



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП


(подпись)

Тунгусова Е. В.
(Ф.И.О. рук. ОП)
« 29 » июль 2015 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой инженерных систем зданий и сооружений


(подпись)

Кобзарь А.В.
(Ф.И.О. зав. каф.)
« 29 » июль 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«Гидравлика»

Направление подготовки – 23.03.01 «Технология транспортных процессов»
профиль «Организация перевозок и управление на автомобильном транспорте»
Форма подготовки (очная)

курс 2 семестр 4
лекции 36 час.
практические занятия 36 час.
лабораторные работы _____ час.
в том числе с использованием МАО лек. 12 /пр. 12 /лаб. _____ час.
всего часов аудиторной нагрузки 72 час.
в том числе с использованием МАО 24 час.
самостоятельная работа 72 час.
в том числе на подготовку к экзамену _____ час.
контрольные работы (количество) _____
курсовая работа / курсовой проект _____ семестр
зачет 4 семестр
экзамен _____ семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 6.03.2015 № 165 _____

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры инженерных систем зданий и сооружений протокол № 11 от «29.06» 2015 г.

Заведующий кафедрой А.В. Кобзарь
Составитель: доцент С.В. Бочаров

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Гидравлика»

Дисциплина разработана для студентов, обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов» профиль «Организация перевозок и управление на автомобильном транспорте» Дисциплина входит в базовую часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана (индекс Б1.Б.21). Общая трудоемкость дисциплины составляет 144 часа (4 зачетные единицы). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (36 часов), практические занятия (36 часов) и самостоятельная работа студента (72 часа). Дисциплина реализуется на 2 курсе в 4 семестре.

Студенты для изучения и понимания основных положений дисциплины «Гидравлика», должны усвоить следующие дисциплины и разделы фундаментальных наук:

- Математика;
- Физика;
- Информатика;
- Механика (теоретическая механика).

В свою очередь дисциплина «Гидравлика» является фундаментом для изучения дисциплин: «Транспортно-технологические машины», «Транспортные погрузо-разгрузочные средства», «Диагностика технического состояния транспортных средств».

Целью дисциплины «Гидравлика» является: формирование у обучающихся общепрофессиональных компетенций, определяющих готовность и способность к использованию знаний по теоретическим и практическим вопросам гидравлики для решения технических и технологических проблем в области технологии и управления технической эксплуатацией транспортных систем в рамках профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины:

- Раскрыть роль и значение гидравлики;
- Дать студентам необходимые навыки по применению теоретических основ при решении прикладных задач гидравлики применительно к технической эксплуатацией транспортных систем;
- Дать возможность студентам овладеть методами и способами использования современных математических и вычислительных средств для решения гидравлических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности;
- Развить у студентов логическое и алгоритмическое мышление;

- Выработать навыки самостоятельного углубления и расширения знаний и более тщательного подхода к выбору методов гидравлического расчета систем и элементов гидропривода транспортно-технологических машин и транспортных погрузо-разгрузочных средств;

- Сформировать инженерное мышление студента при общей оценке выполненных расчетов.

Для успешного изучения дисциплины «Гидравлики» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

ОК-7 - способность к самоорганизации и самообразованию;

ОПК-1 - способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;

В результате изучения данной дисциплины у обучающегося формируются следующие профессиональные компетенции:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-3 способность применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем в области технологии, организации, планирования и управления технической и коммерческой эксплуатацией транспортных систем	знает	требования к гидравлическим системам транспортно-технологических машин и транспортных погрузо-разгрузочных средств
	умеет	заниматься поиском существующих и новых нормативных документов, используемых при расчете и эксплуатации гидравлических систем транспортно-технологических машин и транспортных погрузо-разгрузочных средств
	владеет	навыками формулирования и решения технических и технологических проблем в области технологии, организации, планирования и управления технической и коммерческой эксплуатацией транспортных систем

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Гидравлика» применяются следующие методы активного обучения: проблемное обучение, консультирование и рейтинговый метод.

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

(36 часов)

Тема 1. Вводные сведения. Основные физические свойства жидкостей (2 часа)

Рассматриваемые вопросы: Предмет гидравлики (технической гидромеханики жидких сред). Примеры гидромеханических задач из отраслей техники. Краткие исторические сведения о развитии науки.

Объект изучения, физическое строение жидкостей и газов. Модели сплошной среды. Основные физические свойства: сжимаемость и температурное расширение, текучесть, вязкость. Растворимость газов в жидкостях, кипение, кавитация. Неньютоновские жидкости. Основные физико-механические свойства рабочих жидкостей, применяемых в гидроприводах технологического оборудования.

Тема 2. Законы и уравнения гидростатики (2 часа)

Рассматриваемые вопросы: Силы, действующие в жидкостях. Давление в точке и его свойства.

Дифференциальные уравнения равновесия жидкости (уравнения Л. Эйлера) и их интегралы. Поверхности равного давления. Абсолютный и относительный покой жидких сред. Основной закон гидростатики; распределение давления в покоящейся жидкости. Абсолютное и манометрическое давления. Вакуум.

Тема 3. Силы гидростатического давления (2 часа)

Рассматриваемые вопросы: Определение сил давления покоящейся среды на плоские и криволинейные поверхности.

Основы теории плавания тел.

Тема 4. Основы кинематики (2 часа)

Рассматриваемые вопросы: Классификация видов движения. Два метода описания движения жидкости. Понятие о линиях и трубках тока. Расход элементарной струйки и расход через поверхность. Гидравлические элементы потока. Уравнение неразрывности (сплошности) для жидкости и газов. Общий характер движения и деформаций жидких частиц, разложение сложного движения на составляющие; вихревое и безвихревое (потенциальное) движения.

Тема 5. Законы и уравнения динамики жидкости (2 часа)

Рассматриваемые вопросы: Модель идеальной (невязкой) жидкости. Уравнения Эйлера и их интегралы для различных случаев движения. Дифференциальные уравнения неразрывности.

Тема 6. Уравнение Бернулли для элементарной струйки вязкой жидкости (2 часа)

Рассматриваемые вопросы: Уравнение Д. Бернулли для элементарной струйки вязкой несжимаемой жидкости при установившемся движении. Энергетическая и гидравлическая интерпретация уравнения Бернулли для элементарной струйки.

Тема 7. Одномерная модель и приведение к ней плавно изменяющихся течений. Уравнение Бернулли для потока жидкости (2 часа)

Рассматриваемые вопросы: Одномерная модель и приведение к ней плавно изменяющихся течений. Обобщение уравнения Бернулли. Коэффициент Кориолиса. Методика применения уравнения Бернулли для потока вязкой жидкости.

Общая интегральная форма уравнений количества движения (уравнение импульсов) и момента количества движения.

Тема 8. Теория размерностей и подобия (2 часа)

Рассматриваемые вопросы: Метод анализа размерностей. Пи-теорема. Геометрическое, кинематическое и динамическое подобия. Использование современных математических и вычислительных средств. Физические модели. Критерии гидромеханического подобия. Основные правила гидромеханического моделирования.

Тема 9. Основное уравнение равномерного движения (2 часа)

Рассматриваемые вопросы: Гидравлические сопротивления, их физическая природа и классификация. Основное уравнение равномерного движения. Потери напора по длине; основная формула.

Тема 10. Режимы движения жидкости (2 часа)

Рассматриваемые вопросы: Опыты Рейнольдса. Режимы движения жидкости. Число и критерий Рейнольдса.

Ламинарный поток в трубе и приведение его к одномерной модели. Закон распределения скоростей и касательных напряжений по сечению. Расход и средняя скорость потока. Коэффициент Кориолиса. Закон гидравлического сопротивления. Коэффициент Дарси λ .

Тема 11. Турбулентный режим движения жидкости (2 часа)

Рассматриваемые вопросы: Турбулентность и ее основные характеристики. Турбулентное течение в трубах, физическая природа турбулентных напряжений и их представление на основе полуэмпирических теорий. Структура турбулентного потока в трубе. Касательные напряжения. Законы распределения скоростей и сопротивление при турбулентных течениях в трубах. Пограничный слой. Гидравлически гладкие и шероховатые поверхности. Данные о гидравлическом коэффициенте трения. Законы сопротивления.

Тема 12. Местные гидравлические сопротивления (2 часа)

Рассматриваемые вопросы: Местные гидравлические сопротивления. Основная формула. Зависимость коэффициента местного сопротивления от числа Рейнольдса и геометрических параметров. Частные виды местных сопротивлений: внезапное расширение, вход в трубу, диффузоры. Взаимное влияние местных сопротивлений. Понятие об эквивалентной длине.

Тема 13. Истечение жидкости через отверстия и насадки (2 часа)

Рассматриваемые вопросы: Истечение жидкости через малое отверстие в тонкой стенке при постоянном и переменном напоре. Истечение жидкости через насадки.

Тема 14. Расчет трубопроводных систем (2 часа)

Рассматриваемые вопросы: Простые трубопроводы. Характеристики трубопроводов. Сложные трубопроводы: последовательное соединение трубопроводов; параллельное соединение трубопроводов. Потребный и располагаемые напоры. Рабочая точка. Трубопроводы с переменным расходом по пути. Применение современных математических и вычислительных средств для решения инженерных задач.

