Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 29.05.2025 15:15:47
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет урбанистики и городского хозяйства

УТВЕРЖДЕНО
Декан Факультета урбанистики и
городского хозяйства
_____ К.И. Лушин
27 февраля 2025 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.1.18 Гидромеханика

Направление подготовки:
21.05.04 Горное дело

Специальность
Шахтное и подземное строительство

Квалификация
Горный инженер (Специалист)

Форма обучения:
Заочная

МОСКВА 2025

Разработчик(и):

Доцент _____ / Кузина А.В. /
И.О. Фамилия

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Промышленное, гражданское и подземное строительство», к.т.н., доцент _____ / И.С. Пуляев /
И.О. Фамилия

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине…….4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы……..5
3. Структура и содержание дисциплины……..5
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость……..6
3.2 Тематический план изучения дисциплины……...6
3.3 Содержание дисциплины……7
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий…….8
3.5 Тематика курсовых проектор (курсовых работ)……...8
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение…….8
4.1 Основная литература……8
5. Материально-техническое обеспечение……9
6. Методические рекомендации……10
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения…….……11
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины……11
7. Фонд оценочных средств……...……11
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения……...……11
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения……...……..12
7.3 Оценочные средства……...……..13

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины ***«Гидромеханикаика»*** являются:

- изучение основных закономерностей движения жидкостей и основ статического и динамического взаимодействия этих жидкостей с твердыми поверхностями, в том числе в поровом пространстве горных пород;
- формирование у студентов навыков решения базовых задач гидростатики и динамики реальных (вязких) жидкостей; навыков расчета простых и сложных гидравлических сетей и фильтрационных задач, встречающихся в горном деле;
- обеспечение студентов комплексом знаний, необходимых для усвоения разделов специальных дисциплин горного профиля, в которых изучаются соответствующие гидромеханические процессы горного производства, технические средства их реализации, методы управления ими и повышения их энергоэффективности и экологичности.

Задачи дисциплины должны отражать теоретическую и практическую компоненты профессиональной деятельности и соответствовать планируемым результатам обучения.
Планируемые результаты обучения должны быть соотнесены с установленными в ОПОП ВО индикаторами достижения компетенций.
Обучение по дисциплине «Гидромеханика» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2. Способен применять навыки анализа горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов	ИОПК2.1. обобщать и анализировать информацию, ставить цели и выбирать пути их достижения ИОПК 2.2. с естественнонаучных позиций оценивать необходимую исходную информацию при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр
ОПК-4. Способен с естественнонаучных позиций оценивать строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр	ИОПК 4.1. использовать законы и методы точных и естественных при геолого-промышленной оценке месторождений твердых полезных ископаемых. ИОПК20.2 владеть методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами рабочих тел, в том числе горных пород и грунтов, и окружающей среды при добыче и переработки полезных

	ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений
ОПК-20. Способен участвовать в разработке и реализации образовательных программ в сфере своей профессиональной деятельности, используя специальные научные знания	ИОПК 20.1 логически последовательно, аргументировано и ясно излагать результаты учебной деятельности. ИОПК 20.2 к разработке проектных инновационных решений по эксплуатационной разведке, добыче, переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов

2. Место дисциплины в структуре ООП специалитета

Дисциплина «**Гидромеханика»** входит в базовую (общепрофессиональную) часть профессионального цикла дисциплин (С.3.1.).

2.1. ***Перечень разделов дисциплин, усвоение которых необходимо для изучения гидромеханики:***

Математика: дифференциальное и интегральное исчисление, дифференциальные уравнения, уравнения математической физики**.**

Физика**:** работа и энергия, законы сохранения, элементарная кинетическая теория газов, термодинамические функции состояния, гидростатика, основы динамики жидкостей.

Информатика**:** простейшие навыки работы на компьютере и в сети Интернет, умение использовать прикладное программное обеспечение, математические пакеты типа ***Mathcad, Mathematica, MathLab***.

2.2. ***Минимальные требования к «входным» знаниям, необходимым для успешного усвоении данной дисциплины:***

Удовлетворительное усвоение программ по указанных выше разделам математики, физики и информатики, владение персональным компьютером на уровне уверенного пользователя.

2.3. ***Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее***:

«Физико-химическая геотехнология», «Горнопромышленная экология», «Физика горных пород», «Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело», «Аэрология горных предприятий».

.2. В результате освоения дисциплины обучающийся должен

знать:

- методы решения базовых задач гидростатики
- методы решения типовых задач динамики реальных жидкостей;
- методы расчета простых и сложных гидравлических сетей;
- основы расчета простейших фильтрационных задач, встречающихся в горном деле;

уметь:

- решать прямую и обратную задачи гидравлики;
- рассчитывать характеристики процессов истечения жидкостей из отверстий и насадок;
- рассчитывать гидромеханические параметры разветвленных гидравлических сетей;

владеть:

- терминологией в области гидромеханики и теории фильтрации;
- математическим аппаратом, обеспечивающим возможность анализа и описания гидромеханических процессов;
- навыками работы с необходимой справочной литературой и современными вычислительными средствами для решения практических задач в области гидромеханических процессов горного производства;
- современными приемами решения практических задач гидромеханики.

3. Структура и содержание дисциплины

Виды учебной работы и трудоемкость

Общая трудоемкость дисциплины составляет ***3***зачетных единицы, ***108*** часа.

