

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
Учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский университет
Государственной противопожарной службы МЧС России»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ГИДРАВЛИКА**

**Бакалавриат по направлению подготовки
20.03.01 - Техносферная безопасность
направленность (профиль) «Пожарная безопасность»**

Санкт-Петербург

1. Цели и задачи дисциплины «Гидравлика»

Цели освоения дисциплины:

– формирование у обучающихся теоретических знаний и практических навыков по овладению методами гидравлического расчета систем подачи воды к месту пожара.

Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины

Компетенции	Содержание
ОПК-1	Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека.
ПК-4	Способен разрабатывать графическую документацию, рассчитывать и моделировать различные технические системы в целях решения задач пожарной безопасности, в том числе с применением средств автоматизированного проектирования.

Задачи дисциплины:

Задачами освоения дисциплины являются теоретическая и практическая подготовка обучающихся к применению различных методов гидравлических расчетов при решении вопросов пожарной безопасности,

Изучение дисциплины ориентирует обучающихся на приобретение необходимых теоретических знаний и практических навыков по овладению методами гидравлического расчета систем подачи воды к месту пожара, методами анализа надежности противопожарных водопроводов и обследования систем противопожарного водоснабжения.

- теоретически и практически подготовить обучающихся к решению вопросов пожарной безопасности объектов в области противопожарного водоснабжения;

- разработке технических решений, компенсирующих выявленные нарушения противопожарных требований, с расчетными обоснованиями, для оказания консультативной помощи проектным и эксплуатирующим организациям с соблюдением действующих нормативных правовых актов.

2. Перечень планируемых результатов обучения дисциплины «Гидравлика», соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
-----------------------------------	---

<p>Знает современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности. ОПК-1.1.</p>	<p>Знает: основные понятия и законы гидравлики; физическую сущность изучаемых явлений и закономерностей; общую интегральную форму уравнения количества движения и момента количества движения; факторы, влияющие на потери напоров в линейных и местных сопротивлениях; влияние режимных и геометрических параметров на истечение жидкостей через отверстия, насадки, короткие трубопроводы, на характеристики пожарных струй; причины, вызывающие гидравлический удар и способы борьбы с ним</p>
<p>Умеет выбирать современные средства обеспечения пожарной безопасности объектов и оповещения людей, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности. ОПК-1.2.</p>	<p>Умеет: применять основные законы и закономерности гидравлики при решении вопросов обеспечения противопожарной защиты;</p>
<p>Владеет навыками применения современных средств индивидуальной и коллективной защиты, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности. ОПК-1.3.</p>	<p>производить расчет систем аварийного слива ЛВЖ и ГЖ, параметров траектории струи и ее реакции, потерь напора в системах подачи воды, потерь давления в газовых АУП;</p>
<p>Знает средства автоматизированного проектирования. ПК-4.1.</p>	
<p>Умеет рассчитывать различные технические системы и технологические процессы. ПК-4.2</p>	
<p>Владеет навыком моделирования различных технических систем и технологических процессов для решения задач пожарной безопасности. ПК-4.3</p>	

3. Место дисциплины «Гидравлика» в структуре основной профессиональной образовательной программы (далее ОПОП ВО)

Дисциплина «Гидравлика» относится к обязательной части ОПОП ВО бакалавриата по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, направленность (профиль) «Пожарная безопасность».

4. Структура и содержание дисциплины «Гидравлика»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

4.1 Объем дисциплины «Гидравлика» и виды учебной работы

для очной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	з.е	часы	3 семестр
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	144	144
Контактная работа, в том числе:		74	74
Аудиторные занятия		74	74
Лекции (Л)		24	24
Практические занятия (ПЗ)		24	24
Лабораторные работы (ЛР)		24	24
Консультации перед экзаменом		2	2
Самостоятельная работа (СРС)		34	34
в том числе:			
курсовая работа (проект)			
Экзамен		36	36

для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	з.е	часы	курс	
			1	2
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	144	36	108
Контактная работа, в том числе:		12	4	8
Аудиторные занятия		12	4	8
Лекции (Л)		4	2	2
Практические занятия (ПЗ)		2	2	
Лабораторные работы (ЛР)		4		4
Консультации перед экзаменом		2		2
Самостоятельная работа (СРС)		123	32	91
в том числе:				
курсовая работа (проект)				
Экзамен		9		9