Тема 15. Силовое воздействие потока на неподвижную и движущуюся преграду (2 часа)

Рассматриваемые вопросы: Воздействие струи на твердые преграды. Обтекание тел жидкостью. Подъемная сила и сила лобового сопротивления. Гидротранспорт.

Тема 16. Одномерное неустановившееся движение несжимаемой жидкости (2 часа)

Рассматриваемые вопросы: Гидравлический удар в трубах, формула Жуковского. Понятие о волновых процессах в гидромагистралях гидроприводов.

Тема 17. Гидропривод (4 часа)

Рассматриваемые вопросы: Общие сведения о гидроприводе. Классификация гидроприводов по характеру движения выходного звена и другим признакам.

Схемы гидропривода. Схемы гидропривода замкнутой и разомкнутой циркуляции, с дроссельным и объемным регулированием.

Элементы гидропривода (объемные насосы, гидродвигатели, гидроаппаратура, фильтры, гидроаккумуляторы, гидролинии). Баланс мощности. Рабочая жидкость.

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (36 часов)

Практические занятия (36 часов, из них 12 часов с использованием методов активного обучения – групповая консультация).

Занятие 1. Основные физические свойства жидкостей (2 час).

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения.
2. Знакомство с единицами измерения физических свойств жидкостей в системе СИ.
3. Решение задачи по определению плотности и вязкости жидкости; построение графиков зависимости кинематической вязкости от температуры для различных жидкостей.
4. Обсуждение результатов и экспресс-опрос по теме занятия.

Занятие 2. Распределение гидростатического давления в покоящейся жидкости (2 час).

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения.
2. Основной закон гидростатики.
3. Решение задачи по определению абсолютного давления в сосуде, используя показание двухжидкостного U-образного манометра.
4. Обсуждение результатов и экспресс-опрос по теме занятия.

Занятие 3. Определение сил давления покоящейся среды на плоские поверхности (2 час).

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения. Построение эпюр, отображающие распределение давления жидкости на плоские поверхности.
2. Рассмотрение графоаналитического метода для определения силы гидростатического давления на плоские поверхности.
3. Решение задач по определению сил давления покоящейся среды на плоские поверхности аналитическим и графоаналитическим методами.
4. Обсуждение результатов и экспресс-опрос по теме занятия.

Занятие 4. Определение сил давления покоящейся среды на криволинейные поверхности (2 час).

План занятия:

- 1 Краткие теоретические сведения.
- 2 Знакомство с методом определения сил давления покоящейся среды на криволинейные поверхности.

3Решение задач по определению сил давления покоящейся среды на криволинейные поверхности. Построение тела давления.

4Обсуждение результатов и экспресс-опрос по теме занятия.

5Представление и защита выполненных заданий по темам 1 и 2 теоретического курса.

Занятие 5. Относительный покой жидкости (2 час).

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения. Анализ дифференциального уравнения равновесия жидкости

2. Поверхности равного давления, относительный покой жидких сред.

3. Решение задач по определению сил давления на стенки цистерны, когда цистерна: а) неподвижна; б) движется равноускорено.

4. Обсуждение результатов и экспресс-опрос по теме занятия.

Занятие 6. Применение уравнения Бернулли для потока вязкой жидкости (2 часа).

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения.

2. Рекомендации по выбору живых сечений и плоскости сравнения.

3. Вычисление и изображение в графической форме напорной и пьезометрической линий.

4. Обсуждение результатов и экспресс-опрос по теме занятия.

5. Представление и защита выполненных заданий по темам 3 - 5 теоретического курса.

Занятие 7. Расчет сифона (2 часа).

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения.

2. Указания к решению задач подобного типа.

3. Определение диаметра сифона с применением современных вычислительных средств.

4. Обсуждение результатов и экспресс-опрос по теме занятия.

Занятие 8. Расчет всасывающей линии насоса (2 часа).

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения.

2. Указания к решению задач подобного типа.

3. Определение высоты всасывания насоса.

4. Обсуждение результатов и экспресс-опрос по теме занятия.

Занятие 9. Истечение жидкости через отверстия и насадки (2 часа).

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения. Формула расхода жидкости при истечении через отверстие или насадок.
2. Решение задач по определению расходов или напоров.
3. Обсуждение результатов и экспресс-опрос по теме занятия.
4. Представление и защита выполненных заданий по темам 6 и 7 теоретического курса.

Занятие 10. Расчет трубопроводов с последовательным соединением (2 часа).

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения.
2. Построение напорных характеристик трубопроводов.
3. Решение задачи путем сложения напорных характеристик отдельных труб по оси напора.
4. Обсуждение результатов и экспресс-опрос по теме занятия.
5. Представление и защита выполненных заданий по темам 8 и 9 теоретического курса

Занятие 11. Расчет трубопроводов с параллельным соединением (2 часа).

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения.
2. Построение напорных характеристик трубопроводов.
3. Решение задачи путем сложения напорных характеристик отдельных труб по оси расхода.
4. Обсуждение результатов и экспресс-опрос по теме занятия.
5. Представление и защита выполненных заданий по теме 10 теоретического курса.

Занятие 12. Совместная работа насосов и трубопроводов (2 час).

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения.
2. Построение характеристики насоса (характеристики располагаемого расхода).
3. Построение напорной характеристики трубопровода (характеристики потребного напора) с применением современных вычислительных средств.
4. Нахождение рабочей точки. Определение напора, подачи и к.п.д. насоса.
6. Обсуждение результатов и экспресс-опрос по теме занятия.
7. Представление и защита выполненных заданий по темам 11 и 12 теоретического курса.

Занятие 13. Последовательное и параллельное соединение нескольких насосов (2 час).

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения.
2. Построение суммарной характеристики насосов путем сложения характеристик отдельных насосов.
3. Построение напорной характеристики трубопровода с применением современных вычислительных средств.
4. Нахождение рабочей точки. Определение напора, подачи, к.п.д. и мощности отдельных насосов.
5. Обсуждение результатов и экспресс-опрос по теме занятия.
6. Представление и защита выполненных заданий по теме 13 теоретического курса.

Занятие 14. Гидравлический удар в трубах (2 часа).

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения, формула Жуковского.
2. Решение задач по определению приращения давления в случае прямого и непрямого гидравлического удара.
3. Обсуждение результатов и экспресс-опрос по теме занятия.
4. Представление и защита выполненных заданий по темам 14 и 15 теоретического курса.

Занятие 15. Расчет силового гидроцилиндра (2 часа).

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения.
2. Формулы потребной подачи жидкости и усилия на штоке силового гидроцилиндра.
3. Решение задачи по определению потребной подачи жидкости и необходимого давления поршневой полости гидроцилиндра.
4. Обсуждение результатов и экспресс-опрос по теме занятия.
5. Представление и защита выполненных заданий по теме 16 теоретического курса.

Занятие 16. Расчет гидромоторов (2 часа).

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения.
2. Формула перепада давления на гидромоторе.
3. Решение задачи по определению потребной подачи жидкости и необходимого давления перед гидромотором.
4. Обсуждение результатов и экспресс-опрос по теме занятия.

Занятие 17. Расчет гидросистемы продольной подачи штока силового гидроцилиндра (2 часа).

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения.
2. Формулы максимальной подачи насоса и требуемого давления гидросистемы.
3. Решение задачи путем построения приведенной характеристики насоса и характеристики требуемого давления гидросистемы.
4. Обсуждение результатов и экспресс-опрос по теме занятия.

Занятие 18. Расчет гидропривода вращательного движения (2 часа).

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения. Формула перепада давления на гидромоторе.
2. Решение задачи по определению подачи и развиваемого гидронасосом давления; частоты вращения гидромотора.
3. Обсуждение результатов и экспресс-опрос по теме занятия.
4. Представление и защита выполненных заданий по теме 17 теоретического курса.

Лекционные и практические занятия проводятся в аудиториях ДВФУ.

I. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Гидравлика» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

II. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Тема 1	ОПК-3	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы к зачету
			умеет	ИДЗ (ПР-12)	Задачи тип I
			владеет	ИДЗ (ПР-12)	Задачи тип II
2	Темы 2	ОПК-3	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы к зачету
			умеет	ИДЗ (ПР-12)	Задачи тип I
			владеет	ИДЗ (ПР-12)	Задачи тип II
3	Тема 3-5	ОПК-3	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы к зачету
			умеет	ИДЗ (ПР-12)	Задачи тип I
			владеет	ИДЗ (ПР-12)	Задачи тип II
4	Темы 6-7	ОПК-3	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы к зачету
			умеет	ИДЗ (ПР-12)	Задачи тип I
			владеет	ИДЗ (ПР-12)	Задачи тип II
5	Тема 8-9	ОПК-3	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы к зачету
			умеет	ИДЗ (ПР-12)	Задачи тип I
			владеет	ИДЗ (ПР-12)	Задачи тип II
6	Тема 10	ОПК-3	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы к зачету
			умеет	ИДЗ (ПР-12)	Задачи тип I
			владеет	ИДЗ (ПР-12)	Задачи тип II
7	Темы 11-12	ОПК-3	знает	Собеседование	Вопросы к

				(УО-1)	зачету
			умеет	ИДЗ (ПР-12)	Задачи тип I
			владеет	ИДЗ (ПР-12)	Задачи тип II
8	Тема 13	ОПК-3	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы к зачету
			умеет	ИДЗ (ПР-12)	Задачи тип I
			владеет	ИДЗ (ПР-12)	Задачи тип II
9	Тема 14-15	ОПК-3	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы к зачету
			умеет	ИДЗ (ПР-12)	Задачи тип I
			владеет	ИДЗ (ПР-12)	Задачи тип II
10	Тема 16	ОПК-3	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы к зачету
			умеет	ИДЗ (ПР-12)	Задачи тип I
			владеет	ИДЗ (ПР-12)	Задачи тип II
11	Тема 17	ОПК-3	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы к зачету
			умеет	ИДЗ (ПР-12)	Задачи тип I
			владеет	ИДЗ (ПР-12)	Задачи тип II

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы представлены в Приложении 2.

III. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Гиргидов А.Д. Механика жидкости и газа (гидравлика): Учебник / А.Д. Гиргидов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 704 с.: <http://znanium.com/catalog/product/443613>
2. Гидравлика: Учебник / Исаев А.П., Кожевникова Н.Г., Ещин А.В. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 420 с. <http://znanium.com/catalog/product/464379>
3. Чмиль В.П. Гидропневмопривод транспортно-технологических машин [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Чмиль В.П.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 221 с. <http://www.iprbookshop.ru/63625.html>.— ЭБС «IPRbooks»

4. Удовин В.Г. Гидравлика [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Г. Удовин, И.А. Оденбах. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 132 с.
<http://www.iprbookshop.ru/33625.html>

5. Ухин Б. В. Гидравлические машины. Насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод: Учебное пособие / Б.В. Ухин. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 320 с.
<http://znanium.com/catalog/product/412279>

Дополнительная литература

(электронные и печатные издания)

1. Практикум по гидравлике: Учебное пособие / Н.Г. Кожевникова, Н.П. Тогунова, А.В. Ещин, Н.А. Шевкун. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 248 с.
<http://znanium.com/catalog/product/424327>

2. Сапухин А.А. Основы гидравлики [Электронный ресурс] : учебное пособие с задачами и примерами их решения / А.А. Сапухин, В.А. Курочкина. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 112с.
<http://www.iprbookshop.ru/30350.html>

3. Козырь, И.Е. Практикум по гидравлике [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И.Е. Козырь, И.Ф. Пикалова, Н.В. Ханов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 176 с.
<https://e.lanbook.com/book/72985>

4. Испытания и диагностика строительных и дорожных машин. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.А. Байкалов, В.В. Минин. - Красноярск : ИПК СФУ, 2011. - 100 с.
<http://znanium.com/catalog/product/442116>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет»

1. <http://lib.dvfu.ru> – Научная библиотека ДВФУ, публичный онлайн каталог.
2. <https://e.lanbook.com> – Электронно-библиотечная система Издательства "Лань".
3. <http://www.iprbookshop.ru> – Электронно-библиотечная система IPR BOOKS.
4. <http://znanium.com> – Электронно-библиотечная система Znanium.com (ООО "Знаниум").

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется следующее программное обеспечение:

1. Microsoft Office (Access, Excel, PowerPoint, Word и т. д).
2. Программное обеспечение электронного ресурса сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используются следующие информационно-справочные системы:

Научная электронная библиотека eLIBRARY.

Электронно-библиотечная система издательства «Лань».

Электронно-библиотечная система «IPRbooks».

Электронно-библиотечная система «Znaniium»

Информационная система "ЕДИНОЕ ОКНО доступа к образовательным ресурсам".

IV. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

На изучение дисциплины отводится 72 часа аудиторных занятий и 72 часа самостоятельной работы. План-график самостоятельной работы размещен в Приложении 1.

Рекомендации по использованию материалов учебно-методического комплекса.

На лекционных и практических занятиях преподаватель контролирует работу студентов, отвечает на возникающие вопросы, подсказывает ход и метод решения. Если полученных в аудитории знаний окажется недостаточно, студент может самостоятельно повторно прочесть лекцию или соответствующее пособие, просмотреть примеры решения задач. Для самостоятельной работы рекомендуется использовать учебно-методический комплекс «Гидравлика», размещенный в научной библиотеке ДВФУ.

При выполнении задания на практическом занятии следует выполнить задание «по образцу», предложенному преподавателем и сформулировать вопросы. Затем выполнить индивидуальное задание. Самостоятельную работу можно выполнять как на аудиторном занятии, так и самостоятельно во внеаудиторное время. После выполнения задания, студент защищает его преподавателю в назначенное время.

Рекомендации по работе с литературой. Теоретический и практический материал курса разъяснен в материалах учебно-методического комплекса «Гидравлика», учебниках и пособиях из списка основной и дополнительной литературы.

Рекомендации по подготовке к зачету. Успешная подготовка к зачету включает работу на практических занятиях в течение семестра, выполнение всех индивидуальных заданий и проработку теоретического материала. При подготовке к зачету необходимо освоить теорию: разобрать основные темы, постановки задачи и используемые методы

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения о материально-техническом обеспечении и оснащенности образовательного процесса: лекционные и практические занятия по дисциплине «История» проходят в аудиториях, оборудованных компьютерами типа Lenovo C360G-i34164G500UDK с лицензионными программами MicrosoftOffice 2010 и аудио-визуальными средствами проектор Panasonic DLPPjectorPT-D2110XE, плазма LG FLATRON M4716CCBAM4716CJ. Для выполнения самостоятельной работы студенты в жилых корпусах ДВФУ обеспечены Wi-Fi.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

Приложение 1 к рабочей программе учебной дисциплины



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования**

**«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)**

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине «Гидравлика»

**Направление подготовки – 23.03.01 «Технология транспортных
процессов»**

**бакалаврская программа «Организация перевозок и управление на
автомобильном транспорте»**

Форма подготовки (очная)

Владивосток

2015

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1 неделя семестра	Подготовка к устному опросу по теме практического занятия 1	1,5 час.	УО-1
2	2 неделя семестра	Решение заданий по теме 1 теоретического курса	3 час.	ПР-12
3	2 неделя семестра	Подготовка к устному опросу по теме практического занятия 2	1,5 час	УО-1
4	3 неделя семестра	Подготовка к устному опросу по теме практического занятия 3	1,5 час	УО-1
5	3 неделя семестра	Решение заданий по теме 2 теоретического курса	3 час.	ПР-12
6	4 неделя семестра	Подготовка к устному опросу по теме практического занятия 4	1,5 час	УО-1
7	5 неделя семестра	Решение заданий по темам 3-5 теоретического курса	3 час.	ПР-12
8	5 неделя семестра	Подготовка к устному опросу по теме практического занятия 5	1,5 час	УО-1
9	6 неделя семестра	Решение заданий по темам 3-5 теоретического курса	3 час.	ПР-12
10	6 неделя семестра	Подготовка к устному опросу по теме практического занятия 6	1,5 час	УО-1
11	7 неделя семестра	Подготовка к устному опросу по теме практического занятия 7	1,5 час	УО-1
12	7 неделя семестра	Решение заданий по темам 6 и 7 теоретического курса	3 час.	ПР-12
13	8 неделя семестра	Решение заданий по темам 6 и 7 теоретического курса	3 час.	ПР-12
14	8 неделя семестра	Подготовка к устному опросу по теме практического занятия 8	1,5 час	УО-1
15	9 неделя семестра	Подготовка к устному опросу по теме практического занятия 9	1,5 час	УО-1
16	9 неделя семестра	Решение заданий по темам 6 и 7 теоретического курса	3 час.	ПР-12

17	10 неделя семестра	Подготовка к устному опросу по теме практического занятия 10	1,5 час	УО-1
18	10 неделя семестра	Решение заданий по темам 8 и 9 теоретического курса	3 час.	ПР-12
19	11 неделя семестра	Подготовка к устному опросу по теме занятия 11	1,5 час	УО-1
20	11 неделя семестра	Решение заданий по теме 10 теоретического курса	3 час.	ПР-12
21	12 неделя семестра	Подготовка к устному опросу по теме практического занятия 12	1,5 час	УО-1
22	12 неделя семестра	Решение заданий по темам 11 и 12 теоретического курса	3 час.	ПР-12
23	13 неделя семестра	Подготовка к устному опросу по теме практического занятия 13	1,5 час	УО-1
24	13 неделя семестра	Решение заданий по теме 13 теоретического курса	3 час.	ПР-12
25	14 неделя семестра	Подготовка к устному опросу по теме практического занятия 14	1,5 час	УО-1
26	14 неделя семестра	Решение заданий по темам 14 и 15 теоретического курса	3 час.	ПР-12
27	15 неделя семестра	Подготовка к устному опросу по теме практического занятия 15	1,5 час	УО-1
28	15 неделя семестра	Решение заданий по теме 16 теоретического курса	3 час.	ПР-12
29	16 неделя семестра	Подготовка к устному опросу по теме практического занятия 16	1,5 час	УО-1
30	16 неделя семестра	Решение заданий по теме 17 теоретического курса	3 час.	ПР-12
31	17 неделя семестра	Подготовка к устному опросу по теме практического занятия 17	1,5 час	УО-1
32	18 неделя семестра	Подготовка к устному опросу по теме практического занятия 18	1,5 час	УО-1
33	18 неделя семестра	Решение заданий по теме 17 теоретического курса	3 час.	ПР-12
Итого			72 час.	

Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

Индивидуальные задания

При организации самостоятельной работы преподаватель должен учитывать уровень подготовки каждого студента и предвидеть трудности, которые могут возникнуть при выполнении самостоятельной работы. Преподаватель дает каждому студенту индивидуальные задания. Некоторые из них могут осуществляться в группе. Выдача индивидуальных расчетно-графических заданий производится в зависимости от проходимой тематики курса.

По курсу «Гидравлика» студент должен выполнить задание, состоящее из задач по определению основных физических свойств жидкостей, по гидростатике, гидродинамике, расчету трубопроводов, истечению жидкости через отверстия и насадки, гидроприводу.

Выполненные гидравлические расчеты должны содержать:

- исходные данные;
- обоснование принятого метода расчета;
- последовательность и результаты расчета.

Исходные данные поясняются рисунком или расчетной схемой, при необходимости дополняются физическими характеристиками (плотность, вязкость и т.д.) или справочными коэффициентами и нормативными данными (коэффициенты шероховатости, местного сопротивления). Размерность всех физических величин переводится в единицы системы СИ.

Применение расчетной зависимости или метода расчета должно иметь краткое, четкое обоснование. Формулы и уравнения располагаются на отдельных строках.

Буквенным обозначениям, входящим в формулу, дается объяснение и указывается размерность. При повторном использовании формул обозначения не требуются.

Вычисления по формуле представляются в виде:

- записывается формула (в буквенных обозначениях);
- подставляются численные значения;
- приводится окончательный результат, не приводя никаких промежуточных вычислений.

Однотипные вычисления приводятся в табличной форме с указанием размерности приводимых величин.

Графический материал представляется в виде схем, чертежей, графиков. Схемы с буквенными обозначениями приводятся для пояснения текста и выполняются не в масштабе.

Чертежи выполняются в масштабе, при построении пьезометрических линий используется искаженный масштаб. На чертеже указываются вертикальный и горизонтальный масштабы, искажение допускается любое. Графики строятся по точкам, полученным в результате расчетов. Построение графиков следует выполнять на миллиметровой бумаге. Построение выполняется не менее чем по четырем точкам. Под чертежами и графиками должны быть подписи, поясняющие его содержание. Оси графика являются масштабными шкалами и должны быть разделены на равные части. Деления обозначаются соответствующими цифрами. Текст работы пишется без сокращения слов, исключая общепринятые сокращения.

Студент, выполнивший работу должен ее защитить.

Далее приводятся образцы решения.

Индивидуальное задание по теме 1 «Основные физические свойства жидкостей»

Определить повышение давления в закрытом объеме с водой при повышении температуры от 20 до 40 °С, если коэффициент температурного расширения $\beta_t = 4 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, модуль упругости $E = 2,06 \cdot 10^3 \text{ МПа}$. Утечками воды и деформацией элементов конструкции резервуара пренебречь.

Решение. Из-за повышения температуры объем воды увеличится на величину

$$\Delta W = \beta_t W_1 \Delta t,$$

где W_1 – первоначальный объем воды; $\Delta t = 40 - 20 = 20^\circ\text{C}$ – повышение температуры.

Величина повышения давления

$$\Delta p = \frac{E \Delta W}{W_1}.$$

Подставляя сюда найденное выше выражение для ΔW , после преобразования получаем

$$\Delta p = E \Delta t = 2,06 \cdot 10^3 \cdot 20 = 41,2 \cdot 10^3 \text{ МПа}.$$

Индивидуальное задание по теме 2 «Законы и уравнения гидростатики».

Цистерна с нефтью диаметром $D = 1,2 \text{ м}$ и длиной $L = 2,5 \text{ м}$ движется горизонтально с постоянным ускорением $a = 2 \text{ м/с}^2$ (рис. 1). Плотность нефти $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$; наполнение цистерны $b = 1 \text{ м}$. Определить силы давления на плоские торцовые стенки A и B цистерны.

Решение. При горизонтальном движении цистерны с ускорением a свободная поверхность жидкости наклонится к горизонту под углом β , определяемым из условия

$$\tan \beta = \frac{a}{g}$$

Величина, на которую опустится нефть у передней стенки A и поднимется у задней стенки B , определится по формуле

$$\Delta h = \frac{L \cdot a}{2 \cdot g} = \frac{2,5 \cdot 2}{2 \cdot 9,81} = 0,25 \text{ м}$$

Сила давления нефти на крышку A равна

$$P_A = \rho g h_{CA} \omega_A = \rho g (b - \Delta h) \frac{\pi D^2}{4} = 900 \cdot 9,81 (1 - 0,25) \frac{\pi \cdot 1,2^2}{4} = 7485 \text{ Н.}$$

Сила давления нефти на крышку B равна

$$P_B = \rho g h_{CB} \omega_B = \rho g (b + \Delta h) \frac{\pi D^2}{4} = 900 \cdot 9,81 (1 + 0,25) \frac{\pi \cdot 1,2^2}{4} = 12475 \text{ Н.}$$

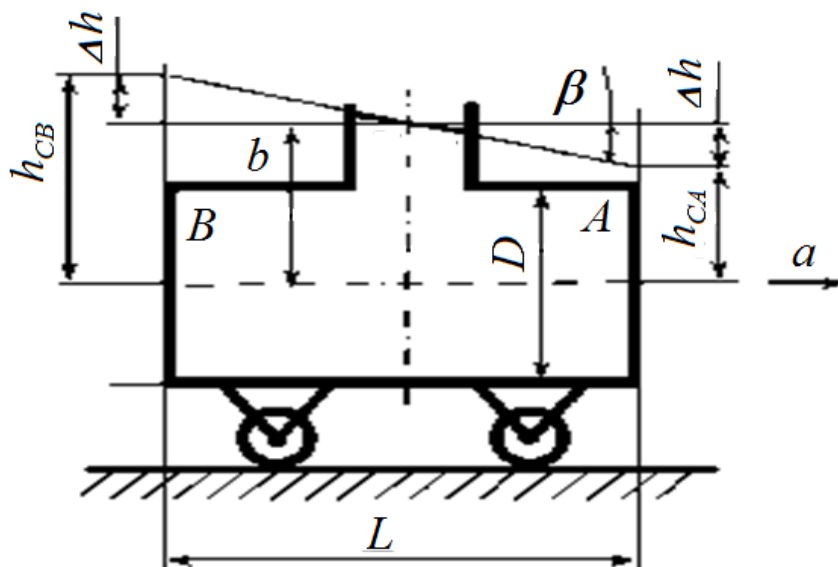


Рис 1.

Индивидуальное задание по теме 3 «Силы гидростатического давления».

Определить силы гидростатического давления воды P_{AB} и P_{BC} на грани устоя AB и BC соответственно; точки приложения силы давления h_{D_1} и h_{D_2} на эти грани. Построить эпюры избыточного гидростатического давления на грани AB и BC , если известны глубины перед устоем $h_1 = 1,5 \text{ м}$ и $h_2 = 3 \text{ м}$.

Угол наклона грани BC к горизонту $\alpha = 60^\circ$. Ширина устоя $b = 2,4 \text{ м}$.

Решение. 1. Аналитический метод решения

1.1. Сила гидростатического давления на грань AB

$$P_{AB} = \rho g h_{C_1} \omega_1 = \rho g \frac{h_1}{2} h_1 b =$$

$$= 1000 \cdot 9,81 \cdot \frac{1,5}{2} \cdot 1,5 \cdot 2,4 = 26,46 \text{ кН},$$

на грань ВС

$$P_{BC} = \rho g h_{C_2} \omega_2 = \rho g \left(h_1 + \frac{h_2}{2} \right) h_2 b =$$

$$= 1000 \cdot 9,81 \left(1,5 + \frac{3}{2} \right) \cdot 3 \cdot 2,4 = 244,68 \text{ кН}.$$

1.2. Центр давления z_{D_1} силы P_{AB}

$$z_{D_1} = h_{C_1} + \frac{J}{\omega_1 h_{C_1}} = \frac{h_1}{2} + \frac{2bh_1^3}{12bh_1^2} = \frac{2h_1}{3} = \frac{2 \cdot 1,5}{3} = 1 \text{ м};$$

Центр давления z_{D_2} силы P_{BC}

$$z_{D_2} = h_{C_2} + \frac{J}{\omega_2 h_{C_2}} = h_1 + \frac{h_2}{2} + \frac{\frac{bh_2^3}{12} \sin \alpha}{h_2 b \left(h_1 + \frac{h_2}{2} \right)} =$$

$$= 1,5 + \frac{3}{2} + \frac{2,4 \cdot 3^3 \cdot \sin 60^\circ}{12 \cdot 3 \cdot 2,4 \left(1,5 + \frac{3}{2} \right)} = 3,216 \text{ м}.$$

2. Графоаналитический метод

2.1. Гидростатическое давление в точке С

$$p_{.C} = \rho g (h_1 + h_2) = 1000 \cdot 9,81 (1,5 + 3) = 44,145 \text{ кПа},$$

в точке В

$$p_{.B} = \rho g h_1 = 1000 \cdot 9,81 \cdot 1,5 = 14,715 \text{ кПа},$$

в точке А $p_A = 0$.