Виды учебной работы	Всего часов	Семестр
Общая трудоемкость дисциплины	108	6
Аудиторные занятия:	54	6
лекции (Лек)	18	6
практические занятия (ПЗ)	36	6
консультации (Кон)	3	6
Самостоятельная работа:	54	6
Контрольные работы (КР)	24	
реферат	10	6
самостоятельное изучение заданных тем дисциплины	10	6
подготовка к контрольным занятиям, экзамену	10	6
Вид итогового контроля	-	зачет

3.2. **Тематический план изучения дисциплины**

(по формам обучения)

№ № П/П	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Лек	Кон	ПЗ	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)
1	2	3				9
1.	**Введение**. Предмет гидромеханики. Цели и задачи дисциплины. История гидромеханики. Значение гидромеханики для горного производства, ее взаимосвязь с другими дисциплинами. Теоретическая и прикладная гидромеханика. Гипотеза сплошной среды.	1	2	-	-	-
2.	**Основные свойства жидкостей.** Плотность. Сжимаемость и модуль упругости. Температурный коэффициент объемного расширения. Вязкость кинематическая и динамическая, закон вязкого трения Ньютона. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Растворение газов. Кипение. Кавитация. Поверхностное натяжение. Смачивание твердых поверхностей. Капиллярные явления.	2	2	1	2	-
3.	**Основы гидростатики.** Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости и их интегралы. Геометрическая интерпретация основного уравнения гидростатики. Определение давления жидкости при относительном равновесии. Равновесие тяжелого газа (барометрические формулы). Давление жидкости на плоские и криволинейные поверхности. Закон Архимеда, условия плавания тел	3-5	6	1	6	КР № 1
4.	**Основы кинематики жидкости и газа.** Описание движения жидкости по Лагранжу и Эйлеру. Основные понятия теории поля и векторного анализа, используемые в гидромеханике. Характеристики потоков.	6	2	-	2	-
5.	**Уравнения движения идеальной жидкости.** Уравнение неразрывности – закон сохранения массы.	7-8	4	1	4	КР № 2

	Уравнение движения в напряжениях – закон сохранения импульса. Интегралы Коши-Лагранжа и Бернулли. Частные случаи применения интеграла Бернулли.					
6.	**Уравнения движения реальной (вязкой) жидкости.** Анализ уравнений движения реальной жидкости в напряжениях. Уравнения Навье-Стокса. Интеграл Бернулли для вязкой жидкости при установившемся движении.	9	2	1	4	
7.	**Основы прикладной гидромеханики.** Распределение напряжений и скоростей по живому сечению потока. Потери напора по длине потока. Формула Дарси-Вейсбаха. Коэффициент гидравлического сопротивления и его расчет. Потери напора в местных сопротивлениях. Виды местных сопротивлений и принципы расчета коэффициента местных потерь. Понятие об эквивалентных длинах участков гидравлической сети. Расчет потерь в сложных гидравлических системах (параллельное и последовательное соединение участков сети). Прямая и обратная задачи гидравлики.	10-12	6	1	6	КР № 3
8.	**Истечение жидкостей из отверстий и насадков.** Истечение жидкостей при постоянном напоре. Истечение жидкостей при переменном напоре. Коэффициенты сжатия струи, скорости и расхода. Истечение из затопленного отверстия.	13	2	1	2	
9.	**Основы теории размерностей.** Основы моделирования. Принципы геометрического и физического подобия явлений. Основные критерии подобия. Принципы анализа размерностей. Пи-теорема. Пример вывода некоторых формул гидравлики с помощью анализа размерностей.	14-15	4	1	4	-
10.	**Основы теории фильтрации**. Основные уравнения динамики подземных вод. Законы фильтрации, коэффициенты фильтрации, водонасыщенность и водоотдача, уравнение Дарси. Фильтрация в пласте в напорном и безнапорном случае.	16-17	4	1	4	-

	Водоприток к совершенным и несовершенным скважинам, депрессионные кривые, радиус влияния скважины.					
	Всего (119)		**34**	**8**	**34**	**-**

3.3. Содержание дисциплины

Введение. Предмет гидромеханики. Цели и задачи дисциплины. История гидромеханики. Значение гидромеханики для горного производства, ее взаимосвязь с другими дисциплинами. Теоретическая и прикладная гидромеханика. Гипотеза сплошной среды.

Тема 1.Основные свойства жидкостей. Плотность. Сжимаемость и модуль упругости. Температурный коэффициент объемного расширения. Вязкость кинематическая и динамическая, закон вязкого трения Ньютона. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Растворение газов. Кипение. Кавитация. Поверхностное натяжение. Смачивание твердых поверхностей. Капиллярные явления.

Тема 3. **Основы гидростатики.** Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости и их интегралы. Геометрическая интерпретация основного уравнения гидростатики. Определение давления жидкости при относительном равновесии. Равновесие тяжелого газа (барометрические формулы). Давление жидкости на плоские и криволинейные поверхности. Закон Архимеда, условия плавания тел.

Тема 4 **Основы кинематики жидкости и газа.** Описание движения жидкости по Лагранжу и Эйлеру. Основные понятия теории поля и векторного анализа, используемые в гидромеханике. Характеристики потоков.

Тема 5**Уравнения движения идеальной жидкости.** Уравнение неразрывности – закон сохранения массы. Уравнение движения в напряжениях – закон сохранения импульса. Интегралы Коши-Лагранжа и Бернулли. Частные случаи применения интеграла Бернулли.