4.2 Тематический план, структурированный по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

для очной формы обучения

№ п/п	Наименование Тем	Всего часов	Количество часов по видам занятий			Консультации	Контроль	Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
1	Основы гидростатики	5	2					3
2	Основные уравнения гидростатики	11	2	2	4			3
3	Сила гидростатического давления. Эпюры гидростатического давления	7	2	2				3
4	Основы гидродинамики	5	2					3
5	Особенности движения реальных жидкостей. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости	17	2	4	8			3
6	Потери напора при установившемся движении жидкости по трубам и пожарным рукавам	11	2	2	4			3
7	Гидравлический расчет трубопроводов	7	2	2				3
8	Истечение жидкостей через отверстия и насадки	11	2	2	4			3
9	Гидравлические струи	7	2	2				3
10	Неустановившееся движение жидкости. Гидравлический удар в трубопроводах	5		2				3
11	Основы теории насосов	20	6	6	4			4
	Консультация	2				2		
	Экзамен	36					36	
	Итого	144	24	24	24	2	36	34

для заочной формы обучения

№ п/п	Наименование Тем	Всего часов	Количество часов по видам занятий			Консультации	Контроль	Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
1	Основы гидростатики	13	2					11
2	Основные уравнения гидростатики	11						11
3	Сила гидростатического давления. Эпюры гидростатического давления	11						11
4	Основы гидродинамики	11						11
5	Особенности движения реальных жидкостей. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости	13		2				11
6	Потери напора при установившемся движении жидкости по трубам и пожарным рукавам	15			4			11
7	Гидравлический расчет трубопроводов	11						11
8	Истечение жидкостей через отверстия и насадки	11						11
9	Гидравлические струи	13	2					11
10	Неустановившееся движение жидкости. Гидравлический удар в трубопроводах	11						11
11	Основы теории насосов	13						13
	Консультация	2				2		
	Экзамен	9					9	
	Итого	144	4	2	4	2	9	123

4.3 Содержание дисциплины для обучающихся

4.3.1 Содержание дисциплины для обучающихся очной форме обучения

Тема 1. Основы гидростатики.

Лекция. Основные физические свойства жидкостей и газов. Основы кинематики. Силы, действующие в жидкостях.

Самостоятельная работа. Гидростатическое давление и его свойства.

Рекомендуемая литература:

основная: [1, 2];

дополнительная: [1, 2, 3].

Тема 2. Основные уравнения гидростатики.

Лекция. Дифференциальные уравнения гидростатики и их интегрирование. Равновесие несжимаемой жидкости в поле сил тяжести. Абсолютный и относительный покой (равновесие) жидких сред. Поверхности равных давлений. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля, использование его в пожарной технике.

Практическое занятие. Абсолютное и избыточное давление. Вакуум. Диаграмма давлений. Пьезометрическая высота и гидростатический напор.

Лабораторная работа. Измерение и вычисление гидростатического давления

Самостоятельная работа. Энергетический смысл основного уравнения гидростатики.

Рекомендуемая литература:

основная: [1, 2];

дополнительная: [1, 2, 3].

Тема 3. Сила гидростатического давления. Эпюры гидростатического давления.

Лекция. Сила гидростатического давления на плоские и криволинейные поверхности. Аналитический и графоаналитический методы определения силы и центра давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности. Эпюры давления. Закон Архимеда.

Практическое занятие. Практическое применение законов гидравлики в пожарном деле.

Самостоятельная работа. Практическое применение законов гидравлики в пожарном деле.

Рекомендуемая литература:

основная: [1, 2];

дополнительная: [1, 2, 3].

Тема 4. Основы гидродинамики.

Лекция. Виды потоков жидкости. Установившееся и неустановившееся движение жидкости. Модель идеальной (невязкой) жидкости. Линия тока, элементарная струйка, поток. Основные характеристики потока: расход жидкости, живое сечение, средняя скорость. Уравнение неразрывности потока. Плавно и резко изменяющиеся потоки. Гидравлический радиус. Общие законы и уравнения статики и динамики жидкостей и газов. Дифференциальные уравнения движения жидкости. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости и его интерпретация.