Для построения эпюры гидростатического давления на грань АВ отложим в выбранном масштабе величину гидростатического давления в точке В со стороны жидкости перпендикулярно грани АВ и полученную точку соединяем с точкой А. Для построения эпюры гидростатического давления на грань ВС из точек В и С откладываем по нормали к грани ВС значения избыточного давления в точках В и С. Полученные точки соединяем между собой. Эпюра гидростатического давления на грань АВ изобразится в виде треугольника, на грань ВС – в виде трапеции.

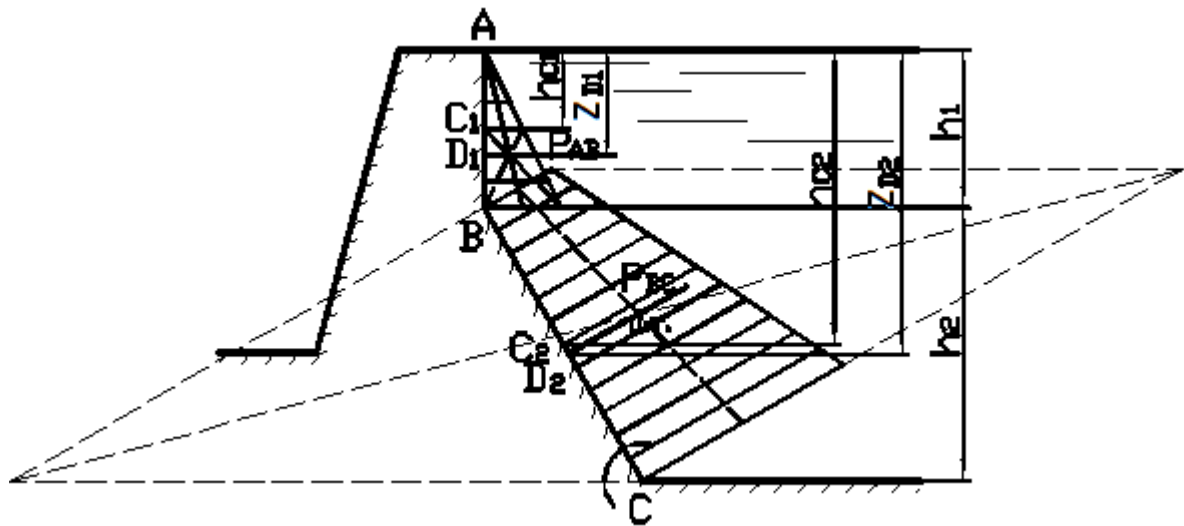


Рис. 2.

2.2. Сила гидростатического давления равна весу жидкости в объеме эпюры давления, которая представляет собой призму с основанием в виде эпюры гидростатического давления и высотой равной ширине устоя.

Сила гидростатического давления на грань АВ:

$$P_{AB} = \frac{1}{2} \rho g h_1^2 b = \frac{1}{2} 1000 \cdot 9,81 \cdot 1,5^2 \cdot 2,4 = 26,46 \text{ кН};$$

на грань ВС:

$$P_{BC} = \frac{1}{2} (\rho g h_1 + \rho g (h_1 + h_2)) \frac{h_2}{\sin \alpha} b =$$

$$= \frac{1}{2} (1000 \cdot 9,81 \cdot 1,5 + 1000 \cdot 9,81 (1,5 + 3)) \frac{3}{\sin 60^\circ} 2,4 = 244,68 \text{ кН}$$

2.3. Сила гидростатического давления P будет проходить через центр эпюры давления нормально к каждой грани устоя. Следовательно, центр давления D_1 силы P_{AB} будет расположен на расстоянии $Z_{D_1} = 2h_1/3 = 1 \text{ м}$, а центр давления D_2 силы P_{BC} находится по масштабу, исходя из графического нахождения центра тяжести трапеции (соединяя середины противоположных сторон и достраивая трапецию до параллелограмма, соединив противоположные его точки) $Z_{D_2} = 3,216 \text{ м}$.

Ответ: $P_{AB} = 26,46 \text{ кН}$, $P_{BC} = 244,68 \text{ кН}$, $z_{D_1} = 1 \text{ м}$, $z_{D_2} = 3,216 \text{ м}$.

Индивидуальное задание по теме 7 «Одномерная модель и приведение к ней плавно изменяющихся течений. Уравнение Бернулли для потока жидкости».

Определить расход воды из резервуара при истечении под уровень через систему труб длиной $l_1 = 4 \text{ м}$, $l_2 = 12 \text{ м}$, диаметром $d_1 = 32 \text{ мм}$, $d_2 = 50 \text{ мм}$.

мм. Уровни жидкости в резервуарах считать постоянными. Давление на поверхности в резервуаре А равно $p_{ман} = 20$ кПа. Уровни воды в резервуарах $h_1=5$ м, $h_2=3$ м. Задвижка на трубопроводе открыта на три четверти. Построить пьезометрическую и напорную линии.

Решение. Составим уравнение Бернулли для сечений I-I и II-II, относительно плоскости сравнения 0-0, которая совпадает с уровнем воды в приемном резервуаре.

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_{ном.}$$

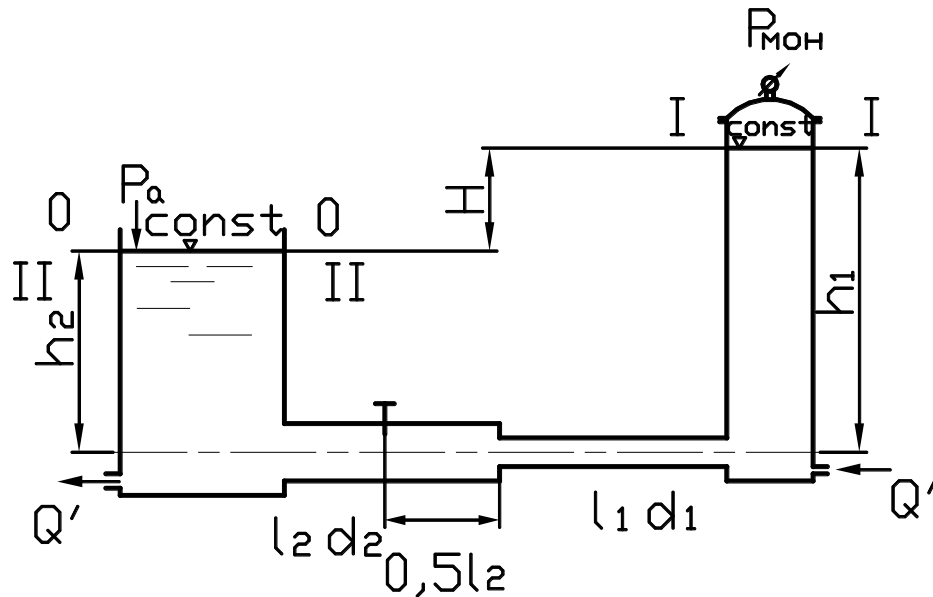


Рис. 3

Значения отдельных членов, входящих в это уравнение:

$$z_1 = H, \frac{p_1}{\rho g} = \frac{p_{ман}}{\rho g}, \frac{\alpha v_1^2}{2g} = 0, \text{ т.к. } \nabla = const ;$$

$$z_2 = 0, \frac{p_2}{\rho g} = 0, \frac{\alpha v_2^2}{2g} = 0, \text{ т.к. } \nabla = const .$$

Подставив эти значения в уравнение Бернулли (1), получаем:

$$H + \frac{p_{ман}}{\rho g} = h_{ном} .$$

Пьезометрическая высота в метрах водяного столба равна:

$$\frac{p_{ман}}{\rho g} = \frac{20 \cdot 10^3}{1000 \cdot 9,81} = 2 \text{ м.}$$

1. Потери на трение по длине в первой трубе:

$$h_{l_1} = \lambda_1 \frac{l_1}{d_1} \cdot \frac{v_1^2}{2g}.$$

Коэффициент гидравлического трения λ определим по эмпирической формуле Дарси для водопроводных труб $d < 500$ мм, где d – диаметр трубы в метрах [4]

$$\lambda_1 = 0,02 \left(1 + \frac{1}{40d_1} \right) = 0,02 \left(1 + \frac{1}{40 \cdot 0,032} \right) = 0,035,$$

тогда

$$h_{l_1} = 0,035 \frac{4}{0,032} \cdot \frac{v_1^2}{2g} = 4,45 \frac{v_1^2}{2g}.$$