Тема 6 **Уравнения движения реальной (вязкой) жидкости.** Анализ уравнений движения реальной жидкости в напряжениях. Уравнения Навье-Стокса. Интеграл Бернулли для вязкой жидкости при установившемся движении.

Тема 7**Основы прикладной гидромеханики.** Распределение напряжений и скоростей по живому сечению потока. Потери напора по длине потока. Формула Дарси-Вейсбаха. Коэффициент гидравлического сопротивления и его расчет. Потери напора в местных сопротивлениях. Виды местных сопротивлений и принципы расчета коэффициента местных потерь. Понятие об эквивалентных длинах участков гидравличе-

ской сети. Расчет потерь в сложных гидравлических системах (параллельное и последовательное соединение участков сети). Прямая и обратная задачи гидравлики

Тема 8 **Истечение жидкостей из отверстий и насадков.** Истечение жидкостей при постоянном напоре. Истечение жидкостей при переменном напоре. Коэффициенты сжатия струи, скорости и расхода. Истечение из затопленного отверстия..

Тема 9 **Основы теории размерностей.** Основы моделирования. Принципы геометрического и физического подобия явлений. Основные критерии подобия. Принципы анализа размерностей. Пи-теорема. Пример вывода некоторых формул гидравлики с помощью анализа размерностей.

Тема 10 **Основы теории фильтрации**. Основные уравнения динамики подземных вод. Законы фильтрации, коэффициенты фильтрации, водонасыщенность и водоотдача, уравнение Дарси. Фильтрация в пласте в напорном и безнапорном случае. Водоприток к совершенным и несовершенным скважинам, депрессионные кривые, радиус влияния скважины.

Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Указываются темы занятий.

Практические занятия полностью обеспечены учебно–методическими пособиями (бумажная и электронная формы), содержащими краткие теоретические сведения, типовые задачи, описания лабораторных работ и порядок их выполнения, контрольные упражнения, вопросы, задания и задачи.

1. Основные свойства жидкостей.
2. Расчет давления в покоящейся жидкости. Дифференциальный манометр.
3. Расчет устойчивости плоских стенок
4. Расчет давления на криволинейные поверхности
5. Трубка Пито. Расходомер Вентури. Водоструйный насос.
6. Прямая задача гидравлики.
7. Обратная задача гидравлики.
8. Истечение жидкости из отверстий и насадок.

Вывод уравнений движения на основе анализа размерностей

3.4.2. Лабораторные занятия не предусмотрены

4.Учебно-методическое и информационное обеспечение

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Термодинамика»

4.1. Основная литература

4.1.1 Винников В.А., Каркашадзе Г.Г. Гидромеханика: Учебник для вузов. – М.: изд-во МГГУ, 2003 – 302 с.

4.1.2. Шведов И.М. Сборник задач и упражнений по гидромеханике для практических занятий и самостоятельной работы; Учебное пособие. Часть 1. Физические свойства жидкостей, гидростатическое давление при относительном равновесии. – М.: изд-во МГГУ, 2008. – 138 с.

4.1.3. Шведов И.М. Сборник задач и упражнений по гидромеханике для практических занятий и самостоятельной работы; Учебное пособие. Часть 2. Давление жидкости на плоские и криволинейные поверхности. – М.: изд-во МГГУ, 2008. – 102 с.

4.1.4. Штеренлихт Д.В. Гидравлика: Учебник. М.: КолосС, 2004. – 656 с.

4.1.5. Винников В.А., Каркашадзе Г.Г. Методы решения задач фильтрации жидкости и газа в массивах горных пород. М.: МГИ, 1993. – 128 с.

4.2. Дополнительная литература

4.2.1. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. М.: Дрофа, 2003. – 840 с.

4.2.2. Чугаев Р.Р. Гидравлика (Техническая механика жидкости). – Л., Энергоиздат, 1982. – 672 с.

4.2.3. Яблонский В.С., Исаев И.А. Сборник задач и упражнений по технической гидромеханике. – М.: ГИФМЛ, 1963. – 200 с.

4.2.4. Полубаринова-Кочина П.Я. Теория движения грунтовых вод. М.: Наука, 1977.– 664 с.

4.2.5. Повх И.Л. Техническая гидромеханика. – Л.: Машиностроение, 1976. – 504 с.

48.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

4.3.1. http://window.edu.ru/window/library/pdf2txt?p_id=34106 (Учебное пособие по решению задач);

43.2. http://www.woozmaster.ru/download-files/20110124202932 (Лекции по гидромеханике)

4.3.3. http://www.knigka.info/2009/12/04/podborka-knig-po-gidromekhanike.html / (Подборка современных книг по гидромеханике);

4.3.4. http://theorphysics.info/load/23 (Подборка классических трудов по гидромеханике).

4.4. Периодические издания:

Журналы: «Горный журнал», Известия вузов «Горный журнал», «Физико-техничес-кие проблемы разработки полезных ископаемых», «Уголь», «Горный информационно-
-аналитический бюллетень», «Горный вестник», «Инженерно-физический журнал», «Теплоэнергетика», «Физика горения и взрыва», «Энергосбережение», «Энергия», «Альтернативная энергетика», Известия вузов «Проблемы энергетики».

5. Образовательные технологии

Организация занятий по дисциплине «***Гидромеханика***» возможна как **по обычной технологии** по видам работ (лекции, практические занятия, текущий контроль) по расписанию, так и **по технологии индивидуального обучения** (по индивидуальному учебному графику) с помощью учебных, методических и контролирующих пособий на электронных носителях.