Самостоятельная работа. Общие уравнения энергии в интегральной и дифференциальной формах.

Рекомендуемая литература:

основная: [1, 2];

дополнительная: [1, 2, 3].

Тема 5. Особенности движения реальных жидкостей. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.

Лекция. Особенности движения реальных жидкостей. Распределение давления в живых сечениях потока при установившемся плавно изменяющемся движении. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости при установившемся движении жидкости. Ограничения использования уравнения Бернулли. Его геометрическая и энергетическая интерпретация. Общая интегральная форма уравнений количества движения и момента количества движения.

Практическое занятие. Общая интегральная форма уравнений количества движения и момента количества движения. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости при установившемся движении жидкости.

Лабораторная работа. Режимы движения жидкостей.

Лабораторная работа. Демонстрация уравнения Бернулли.

Самостоятельная работа. Подобие гидромеханических процессов.

Рекомендуемая литература:

основная: [1, 2];

дополнительная: [1, 2, 3].

Тема 6. Потери напора при установившемся движении жидкости по трубам и пожарным рукавам.

Лекция. Виды потерь напора. Метод теории размерностей и его приложение к выводу общих формул для определения потерь напора. Вывод общих формул для определения потерь напора. Теоретические методы определения потерь напора и коэффициентов гидравлического сопротивления. Экспериментальные методы определения потерь напора и коэффициентов гидравлического сопротивления. График Никурадзе. Влияние режима движения жидкости и шероховатости трубопровода на линейный коэффициент гидравлического сопротивления и потерь напора. Физический смысл влияния шероховатостей. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы. Турбулентность и ее основные статистические характеристики.

Практическое занятие. Методика расчета потерь напора в трубах. Местные сопротивления. Изменение коэффициента местного сопротивления в зависимости от числа Рейнольдса и вида местного сопротивления. Определение потерь напора в пожарных рукавах.

Лабораторная работа. Определение и коэффициента гидравлического трения.

Самостоятельная работа. Методы снижения потерь напора.

Рекомендуемая литература:

основная: [1, 2];

дополнительная: [1, 2, 3].

Тема 7. Гидравлический расчет трубопроводов.

Лекция. Классификация трубопроводов и основные расчетные формулы. Гидравлический расчет «длинных» трубопроводов при параллельном и последовательном соединении. Расчет «коротких» трубопроводов. Расчет газопроводов при малых и больших перепадах давлений.

Практическое занятие. Гидравлический расчет трубопроводов.

Самостоятельная работа. Повышение пропускной способности трубопроводов.

Рекомендуемая литература:

основная: [1, 2];

дополнительная: [1, 2, 3].

Тема 8. Истечение жидкости через отверстия и насадки.

Лекция. Истечение жидкости из круглого отверстия в тонкой стенке. Сжатие струи. Скорость истечения и расход струи. Истечение жидкости через затопленные отверстия. Истечение жидкости через насадки. Типы насадков. Скорость и расход при истечении жидкости через внешние цилиндрические насадки. Вакуум в цилиндрической насадке. Особенности истечения жидкости из насадков других типов. Опорожнение резервуаров.

Практическое занятие. Истечение жидкости через насадки. Опорожнение резервуаров.

Лабораторная работа. Истечение при постоянном напоре.

Самостоятельная работа. Особенности истечения жидкости из насадков других типов. Опорожнение резервуаров.

Рекомендуемая литература:

основная: [1, 2];

дополнительная: [1, 2, 3].

Тема 9. Гидравлические струи.

Лекция. Классификация струй. Компактная и раздробленная части струи. Методы анализа устойчивости и причины распада компактной части струи. Инверсия струи. Траектория струи. Высота подъема и дальность полета струи. Формулы Люгера и Фримана.

Практическое занятие Расчет наклонных струй. Влияние насадок на формирование струи. Зависимость между радиусом действия компактной части струи, диаметром насадка, напором и расходом.