Выражая потери на трение по длине через скорость v_2 , получим:

$$v_1 \omega_1 = v_2 \omega_2, \quad v_1 = \frac{v_2 \omega_2}{\omega_1}, \quad \omega_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} = 0,0008 \text{ м}^2,$$

$$\omega_2 = \frac{\pi d_2^2}{4} = 0,00196 \text{ м}^2, \quad \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} \right)^2 = 6;$$

$$h_{l_1} = 4,45 \frac{v_1^2}{2g} = 4,45 \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} \right)^2 \frac{v_2^2}{2g} = 4,45 \cdot 6 \frac{v_2^2}{2g} = 26,7 \frac{v_2^2}{2g}$$

2. Потери напора на трение по длине во второй трубе:

$$\lambda_2 = 0,02 \left(1 + \frac{1}{40 \cdot 0,05} \right) = 0,03,$$

$$h_{l_2} = \lambda_2 \frac{l_2}{d_2} \frac{v_2^2}{2g} = 0,03 \frac{12}{0,05} \frac{v_2^2}{2g} = 7,2 \frac{v_2^2}{2g}.$$

3. Потери напора на вход в трубу:

$$h_{ex} = \xi_{ex} \frac{v_1^2}{2g} = 0,5 \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} \right)^2 \frac{v_2^2}{2g} = 0,5 \cdot 6 \frac{v_2^2}{2g} = 3 \frac{v_2^2}{2g}.$$

4. Потери напора на внезапное расширение:

$$h_{ep} = \xi_{ep} \frac{v_2^2}{2g} = \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} - 1 \right)^2 \frac{v_2^2}{2g} = (2,45 - 1) \frac{v_2^2}{2g} = 2,1 \frac{v_2^2}{2g}.$$

5. Потери напора в задвижке:

$$h_{завдв} = \xi_{завдв} \frac{v_2^2}{2g} = 0,26 \frac{v_2^2}{2g}$$

($\xi_{завдв} = 0,026$ при открытии задвижки на три четверти).

6. Потери напора на выход из трубы в резервуар:

$$h_{вых} = \xi_{вых} \frac{v_2^2}{2g} = \frac{v_2^2}{2g}.$$

Суммирование всех потерь напора в данной системе труб дает следующий результат:

$$\begin{aligned} \sum h_{ном} &= h_{вх} + h_{l_1} + h_{l_2} + h_{сп} + h_{завдв} + h_{вых} = \\ &(3 + 26,7 + 7,2 + 2,1 + 0,26 + 1) \frac{v_2^2}{2g} = 40,26 \frac{v_2^2}{2g}. \end{aligned}$$

Подставляя полученные значения в итоговое уравнение Бернулли, получим:

$$2 + 2 = 40,26 \frac{v_2^2}{2g},$$

откуда найдем скорость течения во второй трубе $v_2 = 1,39$ м/с, а скорость течения в первой трубе будет равна

$$v_1 = \frac{v_2 \omega_2}{\omega_1} = \frac{1,39 \cdot 0,00196}{0,0008} = 1,39 \cdot 2,45 = 3,4 \text{ м/с}.$$

Расход воды из резервуара:

$$Q = v_1 \omega_1 = 3,4 \cdot 0,0008 = 2,72 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}.$$

Для построения пьезометрической и напорной линии вычислим скоростные напоры и потери напора:

$$\frac{v_1^2}{2g} = \frac{3,4^2}{19,6} = 0,589 \text{ м}, \quad \frac{v_2^2}{2g} = \frac{1,39^2}{19,6} = 0,098 \text{ м};$$

$$h_{l_1} = 4,38 \cdot 0,589 = 2,54 \text{ м}, \quad h_{сп} = 2,1 \cdot 0,098 = 0,2 \text{ м};$$

$$h_{l_2} = 7,2 \cdot 0,098 = 0,7 \text{ м}, \quad h_{завдв} = 0,26 \cdot 0,098 = 0,025 \text{ м};$$

$$h_{вх} = 0,5 \cdot 0,589 = 0,29 \text{ м}, \quad h_{вых} = 1 \cdot 0,098 = 0,098 \text{ м}.$$

Проверяем правильность расчета:

$$\sum h_{ном} = 3,85 \approx 4,0 \text{ м}.$$

Напор z , который соответствует полному гидродинамическому напору в резервуаре А равен:

$$z = H + \frac{P_{ман}}{\rho g} = 2 + 2 = 4 \text{ м.}$$

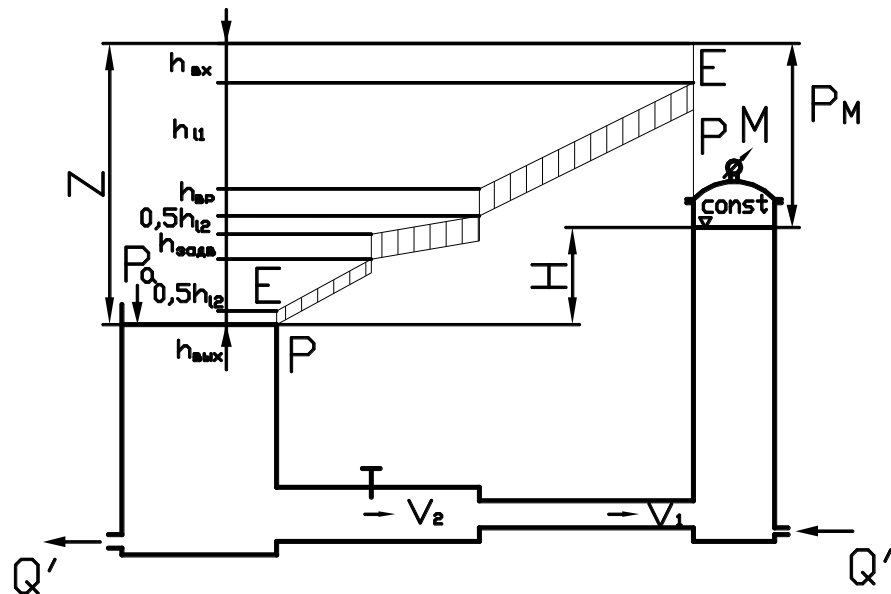


Рис. 4

Индивидуальное задание по теме 10 «Режимы движения жидкости».
По трубе диаметром $d = 20$ см под напором движется минеральное масло

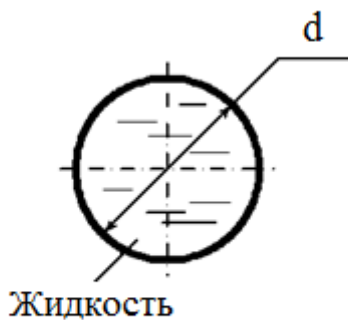


Рис.5.

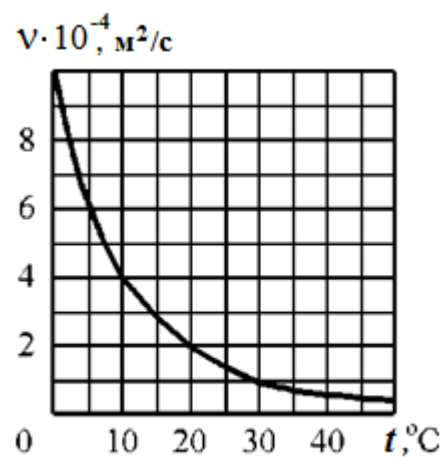


Рис.6.

с температурой $t = 30^\circ\text{C}$ (рис. 5). Определить критическую скорость и расход, при котором происходит смена режимов движения жидкости. График зависимости кинематического коэффициента вязкости жидкости от температуры показан на рис. 6.

Решение. Смена режимов произойдет при скорости, соответствующей критическому числу Рейнольдса. Для круглых напорных трубопроводов

расчет выполняется по нижнему критическому числу Рейнольдса

$$Re_{н.кр} = \frac{v_{н.кр} \cdot d}{\nu},$$

отсюда

$$v_{н.кр} = \frac{Re_{н.кр} \cdot \nu}{d}.$$

По графику (рис. 6) при температуре $t = 30^\circ\text{C}$ находим кинематическую вязкость масла $\nu = 1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$. Подставляя значения величин в основных единицах измерения системы СИ, получим

$$v_{н.кр} = \frac{2320 \cdot 1 \cdot 10^{-4}}{0,2} = 1,16 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Расход определяем по формуле

$$Q = v_{н.кр} \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 1,16 \frac{\pi \cdot 0,2^2}{4} = 0,0364 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}.$$

Индивидуальное задание по теме 11 «Турбулентный режим движения жидкости».

По горизонтальному трубопроводу длиной $l = 150 \text{ мм}$ и диаметром $d = 200 \text{ мм}$ движется жидкость плотностью $\rho = 950 \text{ кг/м}^3$, имеющая кинематический коэффициент вязкости $\nu = 15 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$. Трубы бесшовные стальные, бывшие в эксплуатации. Определить среднюю скорость движения жидкости, если перепад давлений в начале и конце участка трубопровода составляет $\Delta p = 12 \text{ кПа}$. Местные потери напора не учитывать.