При изложении теоретического материала возможно использование мультимедийного иллюстративного материала, при проведении практических занятий мультимедийные многовариантные упражнения и задания.

Следует обратить внимание преподавателей на опасность сведения основной части работ на практических занятий к составлению студентами соответствующих вычислительных программ или к проведению самих расчетов на ЭВМ. Основное внимание должно быть обращено на физическую сущность рассматриваемых гидромеханических процессов и изучаемых параметров.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

При освоении дисциплины предусмотрены следующие виды ***самостоятельной работы:***

- выполнение расчётно-графических работ с последующей защитой результатов;
- изучение отдельных тем дисциплины самостоятельно с проверкой полученных знаний на коллоквиумах;
- подготовка к учебным занятиям, контрольным работам и экзамену;

- работа в библиотеке или Интернете при работе над рефератами;
- работа в компьютерном классе при выполнении и оформлении отчётов о расчётно-графических работах и рефератов.

.

6.2. Примерные темы рефератов

1. Поверхностное натяжение жидкостей, способы его измерения.
2. Гидрофильность и гидрофобность. Природа, свойства, примеры, практическое использование свойств.
3. Свойства воды в тонких поверхностных пленках, капиллярах.
4. Вязкопластичность жидкостей (тиксотропия, тиксолабильность, реология и др.)
5. История гидромеханики.
6. Необычные свойства обычных жидкостей.
7. Изменение свойств жидкостей при электромагнитном воздействии (СВЧ, НЧ и др.)
8. Влияние физических полей на свойства воды (обзор научной литературы).
9. Особенности состояния и свойств воды в мерзлых горных породах.
10. Структурные особенности связанной воды минералов.
11. Аномальные свойства воды.
12. Вода и жизнь. Загадки простой воды.
13. Турбулентные потоки.
14. Кавитация в жидкостях.
15. Гидравлический удар в трубопроводах.
16. Разрушение высоконапорными струями.
17. Способы и перспективы очистки воды.
18. Тяжелая вода и ее свойства.
19. Влияние типов воды на свойства горных пород.
20. Подземные воды. Виды их статического взаимодействия с горными породами.

6.3. Оценочные средства

Текущий контроль по разделам дисциплины проводится посредством выполнения контрольных работ и на коллоквиумах, на которых по усмотрению преподавателя студент в устной или письменной формах отвечает на заданные, соответственно в

устной или письменной форме, вопросы (2…4 вопроса) или участвует в тестировании, в том числе компьютерном (5…6 тестов по пройденному за период с предыдущего коллоквиума материалу).

6.3.1. Примеры тестовых заданий

Физические свойства жидкостей

1. **Какая модель жидкости рассматривается в гидравлике?**

Сплошная среда, обладающая свойством текучести при сохранении объёма и деформируемостью под воздействием приложенных к ней сил.

2. **Чем характеризуется плотность жидкости?**

Массой жидкости в единице объёма.

3. **Какой характер имеет зависимость вязкости жидкости от температуры?**

Уменьшается с ростом температуры.

4. **Зависит ли трение жидкости о стенки трубы от давления?**

Не зависит от давления.

5. **Какой характер имеет зависимость вязкости газа от температуры?**

Увеличивается с ростом температуры.

6. **В каком из известных законов впервые была введена вязкость?**

Закон внутреннего трения Ньютона.

7. **Как зависит трение между слоями ламинарно движущейся жидкости от градиента скорости?**

Возрастает с ростом градиента скорости.

8. **Что характеризует коэффициент поверхностного натяжения, имеющий размерность [Н/м]?**

Работу, которую нужно совершить для увеличения поверхности жидкости на единицу площади.

9. **Укажите жидкость, которая обладает начальным напряжением сдвига:**

Бетонный раствор.

10. **Чем определяется физическая вязкость жидкости?**

Взаимным притяжением молекул.

11. **Что является причиной возникновения поверхностного натяжения жидкостей?**

Взаимное притяжение молекул жидкости.

12. **Какова величина трения между слоями покоящейся воды?**

Нулевая.

13. **Если тело давления, определяющее вертикальную составляющую силы давления на криволинейную поверхность состоит из двух частей: части А, смачивающей криволинейную поверхность, и части В – НЕ смачивающей криволинейную поверхность, то в каком случае вертикальная составляющая силы давления направлена вниз?**

A>B.

14. **Через какую точку проходит сила Архимеда, действующая на погружённое тело?**

Через центр тяжести горизонтальной проекции тела..

15. **В каком из случаев сила Архимеда больше/меньше: если тело цилиндрической формы со всех сторон окружено жидкостью (А) или плотно стоит основанием на дне резервуара (В)?**

Сила Архимеда одинакова.

16. **Что такое ось плавания погруженного тела?**

Вертикаль, проходящая через центр тяжести объёма.

17. **Как направлена суммарная сила действия реального потока на дно канала?**

Вертикально.

18. **Отметьте свойство поверхностей уровня в покоящейся жидкости:**

Поверхности уровня пересекаются между собой

19. **Отметьте свойство, присущее изобарической поверхности уровня:**

Внешняя объёмная сила ортогональна к поверхности уровня.

20. **Для каких жидкостей справедливы дифференциальные уравнения равновесия Л. Эйлера?**

Для идеальных.

21. **Четыре сосуда разной формы (цилиндр, усечённый конус, опрокинутый усечённый конус, сосуд произвольной формы) с одинаковой площадью для заполнения водой на одинаковую высоту. Укажите, в каком из сосудов сила давления на дно наибольшая/наименьшая:**

Силы давления на дно у всех сосудов одинаковые.