Самостоятельная работа. Реакция струи. Давление струи. Распыленные струи и способы их получения.

Рекомендуемая литература:

основная: [1, 2];

дополнительная: [1, 2, 3].

Тема 10. Неустановившееся движение жидкости. Гидравлический удар в трубопроводах.

Практическое занятие. Уравнение Бернулли для неустановившегося движения. Гидравлический удар в трубопроводах. Инерционный напор и его энергетический смысл. Повышение давления при гидравлическом ударе. Скорость распространения ударной волны. Фаза удара. Полный и неполный удар. Диаграмма давлений при гидравлическом ударе.

Самостоятельная работа. Способы снижения давления при гидравлическом ударе.

Рекомендуемая литература:

основная: [1, 2];

дополнительная: [1, 2, 3].

Тема 11. Основы теории насосов.

Лекция. Краткие сведения о насосах и их классификация. Насосная установка. Рабочие параметры насосов.

Принцип действия и классификация центробежного насоса. Движение жидкости в рабочем колесе центробежного насоса. Основное уравнение центробежных насосов. Анализ основного уравнения центробежных насосов. Влияние формы лопастей на создаваемый напор. Основы теории подобия лопастных насосов. Коэффициент быстроходности.

Практическое занятие. Рабочие характеристики центробежных насосов. Работа насоса на сеть. Рабочая точка. Регулирование работы насоса. Параллельная работа насосов. Последовательная работа насосов.

Лабораторная работа. Исследование работы центробежного насоса

Самостоятельная работа. Анализ основного уравнения центробежных насосов. Влияние формы лопастей на создаваемый напор.

4.3.2 Содержание дисциплины для обучающихся заочной форме обучения

Тема 1. Основы гидростатики.

Лекция. Основные физические свойства жидкостей и газов. Основы кинематики. Гидростатическое давление и его свойства.

Самостоятельная работа. Силы, действующие в жидкостях.

Рекомендуемая литература:

основная: [1, 2];

дополнительная: [1, 2, 3].

Тема 2. Основные уравнения гидростатики.

Самостоятельная работа. Дифференциальные уравнения гидростатики и их интегрирование. Равновесие несжимаемой жидкости в поле сил тяжести. Абсолютный и относительный покой (равновесие) жидких сред. Поверхности равных давлений. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля, использование его в пожарной технике. Абсолютное и избыточное давление. Вакуум. Диаграмма давлений. Пьезометрическая высота и гидростатический напор. Энергетический смысл основного уравнения гидростатики.

Индивидуальное задание. Вычислить гидростатическое давление.

Рекомендуемая литература:

основная: [1, 2];

дополнительная: [1, 2, 3].

Тема 3. Сила гидростатического давления. Эпюры гидростатического давления.

Самостоятельная работа. Сила гидростатического давления на плоские и криволинейные поверхности. Аналитический и графоаналитический методы определения силы и центра давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности. Эпюры давления. Закон Архимеда. Практическое применение законов гидравлики в пожарном деле.

Рекомендуемая литература:

основная: [1, 2];

дополнительная: [1, 2, 3].

Тема 4. Основы гидродинамики.

Самостоятельная работа. Виды потоков жидкости. Установившееся и неустановившееся движение жидкости. Модель идеальной (невязкой) жидкости. Линия тока, элементарная струйка, поток. Основные характеристики потока: расход жидкости, живое сечение, средняя скорость. Уравнение неразрывности потока. Плавно и резко изменяющиеся потоки. Гидравлический радиус. Общие законы и уравнения статики и динамики жидкостей и газов. Дифференциальные уравнения движения жидкости. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости и его интерпретация. Общие уравнения энергии в интегральной и дифференциальной формах.

Рекомендуемая литература:

основная: [1, 2];

дополнительная: [1, 2, 3].

Тема 5. Особенности движения реальных жидкостей. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.

Практическое занятие. Общая интегральная форма уравнений количества движения и момента количества движения. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости при установившемся движении жидкости.