Решение. Перепад давления в начале и конце участка трубопровода Δp затрачивается на преодоление гидравлических сопротивлений по длине потока. Тогда уравнение Бернулли примет вид

$$\frac{\Delta p}{\rho g} = \lambda \frac{l v^2}{d 2g}$$

Коэффициент гидравлического трения λ зависит от зоны гидравлических сопротивлений, которая нам неизвестна. Задаваясь зоной гидравлических сопротивлений, задачу решаем методом последовательных приближений. Обычно на первом этапе предполагают, что имеет место квадратичный закон гидравлических сопротивлений (гидравлически шероховатых труб). Для труб бесшовных стальных, бывших в эксплуатации принимаем $\Delta = 0,2 \text{ мм}$).

Тогда

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{\Delta}{d} \right)^{0,25} = 0,11 \left(\frac{0,0002}{0,2} \right)^{0,25} = 0,02.$$

Из уравнения Бернулли выразим скорость движения жидкости в первом приближении:

$$v = \sqrt{\frac{2\Delta p d}{\lambda \rho l}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 12 \cdot 10^3 \cdot 0,2}{0,02 \cdot 950 \cdot 150}} = 1,3 \text{ м/с.}$$

Для установления зоны гидравлических сопротивлений находим число Рейнольдса:

$$Re = \frac{vd}{\nu} = \frac{1,3 \cdot 0,2}{15 \cdot 10^{-6}} = 17333$$

Режим движения - турбулентный. Находим отношения:

$$10 \frac{d}{\Delta} = 10 \frac{0,2}{0,0002} = 10000;$$

$$500 \frac{d}{\Delta} = 500 \frac{0,2}{0,0002} = 500000.$$

Число Рейнольдса находится в диапазоне

$$10 \frac{d}{\Delta} < Re \leq 500 \frac{d}{\Delta},$$

что соответствует переходной зоне от гидравлически гладких труб к гидравлически шероховатым.

Находим значение λ для переходной зоны гидравлических сопротивлений:

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{68}{Re} + \frac{\Delta}{d} \right)^{0,25} = 0,11 \left(\frac{68}{17333} + \frac{0,0002}{0,2} \right)^{0,25} = 0,028.$$

Уточняем скорость движения жидкости:

$$v = \sqrt{\frac{2\Delta p d}{\lambda \rho l}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 12 \cdot 10^3 \cdot 0,2}{0,028 \cdot 950 \cdot 150}} = 1,1 \text{ м/с.}$$

Тогда число Рейнольдса

$$Re = \frac{vd}{\nu} = \frac{1,1 \cdot 0,2}{15 \cdot 10^{-6}} = 14666$$

Число Рейнольдса находится в переходной зоне гидравлических сопротивлений. Уточняем значения λ и ν :

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{68}{Re} + \frac{\Delta}{d} \right)^{0,25} = 0,11 \left(\frac{68}{14666} + \frac{0,0002}{0,2} \right)^{0,25} = 0,03;$$

$$v = \sqrt{\frac{2\Delta p d}{\lambda \rho l}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 12 \cdot 10^3 \cdot 0,2}{0,023 \cdot 950 \cdot 150}} = 1,06 \text{ м/с.}$$

Как видно из расчетов, последнее значение скорости отличается от предыдущего на 3,6%, что соответствует достаточной точности расчетов.

В учебных целях погрешность не должна превышать 5 %. В случае, если

погрешность превысит 5%, необходимо провести дальнейшее уточнение расчетной величины.

Индивидуальное задание по теме 13 «Истечение жидкости через отверстия и насадки»

Вода вытекает из закрытого резервуара в атмосферу через отверстие диаметром $d = 20$ мм. Глубина погружения центра отверстия $h = 0,45$ м, избыточное давление на поверхности жидкости $p_0 = 8,3$ кПа. Определить расход жидкости, а также необходимое избыточное давление для пропуска того же расхода, если к отверстию присоединить цилиндрический внешний насадок длиной $l = 0,1$ м.

Решение. В случае истечения жидкости через отверстие из закрытого резервуара в атмосферу формула расхода принимает вид

$$Q = \mu_{\text{отв}} \omega \sqrt{2g \left(\frac{p_0}{\rho g} + h \right)}$$

где $\mu_{\text{отв}}$ – коэффициент расхода, для круглого отверстия $\mu_{\text{отв}} = 0,62$; ω – площадь отверстия

$$\omega = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,02^2}{4} = 3,14 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

После подстановки численных значений получаем

$$Q = 0,62 \cdot 3,14 \cdot 10^{-4} \sqrt{2 \cdot 9,81 \left(\frac{8,3 \cdot 10^3}{1000 \cdot 9,81} + 0,45 \right)} = 1,01 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}.$$

Если к отверстию в дне резервуара присоединить цилиндрический внешний насадок того же диаметра, то формула расхода принимает вид

$$Q = \mu_{\text{н}} \omega \sqrt{2g \left(\frac{p_0}{\rho g} + h + l \right)},$$

тогда

$$p_0 = \rho g \left(\frac{Q^2}{2g\mu_{\text{н}}^2\omega^2} - h - l \right),$$

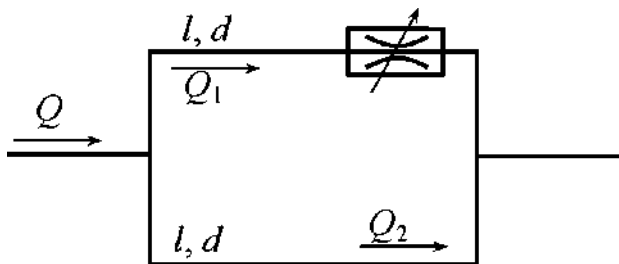
где $\mu_{\text{н}}$ – коэффициент расхода, для внешнего цилиндрического насадка $\mu_{\text{н}} = 0,82$; l – длина насадка.

После подстановки численных значений имеем

$$p_0 = 1000 \cdot 9,81 \left(\frac{(1,01 \cdot 10^{-3})^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,82^2 \cdot (3,14 \cdot 10^{-4})^2} - 0,45 - 0,1 \right) = 2,3 \text{ кПа}.$$

Индивидуальное задание по теме 14 «Расчет трубопроводных систем»

Расход в основной гидролинии $Q = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$. Определить расходы Q_1



и Q_2 в параллельных одинаковых по длине и диаметру трубах ($l = 1 \text{ м}$, $d = 10 \text{ мм}$), если в одной из них установлен дроссель D с коэффициентом сопротивления $\zeta = 9$. Коэффициент сопротивления трения $\lambda_1 = \lambda_2 = 0,03$ (рис. 7).

Рис. 7

Решение. Потери напора в параллельных трубах

$$h_{w1} = h_{w2}$$

или

$$\left(\lambda \frac{l}{d} + \zeta\right) \frac{Q_1^2}{2g \left(\frac{\pi d^2}{4}\right)^2} = \lambda \frac{l}{d} \frac{Q_2^2}{2g \left(\frac{\pi d^2}{4}\right)^2}$$

Потери напора в дросселе учтем с помощью эквивалентной длины

$$l_3 = \frac{\zeta d}{\lambda}$$

Произведя подстановку, получим

$$(l + l_3)Q_1^2 = lQ_2^2$$

Тогда

$$Q_1 = Q_2 \sqrt{\frac{l}{l + l_3}} = Q_2 \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{9 \cdot 0,01}{0,03}}} = \frac{Q_2}{2}$$

Расход в основной гидролинии равен сумме расхода в параллельных трубах

$$Q = Q_1 + Q_2$$

Использував полученное соотношение между Q_1 и Q_2 , получим

$$Q = \frac{1}{2}Q_2 + Q_2$$

Отсюда

$$Q_2 = \frac{2}{3}Q = \frac{2}{3} \cdot 3 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$$

$$Q_1 = Q - Q_2 = 3 - 2 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$$

Индивидуальное задание по теме 16 «Гидропривод».

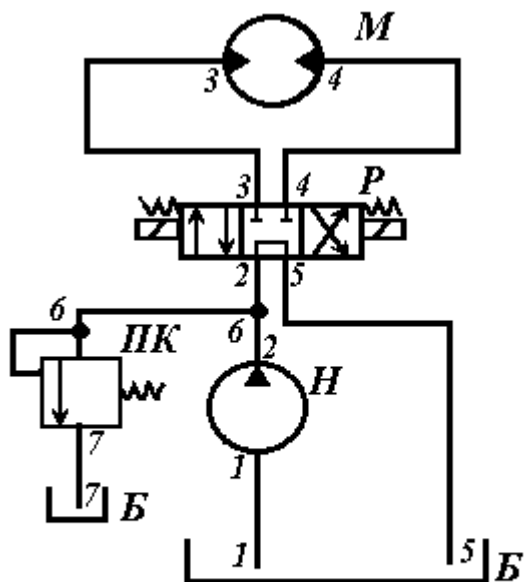


Рис. 8

Определить необходимую подачу насоса и коэффициент полезного действия (КПД) гидравлического привода, схема которого изображена на рис. 8. КПД насоса $\eta_n = 0,74$, рабочий объем гидромотора $q_m = 63 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$, частота вращения вала $n_m = 12 \text{ с}^{-1}$, крутящий момент на валу гидромотора $M_m = 50 \text{ Н} \cdot \text{м}$. КПД гидромотора: механический $\eta_{m,m} = 0,82$, объемный $\eta_{m,o} = 0,91$. Потери (перепад) давления в распределителе $\Delta p = 0,15 \text{ МПа}$. Длина гидролиний (общая) $l = 1 \text{ м}$, диаметр труб $d = 0,02 \text{ м}$. Коэффициент местного

сопротивления поворота трубы (колена) $\zeta = 0,2$, количество поворотов $m = 6$. Коэффициент гидравлического трения $\lambda = 0,035$. Плотность рабочей жидкости $\rho_m = 780 \text{ кг/м}^3$.