Гидростатика

1. **Укажите, как характеризуется избыточное давление?**

Как превышение давления над атмосферным давлением.

2. **Какая точка называется центром давления?**

Точка на твёрдой поверхности, граничащей с жидкостью, через которую проходит равнодействующая сил давления.

3. **Укажите характерную точку, давление в которой определяет величину горизонтальной составляющей силы гидростатического давления, действующего на криволинейную поверхность:**

Центр тяжести площади проекции поверхности на вертикальную плоскость.

4. **Вертикальная составляющая силы гидростатического давления, действующего на криволинейную поверхность направлена вверх…**

… если криволинейная поверхность не смочена со стороны тела давления.

5. **С использованием какой теоремы может быть определено положение центра давления?**

Теорема моментов.

6. **Тело вращения, состоящее из цилиндра и конуса, имеющих общее основание, погружено в жидкость горизонтально. Какая из горизонтальных сил, действующих на тело (со стороны цилиндра или конуса) будет больше?**

Силы равны.

7. **Какова величина абсолютного давления в жидкости по сравнению с атмосферным?**

Может быть больше либо меньше атмосферного, в зависимости от условий покоя или движения.

8. **Как ориентирована сила давления по отношению к элементу криволинейной стенки резервуара?**

По нормали.

9. **На какое расстояние от поверхности жидкости заглублён центр давления жидкости, действующей на плоский вертикальный прямоугольный щит высотой H?**

Центр давления заглублён на 2H/3.

10. **Давление в какой характерной точке вертикальной плоской преграды может быть использовано для определения силы гидростатического давления в форме произведения площади преграды на это давление?**

Давление в центре тяжести преграды.

Относительное равновесие

1. **Какое движение совершает жидкость относительно цилиндра, достаточно долго вращающегося относительно вертикальной оси?**

Находится в покое.

2. **Укажите фактор, от которого зависит высота подъёма жидкости у стенок во вращающемся цилиндре:**

а) от числа оборотов;
б) от радиуса цилиндра;
в) от объёма жидкости в цилиндре;
г) от угловой скорости.

3. **Отметьте характер влияния увеличения радиуса на высоту поднятия жидкости у стенок вращающегося цилиндра:**

Уменьшает.

4. **Отметьте характер влияния увеличения скорости вращения цилиндра на высоту подъёма жидкости у его стенок:**

Увеличивает.

5. **Укажите направление действия давления жидкости на боковую поверхность цилиндра, вращающегося относительно вертикальной оси:**

а) по радиусу;
б) ортогонально к образующей цилиндра;
в) по радиусу ортогонально к образующей цилиндра.

6. **Определите, как изменяется избыточное давление по мере погружения под поверхность жидкости во вращающемся цилиндре:**

Возрастает линейно.

7. **Укажите, как изменяется избыточное давление жидкости с удалением от оси вращения цилиндра в горизонтальной плоскости:**

Никак не изменяется.

Уравнение Бернулли

1. **Механическая энергия, характеризуемая последним слагаемым уравнения Бернулли…**

…превращается в тепловую энергию.

2. **Каким образом выбирается плоскость отсчёта величин, входящих в уравнение Бернулли?**

Горизонтальная плоскость, высотное положение которой по отношению к гидравлической системе известно.

3. **Какую величину характеризует высота столба жидкости в пьезометре, присоединённом к отверстию в стенке трубы?**

Величину избыточного давления в трубопроводе.

4. **Каково поведение пьезометрической линии при движении жидкости в трубопроводе переменного сечения?**

Может иметь участки падающие и восходящие.

5. **Что такое гидравлический уклон?**

Уклон линии энергии.

6. **Какую величину характеризует разность уровней гидродинамической трубки полного напора и пьезометра, установленных в одном и том же сечении трубопровода?**

Скоростной напор.

7. **Каков характер изменения давления при движении жидкости через сужение в трубопроводе?**

В сужении давление уменьшается.

Истечение жидкости из отверстия

1. **Какое отверстие в стенке цилиндрического резервуара считается малым?**

Если диаметр отверстия мал по сравнению с напором.

2. **В каком случае при истечении из отверстия в стенке резервуара, стенка считается тонкой?**

Если толщина стенки меньше 3 диаметров отверстия.

3. **Какие силы вызывают сжатие струи при истечении из отверстия?**

Центробежная сила.

4. **Укажите используемое определение коэффициента сжатия струи, истекающей из отверстия в стенке цилиндрического резервуара:**

Отношение площади сжатого сечения к площади отверстия.

5. **Укажите, какое преобразование энергии происходит при истечении идеальной жидкости из отверстия в стенке резервуара?**

Потенциальная энергия жидкости в резервуаре превращается в кинетическую.

6. **Какое отверстие в стенке цилиндрического резервуара считается большим?**

Если размер отверстия более 0,1 от напора.

7. **Какое давление на поверхности струи?**

Атмосферное.

8. **Какое избыточное статическое давление в теле струи значительного диаметра?**

Нулевое.

9. Чем вызвано избыточное статическое давление в теле струи весьма малого диаметра?

Силами поверхностного натяжения.

10. Что представляет собой инверсия струи при истечении из некруглого отверстия?

Изменение формы поперечного сечения струи.

11. Действием какой силы вызывается инверсия струи, вытекающей из некруглого отверстия?

Силой поверхностного натяжения.

12. Укажите характер распределения скоростей в сжатом сечении струи, вытекающей из малого отверстия:

Скорость постоянна.