Самостоятельная работа. Особенности движения реальных жидкостей. Распределение давления в живых сечениях потока при установившемся плавно изменяющемся движении. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости при установившемся движении жидкости. Ограничения использования уравнения Бернулли. Его геометрическая и энергетическая интерпретация. Общая интегральная форма уравнений количества движения и момента количества движения. Режимы движения жидкостей. Демонстрация уравнения Бернулли. Подобие гидромеханических процессов.

Индивидуальное задание. Определить режим движения жидкостей.

Индивидуальное задание. Изучить демонстрацию уравнения Бернулли.

Рекомендуемая литература:

основная: [1, 2];

дополнительная: [1, 2, 3].

Тема 6. Потери напора при установившемся движении жидкости по трубам и пожарным рукавам

Лабораторная работа. Определение коэффициента гидравлического трения.

Самостоятельная работа. Виды потерь напора. Метод теории размерностей и его приложение к выводу общих формул для определения потерь напора. Вывод общих формул для определения потерь напора. Теоретические методы определения потерь напора и коэффициентов гидравлического сопротивления. Экспериментальные методы определения потерь напора и коэффициентов гидравлического сопротивления. График Никурадзе. Влияние режима движения жидкости и шероховатости трубопровода на линейный коэффициент гидравлического сопротивления и потерь напора. Физический смысл влияния шероховатостей. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы. Турбулентность и ее основные статистические характеристики. Методика расчета потерь напора в трубах. Местные сопротивления. Изменение коэффициента местного сопротивления в зависимости от числа Рейнольдса и вида местного сопротивления. Определение потерь напора в пожарных рукавах. Определение и коэффициента гидравлического трения. Методы снижения потерь напора.

Рекомендуемая литература:

основная: [1, 2];

дополнительная: [1, 2, 3].

Тема 7. Гидравлический расчет трубопроводов.

Практическое занятие. Гидравлический расчет трубопроводов.

Самостоятельная работа. Классификация трубопроводов и основные расчетные формулы. Гидравлический расчет «длинных» трубопроводов при параллельном и последовательном соединении. Расчет «коротких» трубопроводов. Расчет газопроводов при малых и больших перепадах давлений. Повышение пропускной способности трубопроводов.

Рекомендуемая литература:

основная: [1, 2];

дополнительная: [1, 2, 3].

Тема 8. Истечение жидкости через отверстия и насадки.

Самостоятельная работа. Истечение жидкости из круглого отверстия в тонкой стенке. Сжатие струи. Скорость истечения и расход струи. Истечение жидкости через затопленные отверстия. Истечение жидкости через насадки. Типы насадков. Скорость и расход при истечении жидкости через внешние цилиндрические насадки. Вакуум в цилиндрической насадке. Особенности истечения жидкости из насадков других типов. Опорожнение резервуаров.

Истечение жидкости через насадки. Опорожнение резервуаров. Истечение при постоянном напоре. Особенности истечения жидкости из насадков других типов. Опорожнение резервуаров.

Индивидуальное задание. Определить скорость и дальность полета струи при постоянном напоре.

Рекомендуемая литература:

основная: [1, 2];

дополнительная: [1, 2, 3].

Тема 9. Гидравлические струи.

Лекция. Классификация струй. Компактная и раздробленная части струи. Методы анализа устойчивости и причины распада компактной части струи. Инверсия струи. Траектория струи. Высота подъема и дальность полета струи. Формулы Люгера и Фримана.

Самостоятельная работа. Расчет наклонных струй. Влияние насадок на формирование струи. Зависимость между радиусом действия компактной части струи, диаметром насадка, напором и расходом. Реакция струи. Давление струи. Распыленные струи и способы их получения.

Рекомендуемая литература:

основная: [1, 2];

дополнительная: [1, 2, 3].

Тема 10. Неустановившееся движение жидкости. Гидравлический удар в трубопроводах.

Самостоятельная работа. Уравнение Бернулли для неустановившегося движения. Гидравлический удар в трубопроводах. Инерционный напор и его энергетический смысл. Повышение давления при гидравлическом ударе. Скорость распространения ударной волны. Фаза удара. Полный и неполный удар. Диаграмма давлений при гидравлическом ударе. Способы снижения давления при гидравлическом ударе.

Рекомендуемая литература:

основная: [1, 2];

дополнительная: [1, 2, 3].

