная доска, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: экран, проектор, колонки.
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся
119071, г. Москва, Малый Калужский переулок, дом 2, строение 6	
читальный зал библиотеки:	– компьютерная техника; подключение к сети «Интернет»

1.1. Перечень программного обеспечения

№п/п	Программное обеспечение	Реквизиты подтверждающего документа/Свободно распространяемое
1.	Windows 10 Pro, MS Office 2019	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
2.	PrototypingSketchUp: 3D modeling for everyone	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
3.	V-Ray для 3Ds Max	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
4.	NeuroSolutions	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
5.	Wolfram Mathematica	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
6.	Microsoft Visual Studio	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
7.	CorelDRAW Graphics Suite 2018	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
8.	Mathcad	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
9.	Matlab+Simulink	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019.
10.	Adobe Creative Cloud 2018 all Apps (Photoshop, Lightroom, Illustrator, InDesign, XD, Premiere Pro, Acrobat Pro, Lightroom Classic, Bridge, Spark, Media Encoder, InCopy, Story Plus, Muse и др.)	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
11.	SolidWorks	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
12.	Rhinoceros	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
13.	Simplify 3D	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
14.	FontLab VI Academic	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
15.	Pinnacle Studio 18 Ultimate	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
16.	КОМПАС-3d-V 18	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
17.	Project Expert 7 Standart	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
18.	Альт-Финансы	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
19.	Альт-Инвест	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
20.	Программа для подготовки тестов Indigo	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
21.	Диалог NIBELUNG	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
22.	Windows 10 Pro, MS Office 2019	контракт 85-ЭА-44-20 от 28.12.2020
23.	Adobe Creative Cloud for enterprise All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Enterprise Licensing Subscription New	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
24.	Mathcad Education - University Edition Subscription	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
25.	CorelDRAW Graphics Suite 2021 Education License (Windows)	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
26.	Mathematica Standard Bundled List Price with Service	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
27.	Network Server Standard Bundled List Price with Service	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
28.	Office Pro Plus 2021 Russian OLV NL Acad AP LTSC	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
29.	Microsoft Windows 11 Pro	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
30.	LibreOffice GNU Lesser General Public License	Свободно распространяемое
31.	ScilabCeCILL (свободная, совместимая с GNU GPL v2)	Свободно распространяемое
32.	Linux Ubuntu GNU GPL	Свободно распространяемое
33.	FDS-SMV free and open-source software	Свободно распространяемое
34.	AnyLogic Personal Learning Edition	Свободно распространяемое
35.	Helix-OS GNU General Public License	Свободно распространяемое
36.	OpenFoam v.4.0 GNU General Public License	Свободно распространяемое
37.	DraftSight 2018 SP3 Автономная бесплатная лицензия	Свободно распространяемое
38.	GNU Octave GNU General Public License	Свободно распространяемое