13. Укажите характер распределения скоростей в сжатом сечении струи, вытекающей из малого отверстия:

Скорость возрастает по направлению к нижней кромке.

14. Действие какого фактора учитывает коэффициент скорости при истечении из отверстия?

Гидравлическое сопротивление входных кромок отверстия.

15. Укажите фактор, влияющий на коэффициент скорости при истечении из малого отверстия в тонкой стенке цилиндрического резервуара:

а) вязкость жидкости;

б) состояние входной кромки отверстия.

16. Укажите числовое значение коэффициента скорости при истечении из малого отверстия в тонкой стенке:

0,97

17. Укажите числовое значение коэффициента сжатия струи при истечении из малого отверстия в тонкой стенке:

0, 64

18. Укажите фактор, определяющий скорость истечения из малого отверстия под уровень:

Перепад уровней до и после отверстия.

19. Какой фактор влияет на форму траектории струи, вытекающей из малого отверстия в атмосферу?

а) скорость в сжатом сечении;

б) сила тяжести.

20. Какой фактор влияет на дальность отлёта струи, вытекающей в атмосферу из малого отверстия в цилиндрическом резервуаре и падающей на горизонтальную плоскость?

а) вертикальное расстояние от центра отверстия до горизонтальной плоскости;

б) напор под центром отверстия;

в) скорость в сжатом сечении;

г) сила тяжести.

21. Какой фактор влияет на скорость истечения только в случае отверстия в толстой стенке?

а) трение о стенки отверстия;

б) вихреобразование в зоне расширения струи;

в) расширение струи.

22. Укажите определение коэффициента расхода при истечении из отверстия:

Отношение действительного расхода к расходу, найденному без учёта гидравлических потерь.

23. Укажите числовое значение коэффициента расхода при истечении жидкости из малого круглого отверстия в круглой стенке:

0,06

24. Как изменится коэффициент расхода при истечении из отверстия под уровень, по сравнению с истечением в атмосферу?

0

25. Укажите числовое значение коэффициента сопротивления при истечении из малого круглого отверстия с острой кромкой:

0,06

26. Каково отношение коэффициентов расхода большого и малого отверстий в тонкой стенке?

2 к 3

27. Каков характер изменения коэффициента скорости при истечении из отверстия, если коэффициент сопротивления возрастает?

Уменьшается.

28. Укажите, как соотносятся коэффициенты расхода большого и малого отверстий:

Коэффициенты расхода одинаковы.

29. Укажите причину, по которой при увеличении напора расход через большое отверстие возрастает в большей степени по сравнению с отверстием малым:

Сильно возрастает скорость.

30. Укажите характер распределения скоростей по высоте большого отверстия:

Скорость не изменяется по высоте отверстия.

31. Почему сжатие потока не отражено в расходе через большое отверстие?

Сжатие отсутствует.

32. Укажите фактор, влияющий на скорость течения через большое затопленное отверстие:

Заглубление центра отверстия под уровень жидкости перед отверстием.

33. Укажите, как соотносятся уровни жидкости непосредственно за отверстием и на удалении от него при истечении через затопленное отверстие?

Уровни одинаковые.

Истечение жидкости из насадок и коротких трубок

1. Укажите физическую особенность течения через насадок:

а) отсутствует сжатие струи на выходе из насадка;
б) происходит сжатие струи в насадке;
в) возникает трение о стенки насадка;
г) возникает вакуум внутри насадка.

2. Укажите, чему равна минимальная длина насадка:

Трём диаметрам.

3. Укажите числовое значение коэффициента скорости при истечении из насадка:

0,82

4. Укажите причину возрастания коэффициента расхода при истечении через насадок по сравнению с истечением через отверстие:

а) отсутствие сжатие струи в насадке;
б) возникновение вакуума.

5. Укажите числовое значение коэффициента сопротивления внешнего цилиндрического насадка:

0,50

6. Как соотносятся коэффициенты скорости насадка и отверстия при одинаковых числах Рейнольдса?

Коэффициент скорости насадка меньше, чем коэффициент скорости отверстия.

7. Как соотносятся коэффициенты расхода насадка и отверстия при одинаковых числах Рейнольдса?

Коэффициент расхода для насадка больше, чем для отверстия.

8. Как соотносятся коэффициенты сопротивления насадка и отверстия при одинаковых числах Рейнольдса?

Коэффициент сопротивления насадка больше коэффициента сопротивления отверстия.

9. В какую энергию превращается часть механической энергии потока, теряющегося в насадке?

В тепловую энергию.

10. Укажите условие существования вакуума:

Абсолютное давление меньше атмосферного.

11. Укажите количественную характеристику величины вакуума:

Разность между абсолютным и атмосферным давлениями.

12. Укажите, чему равно значение наибольшей величины вакуума:

а) атмосферному давлению;
б) 10 метрам водяного столба.

13. Укажите, чему равен критический напор для внешнего цилиндрического насадка:

13 метрам водяного столба.

14. Как изменяется расход воды через насадок при срыве вакуума?

Уменьшается.

15. Как изменится скорость истечения через насадок при срыве вакуума?

Возрастает.

16. Как изменяется дальность отлёта струи при срыве вакуума?

Возрастает.

17. Как изменяется диаметр струи при срыве вакуума в насадке?

Уменьшается.

18. Как соотносятся между собой потери на трение и местные потери в коротком трубопроводе?

Потери на трение значительно меньше местных потерь.