Тема 11. Основы теории насосов

Самостоятельная работа. Краткие сведения о насосах и их классификация. Насосная установка. Рабочие параметры насосов. Принцип действия и классификация центробежного насоса. Движение жидкости в рабочем колесе центробежного насоса. Основное уравнение центробежных насосов. Анализ основного уравнения центробежных насосов. Влияние формы лопастей на создаваемый напор. Основы теории подобия лопастных насосов. Коэффициент быстроходности. Рабочие характеристики центробежных насосов. Работа насоса на сеть. Рабочая точка. Регулирование работы насоса. Параллельная работа насосов. Последовательная работа насосов. Исследование работы центробежного насоса. Анализ основного уравнения центробежных насосов. Влияние формы лопастей на создаваемый напор.

Индивидуальное задание. Изучение работы центробежного насоса

5. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

При реализации программы дисциплины используются лекционные, практические занятия, лабораторные работы.

Общими целями занятий являются:

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление теоретических знаний по конкретным темам дисциплины;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;
- выработка при решении поставленных задач профессионально значимых качеств: самостоятельности, ответственности, точности, творческой инициативы.

Целями лекции являются:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировав внимание на наиболее сложных вопросах;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

В ходе практического занятия обеспечивается процесс активного взаимодействия обучающихся с преподавателем; приобретаются практические навыки и умения. Цель практического занятия: углубить и закрепить знания, полученные на лекции, формирование навыков использования знаний для решения практических задач; выполнение тестовых заданий по проверке полученных знаний и умений.

Целью лабораторной работы является усвоение теоретических основ дисциплины и получение практических навыков исследования путем постановки, проведения, обработки и представления результатов эксперимента на основе практического использования различных методов (наблюдения, измерения, сравнения и др.), приобретения навыков опыта творческой деятельности. В заключительной части лабораторной работы обучающиеся оформляют результаты экспериментов в форме отчета.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим занятиям.

6. Оценочные материалы по дисциплине

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины, проводится в соответствии с содержанием дисциплины по видам занятий в форме тестирования, защиты отчетов по лабораторным работам, решения задач.

Промежуточная аттестация обеспечивает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, проводится в форме экзамена.

6.1. Примерные оценочные материалы:

6.1.1. Текущего контроля

Типовые задания для тестирования:

1. Может ли одна и та же труба быть гидравлически гладкой и гидравлически шероховатой? От чего это зависит?

- не может;
- может. От режима движения жидкости;
- может. От длины трубы;

2. Формула для определения скорости жидкости при истечении из насадок и отверстий имеет вид:

$$- V = \frac{4Q}{\pi d^2}$$

$$- V = \frac{1}{\sqrt{1 + \xi}}$$

$$- V = \varphi \sqrt{2gH} *$$

3. Основное уравнение гидростатики имеет вид:

$$1. \quad z + P/\rho g = const$$

$$2. \quad P = P_0 + \rho g H$$

$$3. \quad V_1 \omega_1 = V_2 \omega_2$$

4. При каком движении жидкости при прочих равных условиях потери напора больше?

1. Переходном
2. Ламинарном
3. Турбулентном

5. Величина A в уравнении $h_l = A l Q^2$ является

1. Сопротивлением трубопровода длиной l
2. Сопротивлением трубопровода длиной 10 метров
3. Удельным сопротивлением трубопровода, т.е. трубопровода длиной

1 метр

Форма отчета по лабораторной работе:

Отчет о лабораторной работе № ____

Название работы:

Цель работы:

Теоретическая часть:

Экспериментальная часть:

Обработка результатов:

Выводы о соответствии установленным нормам и правилам оценки:

Типовые задачи:

1. Определить время закрытия задвижки, чтобы повышение давления в чугунном трубопроводе длиной 500 м и не превышало $6 \cdot 10^5$ Па. Расход воды по трубопроводу диаметром 150 мм составляет 60 л/с.
2. Определить возможный расход воды от пожарного крана диаметром 50 мм, оборудованного непрорезиненным рукавом длиной 20 м и стволом с насадком диаметром 16 мм, если гарантированный напор у пожарного крана составляет 20 м.
3. Подобрать стандартный насадок для внутреннего пожарного крана производственного здания, если радиус компактной части струи 10 м при расходе не менее 2,5 л/с. Определить напор у насадка ствола и действительный расход.

Примерный перечень вопросов, выносимых на экзамен

1. Основные физические свойства жидкостей: плотность, удельный вес, вязкость.
2. Основные физические свойства жидкостей: сжимаемость, температурное расширение.
3. Силы, действующие в жидкостях. Гидростатическое давление и его свойства.
4. Дифференциальные уравнения гидростатики и их интегрирование.
5. Равновесие несжимаемой жидкости в поле сил тяжести.
6. Абсолютный и относительный покой (равновесие) жидких сред.
7. Поверхности равных давлений. Основное уравнение гидростатики.
8. Закон Паскаля, использование его в пожарной технике.
9. Абсолютное и избыточное давление. Вакуум.
10. Диаграмма давлений. Пьезометрическая высота и гидростатический напор.
11. Энергетический смысл основного уравнения гидростатики.
12. Сила гидростатического давления на плоские поверхности.
13. Сила гидростатического давления на криволинейные поверхности.
14. Аналитический и графоаналитический методы определения силы и центра давления жидкости на плоские поверхности.
15. Аналитический и графоаналитический методы определения силы и центра давления жидкости криволинейные поверхности.
16. Эпюры гидростатического давления.
17. Закон Архимеда.
18. Практическое применение законов гидравлики в пожарном деле.
19. Виды потоков жидкости.
20. Установившееся и неустановившееся движение жидкости.
21. Линия тока, элементарная струйка, поток.
22. Основные характеристики потока: расход жидкости, живое сечение, средняя скорость.
23. Уравнение неразрывности потока.
24. Плавно и резко изменяющиеся потоки.

25. Гидравлический радиус.
26. Дифференциальные уравнения движения жидкости.
27. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости и его интерпретация.
28. Особенности движения реальных жидкостей.
29. Распределение давления в живых сечениях потока при установившемся плавно изменяющемся движении.
30. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости при установившемся движении.
31. Ограничения использования уравнения Бернулли.
32. Геометрическая и энергетическая интерпретация уравнения Бернулли.
33. Работа приборов и аппаратов пожаротушения, основанная на уравнении Бернулли.
34. Принцип действия струйных насосов.
35. Режимы движения жидкости. Число Рейнольдса.
36. Виды потерь напора.
37. Экспериментальные методы определения потерь напора и коэффициентов гидравлического сопротивления.
38. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы.
39. Определение потерь напора в пожарных рукавах. Методы снижения потерь напора.
40. Классификация трубопроводов и основные расчетные формулы.
41. Повышение пропускной способности трубопроводов.
42. Истечение жидкости из круглого отверстия в тонкой стенке.
43. Истечение жидкости через насадки. Типы насадков.
44. Скорость и расход при истечении жидкости через внешний цилиндрический насадок.
45. Вакуум в цилиндрическом насадке.
46. Классификация струй. Компактная и раздробленная части струи.
47. Инверсия струи. Траектория струи. Высота подъема и дальность полета струи.
48. Формулы Люгера и Фримана. Расчет наклонных струй.
49. Распыленные струи и способы их получения.
50. Гидравлический удар в трубопроводах.
51. Повышение давления при гидравлическом ударе.
52. Скорость распространения ударной волны. Фаза удара. Полный и неполный удар.
53. Способы снижения давления при гидравлическом ударе.
54. Краткие сведения о насосах и их классификация. Насосная установка.
55. Рабочие параметры насосов.
56. Принцип действия и классификация центробежного насоса.
57. Движение жидкости в рабочем колесе центробежного насоса.
58. Основное уравнение центробежных насосов.
59. Анализ основного уравнения центробежных насосов.
60. Влияние формы лопастей на создаваемый напор.