19. Укажите причину значительного увеличения потерь напора при истечении через насадок по сравнению с отверстием:

Вихреобразование при расширении струи.

Переход от ламинарного течения к турбулентному

1. **В каких условиях переход к турбулентному движению происходит при меньшей скорости?**

Если поток имеет больший поперечный размер.

2. **Для какой жидкости переход к турбулентному движению происходит при большей скорости?**

Если жидкость имеет большую вязкость.

3. **Каково значение критического числа Рейнольдса, определяющего переход от ламинарного течения к турбулентному в круглых трубах?**

2320

4. **Как влияет на потери напора переход от ламинарного течения к турбулентному?**

Оказывает различное по характеру влияние в зависимости от конкретных условий.

5. **Обратный переход от турбулентного течения к турбулентному…**

… происходит при меньшем критическом числе Рейнольдса

6. **Что является причиной перехода ламинарного течения в турбулентное?**

Неустойчивость трения, приводящая к росту малых возмущений.

7. **Каким образом влияет температура жидкости на скорость перехода от ламинарного течения к турбулентному?**

Скорость, при которой наблюдается переход, уменьшается с ростом температуры.

8. **Как изменится количество движения слоёв вследствие турбулентного обмена, если продольные скорости слоёв одинаковые?**

Количество движения слоёв не изменится.

9. **Какие характерные физические отличия имеет турбулентное течение по сравнению с ламинарным?**

Интенсивное перемешивание между слоями движущейся жидкости.

10. **От чего зависит величина критического числа Рейнольдса, кроме тех параметров, которые в него входят?**

От плавности входа в трубу.

11. **Что приводит к увеличению критического числа Рейнольдса, определяющего переход от ламинарного течения к турбулентному?**

Сужение потока

12. **Если выделить в потоке слой толщиной d в какой части потока дольше сохранится ламинарное движение с увеличением скорости потока?**

В пристенном слое весьма малой толщины.

13. **При постановке лабораторных опытов по наблюдению за переходом ламинарного течения в турбулентное, в поток добавляется струйка краски…**

Со скоростью, равной скорости жидкости в потоке.

14. Как зависит скорость перехода от ламинарного течения к турбулентному в трубе от вязкости?

Уменьшается с ростом вязкости.

15. Как зависит скорость перехода от ламинарного течения к турбулентному в зависимости от диаметра трубы?

Возрастает с ростом диаметра.

16. Укажите, что влияет на величину критического числа Рейнольдса:

а) диаметр трубы;
б) вязкость жидкости;
в) поперечный размер потока.

17. Отметьте, для какой сплошной среды скорость перехода от ламинарного течения к турбулентному выше:

Для воды.

18. Чем физически отличается турбулентное движение от ламинарного?

Меньшей вязкостью.

Местные сопротивления

1. Потери напора в местных сопротивлениях пропорциональны…

… скоростному напору.

2. Коэффициент местного сопротивления зависит от числа Рейнольдса только при…

… малых скоростях движения и малых размерах проходного сечения.

3. Две одинаковые диафрагмы установлены в трубе. Укажите, в каком случае потери напора на двух диафрагмах равны потери напора на одной диафрагме.

Когда расстояние между диафрагмами равно нулю.

4. Для какого из перечисленных местных сопротивлений потери напора установлены аналитическим путём?

Внезапное расширение.

5. Как изменятся потери напора, если местное сопротивление переставить из начала трубы в её конец?

Уменьшатся.

6. В какой зоне потока физически реализуются потери напора в местном сопротивлении?

В зонах деформации потока.

7. От чего зависит длина влияния местного сопротивления, установленного на трубопроводе?

а) от шероховатости стенок трубопровода;
б) от диаметра трубопровода;
в) от местного сопротивления;
г) от коэффициента гидравлического сопротивления трубопровода.

8. Укажите, что является длиной влияния местного сопротивления, установленного в трубопроводе:

а) участок трубопровода, на котором эпюра скорости становится такой же, как перед местным сопротивлением;
б) участок трубопровода, на котором поток трансформируется в равномерный.

9. Как определяются общие потери нескольких местных сопротивлений, установленных на трубопроводе с малым расстоянием друг от друга?

Складываются с учётом степени взаимного влияния.

10. Как определяются общие потери нескольких местных сопротивлений, установленных на трубопроводе с большим расстоянием друг от друга?

Складываются.

11. Что такое эквивалентная длина местного сопротивления?

Длина участка трубопровода, в пределах которой потери напора на трение равны потерям в местном сопротивлении.

12. В какую энергию превращается энергия, потерянная потоком в местном сопротивлении?

В тепловую.

13. **От чего зависит коэффициент местного сопротивления вентиля при данной его конструкции?**

а) от степени открытия;
б) шероховатость трубы**;**
в) радиус поворота.

14. **Укажите фактор, влияющий на коэффициент местного сопротивления при повороте трубы:**

Коэффициент гидравлического сопротивления.

Внезапное расширение

1. **Потери напора при внезапном расширении трубопровода пропорциональны…**

… квадрату потерянной скорости.

2. **Укажите место установки второго контрольного пьезометра для определения потерь напора при внезапном расширении трубопровода:**

В месте полного расширения потока.

3. **Укажите, как изменяется давление в потоке при внезапном расширении трубопровода:**

Возрастает.

4. **Укажите, каким считается избыточное давление в месте расширения трубопровода за пределами транзитного потока:**

Равным давлению до расширению.

5. **Укажите, вследствие чего теряется часть механической энергии водного потока при расширении потока:**

а) на работу против сил давления;
б) на поддержание вращательного движения жидкости за пределами транзитной струи.