61. Основы теории подобия лопастных насосов. Коэффициент быстроходности.
62. Рабочие характеристики центробежных насосов.
63. Работа насоса на сеть. Рабочая точка. Регулирование работы насоса.
64. Параллельная работа насосов.
65. Последовательная работа насосов.
66. Анализ основного уравнения центробежных насосов.
67. Влияние формы лопастей на создаваемый напор.
- 6.2. Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок**

Промежуточная аттестация: экзамен

Форма контроля	Показатели оценивания	Критерии выставления оценок	Шкала оценивания
экзамен	правильность и полнота ответа	дан правильный, полный ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; могут быть допущены недочеты, исправленные самостоятельно в процессе ответа.	отлично
		дан правильный, недостаточно полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи; могут быть допущены недочеты, исправленные с помощью преподавателя.	хорошо
		дан недостаточно правильный и полный ответ; логика и последовательность изложения имеют нарушения; в ответе отсутствуют выводы.	удовлетворительно
		ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу; присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения; дополнительные и уточняющие вопросы не приводят к коррекции ответа на вопрос.	неудовлетворительно

7. Ресурсное обеспечение дисциплины

7.1. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

- Microsoft Windows Professional, Russian – Системное программное обеспечение. Операционная система. [Коммерческая (Volume Licensing)]; ПО-VE8-834;

- Microsoft Office Standard (Word, Excel, Access, PowerPoint, Outlook, OneNote, Publisher) – Пакет офисных приложений [Коммерческая (Volume Licensing)]; ПО-D86-664;

- Adobe Acrobat Reader DC – Приложение для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF [Бесплатная]; ПО-F63-948;

- 7-Zip – Файловый архиватор [Бесплатная]; ПО-F33-948;

- Google Chrome – Браузер [Открытая]; ПО-F2C-926.

7.2. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Информационная справочная система — Сервер органов государственной власти Российской Федерации <http://россия.рф/> (свободный доступ); профессиональные базы данных — Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru/> (свободный доступ); федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru> (свободный доступ); система официального опубликования правовых актов в электронном виде <http://publication.pravo.gov.ru/> (свободный доступ); федеральный портал «Совершенствование государственного управления» <https://ar.gov.ru> (свободный доступ); электронная библиотека университета <http://elib.igps.ru> (авторизованный доступ); электронно-библиотечная система «ЭБС IPR BOOKS» <http://www.iprbookshop.ru> (авторизованный доступ).

7.3. Литература

Основная:

1. Кудинов В.А., Карташов Э.М. Гидравлика: Учебное пособие – 3-е издание, стереотипное.– М.: Высшая школа, 2008. – 199 с:

2. Баскин Ю.Г., Подмарков В.В., Иванова Е.С., Филановский А.М. Сборник задач по гидравлике. СПб.: СПбУ ГПС МЧС России, 2012-92с. **Режим доступа:** <http://elib.igps.ru/?14&type=card&cid=ALSFR-5af49c7c-64e7-4994-8cf3-28eb128a1f2e&remote=false>

Дополнительная:

1. Качалов А.А., Воротынцев Ю.П., Власов А.В. Противопожарное водоснабжение. – М.: Стройиздат, 1986. – 277 с **Режим доступа:** <http://elib.igps.ru/?12&type=card&cid=ALSFR-59f41c65-80be-45fd-b1c7-d2bb774947da&remote=false>

2. Баскин Ю.Г., Белявцев А.И. Сборник задач по курсу противопожарное водоснабжение. – М., 1986. – 170 с **Режим доступа:**

<http://elib.igps.ru/?18&type=card&cid=ALSFR-4b11b481-1d1d-4b42-8a0d-5f669581bbf9&remote=false>

3. Абросимов Ю.Г., Жучков В.В., Мышак Ю.В. и др. Противопожарное водоснабжение. Учебник. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2008. – 310 с. **Режим доступа:** <http://elib.igps.ru/?22&type=card&cid=ALSFR-7fd2e029-7c44-4713-a500-e0f6fc4ec014&remote=false>

7.4. Материально-техническое обеспечение

Для проведения и обеспечения занятий используются помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой магистратуры, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: автоматизированное рабочее место преподавателя, маркерная доска, мультимедийный проектор, документ-камера, посадочные места обучающихся.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде университета.

Для проведения лабораторных работ используется лаборатория «Гидравлика»

Авторы: кандидат технических наук Филановский А.М.