6. **Укажите, какое уравнение используется при выводе теоремы Борда:**

а) уравнение Бернулли;
б) уравнение движения.

7. **Укажите, чем определяются потери напора при выходе потока из трубопровода в бесконечно большой резервуар:**

Скоростным напором в трубопроводе.

8. **Укажите причину, по которой силы давления на боковые поверхности потока за расширением не учитываются в уравнении импульсов:**

Силы давления ортогональны к внешней границе потока.

9. **Укажите, на каком основании считается, что силы давления на боковые поверхности потока за расширением ортогональны к внешним границам потока:**

На основании малой величины трения о стенки трубы, возникающей в зоне возвратного движения жидкости.

10. **Укажите, в какой вид энергии превращается потерянная потоком энергия при расширении трубопровода:**

В тепловую энергию.

11. **Укажите, на каком основании гидростатическое распределение давление по высоте поперечного сечения трубопровода не учитывается при определении гидравлических потерь во внезапном расширении:**

Гидростатическое изменение давления незначительно по сравнению с избыточным давлением.

6.3.2. Примерный перечень вопросов и типовых задач, выносимых на экзамен (выдаются в середине семестра)

63.2.1. Примерный перечень вопросов

1. **Объемные и поверхностные силы, действующие на жидкость. Гидростатическое давление, принципы его определения.**
2. **Плотность и сжимаемость жидкостей.**
3. **Основное уравнение гидростатики, условие существования равновесия.**
4. **Коэффициент Кориолиса.**

5. Давление жидкости на плоские поверхности.
6. Температурное расширение и поверхностное натяжение жидкостей.
7. Давление жидкости на криволинейные поверхности.
8. Растворение газов в жидкостях. Кипение. Кавитация.
9. Принципы расчета устойчивости стенок (на опрокидывание, скольжение и др.).
10. Вязкость жидкостей, гипотезы вязкости.
11. Описание движения жидкости по Лагранжу и Эйлеру.
12. Определение гидростатического давления при относительном равновесии
13. Линия тока, трубка тока. Понятие о вихревом движении и вихрях.
14. Интеграл Бернулли для вязкой жидкости.
15. Основные параметры потока жидкости. Ламинарный и турбулентный режимы движения жидкостей.
16. Интеграл Бернулли для идеальной жидкости.
17. Уравнение неразрывности жидкости.
18. Истечение жидкостей через отверстия и насадки при постоянном напоре.
19. Закон сохранения энергии при движении жидкостей.
20. Истечение жидкостей через отверстия и насадки при переменном напоре.
21. Законы сохранения импульса и момента импульса.
22. Принципы расчета потерь напора в местных сопротивлениях.
23. Уравнение Эйлера движения идеальной жидкости. Линии тока.
24. Потери в конфузорах и диффузорах.
25. Потенциальное течение жидкости.
26. Основы равновесия газов (понятие о функции давления, барометрические формулы).
27. Дифференциальное уравнение Навье-Стокса для описания движения вязкой жидкости.
28. Вывод закона распределения касательных напряжений по сечению круглой трубы при ламинарном течении вязкой неньютоновской жидкости.
29. Особенности течения ньютоновских и неньютоновских жидкостей. Понятие о пограничном слое.
30. Вывод закона распределения скоростей по сечению круглой трубы при ламинарном течении вязкой жидкости.
31. Уравнение для описания вихревого движения в форме Громеки.
32. Вывод закона распределения скоростей по сечению круглой трубы при ламинарном течении вязкой неньютоновской жидкости (принять жидкость дилатантной с показателем n=2).
33. Геометрическое и физическое подобие явлений. Критерии подобия.
34. Определение скорости потока с помощью трубки Пито.
35. Дифференциальное уравнение движения в критериальной форме.
36. Расходомеры и принципы расчета расхода потока.
37. Основные принципы анализа размерностей. Пи-теорема.
38. Принцип работы и основы расчета водоструйного насоса.
39. Ламинарное равномерное движение вязкой жидкости. Формулы Пуазейля.
40. Дифференциальный манометр и принципы расчета разности давлений.
41. Основной закон вязкого сопротивления движению жидкостей. Расчет потерь напора по длине потока.
42. Пьезометр и принципы расчета пьезометрического напора.
43. Геометрическая интерпретация основного уравнения гидростатики. Виды гидростатического давления.
44. Истечение идеальной жидкости из отверстий. Формула Торичелли

6.3.2.2. Тематика типовых задач

1. Основные свойства жидкостей. Расчет плотности соленой воды на заданной глубине; сжимаемости жидкостей, температурного расширения жидкостей.

2. Основные задачи гидростатики: измерение давления с помощью пьезометра; дифференицальный манометр.

3. Основные задачи гидростатики: давление жидкости на плоские стенки.

4. Основные задачи гидростатики: давление жидкости на криволинейные стенки.

5. Динамика идеальных жидкостей.

6. Динамика реальных (вязких) жидкостей: определение режима течения, потерь напора по длине потока, потерь в местных сопротивлениях.

7. Расчет параметров истечения жидкостей из отверстий.

8. Расчет типовых фильтрационных процессов.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Чтение дисциплины не требует специального материально-технического обеспечения.

Автор: ст.препод. Мишедченко А.А.

Рецензент (ы) _____

Программа одобрена на заседании _____
(Наименование уполномоченного органа вуза (УМК, НМС, Ученый совет)
от _____ года, протокол № _____.