Решение. Подача насоса, без учета утечек, должна быть равна расходу через гидромотор, который определяем по выражению

$$Q_n = Q_m = \frac{q_m n_m}{\eta_{m,o}} = \frac{63 \cdot 10^{-6} \cdot 12}{0,91} = 0,83 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}.$$

Потери давления в гидролиниях определяем по формуле

$$\Delta p_c = \rho_m \left(\lambda \frac{l}{d} + \sum \zeta \right) \frac{Q^2}{2\omega^2} = 780 \left(0,035 \frac{7}{0,02} + 1,2 \right) \frac{(0,83 \cdot 10^{-3})^2}{2 \frac{3,14^2 \cdot 0,02^4}{16}}$$

$$= 36650 \text{ Па} = 0,037 \text{ МПа}.$$

Перепад давления в гидромоторе

$$\Delta p_m = \frac{2 \cdot \pi \cdot M_m}{q_m \cdot \eta_{m,m}} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 50}{63 \cdot 10^{-6} \cdot 0,82} = 6,078 \cdot 10^6 \text{ Па} = 6,1 \text{ МПа}.$$

Необходимое давление

$$p_n = \Delta p_m + 2\Delta p_p + \Delta p_c = 6,1 + 2 \cdot 0,15 + 0,037 = 6,437 \text{ МПа} = 6,437 \cdot 10^6 \text{ Па}.$$

КПД гидропривода

$$\eta = \frac{M_m 2\pi n_m}{p_n Q_n} = \frac{50 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 12}{6,437 \cdot 10^6 \cdot 0,83 \cdot 10^{-3}} = 0,53.$$

Устные опросы

Устные опросы осуществляются преподавателем по завершению изучения каждого раздела. Вопросы и задания приведены в приложении 2.

Для подготовки используется основная и дополнительная литература по дисциплине «Гидравлика».

Вопросы, возникающие в процессе подготовки, студент может задать преподавателю либо на консультациях, либо через специальное средство LMS BlackBoard.

Тестирование

Тестирование осуществляется на итоговом занятии через систему BlackBoard.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Результаты самостоятельной работы студент выполняет в виде расчетно-графической работы по изучаемым разделам. Решение предложенного преподавателем задания должно быть проведено указанными методами и сопровождаться графиками, иллюстрирующими результаты изучаемых методов решения. При этом можно использовать возможности вычислений на ЭВМ. Выполненные задания представляются преподавателю.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов включает расчетно-графические работы по изучаемым разделам, которые должны быть защищены у преподавателя, а также подготовку к устным опросам. Выполнение и защита расчетно-графических работ обязательны для получения зачета. Критерии оценки каждого вида работы приведены в приложении 2.

Приложение 2 к рабочей программе учебной дисциплины



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования**

**«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)**

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ
по дисциплине «Гидравлика»**

**Направление подготовки – 23.03.01 «Технология транспортных
процессов»**

**бакалаврская программа «Организация перевозок и управление на
автомобильном транспорте»**

Форма подготовки (очная)

Владивосток

2015

Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-3 способность применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем в области технологии, организации, планирования и управления технической и коммерческой эксплуатацией транспортных систем	знает	требования к гидравлическим системам транспортно-технологических машин и транспортных погрузо-разгрузочных средств
	умеет	заниматься поиском существующих и новых нормативных документов, используемых при расчете и эксплуатации гидравлических систем транспортно-технологических машин и транспортных погрузо-разгрузочных средств
	владеет	навыками формулирования и решения технических и технологических проблем в области технологии, организации, планирования и управления технической и коммерческой эксплуатацией транспортных систем

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели	баллы
ОПК-3 способность применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем в области технологии, организации, планирования и	знает (пороговый уровень)	требования к гидравлическим системам транспортно-технологических машин и транспортных погрузо-разгрузочных средств	знание процессов и явлений, связанных с профессиональной деятельностью, критериев надежности и работоспособности систем и объектов в своей предметной области	знание актуальной научно-технической литературы; знание правил оформления конструкторской документации в соответствии с ЕСКД	61-75
	умеет (продвинутый уровень)	заниматься поиском существующих и новых нормативных документов, используемых при расчете, проектировании и эксплуатации	способность собрать и проанализировать информацию, которая поможет выбрать нормативные показатели	способность оценивать уровень показателей, которые достижимы при доступных процессах, персонале,	76-85

управления технической и коммерческой эксплуатацией транспортных систем		гидравлических систем транспортно- технологических машин и транспортных погрузо-разгрузочных средств		ресурсах, инфраструктуре и финансовых средствах в конкретных условиях производства	
	владе ет (глуб окий урове нь освое ния)	навыками формулирования и решения технических и технологических проблем в области технологии, организации, планирования и управления технической и коммерческой эксплуатацией транспортных систем	владение системой фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем в области технологии, организации, планирования и управления технической и коммерческой эксплуатацией транспортных систем	способность провести анализ возможностей решения технических и технологических проблем в области технологии, организации, планирования и управления технической и коммерческой эксплуатацией транспортных систем	86- 100

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Перечень типовых вопросов экспресс-опроса по теме занятий

1. Плотность жидкости измеряется в

- а) $\text{м}^3/\text{кг}$;
- б) $\text{Н}/\text{м}^3$;
- в) $\text{кг}/\text{м}^3$;
- г) $\text{м}^2/\text{Н}$.

2. Закон распределения абсолютного гидростатического давления по глубине выражается уравнением:

- а) $p = \rho gh$;
- б) $p = p_0 + \rho gh$;
- в) $P = \rho gh + a + p_0$;
- г) $p = h + \rho ga$.

3. Удельная потенциальная энергия при равномерном движении потока вязкой жидкости

- а) остается постоянной;
- б) убывает;
- в) увеличивается;
- г) вначале убывает, а затем увеличивается.

4. Кинематический коэффициент вязкости ν несжимаемой жидкости с увеличением температуры

- а) увеличивается;
- б) уменьшается;
- в) остается неизменным;
- г) становится равной нулю.

5. С увеличением температуры вязкость капельных жидкостей

- а) увеличивается;
- б) уменьшается;
- в) не изменяется;
- г) становится равной нулю.

6. Коэффициент трения λ при турбулентном режиме движения жидкости для гидравлически шероховатых труб зависит от

- а) числа Рейнольдса (Re);
- б) относительной шероховатости $\frac{\Delta\varepsilon}{d}$;
- в) длины трубопровода;
- г) вязкости жидкости;
- д) числа Рейнольдса и относительной шероховатости.

7. Величина гидравлического уклона при движении реальной жидкости

- а) положительна;
- б) отрицательна;
- в) знакопеременна;
- г) равна нулю.

8. Единица измерения кинематического коэффициента вязкости жидкости, система «СИ»:

- а) кг/м³;
- б) м³/Н;
- в) м²/с;
- г) с/см².

9. Коэффициент местного сопротивления ζ зависит от:

- а) длины трубопровода;
- б) от шероховатости трубопровода;
- в) от числа Рейнольдса;
- г) от температуры жидкости.

10. Потери напора по длине трубопровода при турбулентном режиме движения жидкости:

- а) пропорциональны $v^{2,5}$;
- б) пропорциональны $v^{2,0}$;
- в) пропорциональны $v^{1,0}$;
- г) не зависят от скорости.

11. Число Рейнольдса (Re) определяется по зависимости:

- а) $Re = \frac{\mu}{\nu l}$;
- б) $Re = \frac{\nu l}{d}$;
- в) $Re = \frac{\nu d}{\nu}$;
- г) $Re = \frac{\nu}{\nu R}$;
- д) $Re = \nu d \nu$.

12. Размерность числа Рейнольдса (Re) в системе СИ:

- а) м²/с;
- б) м/час;
- в) л/мин;
- г) м/с;
- д) число безразмерное.

13. Движение жидкости является напорным:

- а) в реке;

- б) в озере;
- в) в трубах с полным заполнением живого сечения;
- г) в струях;
- д) в трубах с частичным заполнением сечения.

14. Потери напора по длине трубопровода зависят от:

- а) внутреннего давления;
- б) наличия местных сопротивлений;
- в) толщины стенки;
- г) скорости движения жидкости;
- д) числа местных сопротивлений.

15. Свойство гидростатического давления:

- а) направлено по внешней нормали к площадке действия;
- б) направлено под углом 30^0 к площадке действия;
- в) направлено параллельно площадке действия;
- г) направлено по внутренней нормали к площадке действия;
- д) направлено под углом 45^0 к площадке действия.

16. Удельная кинетическая энергия жидкости по течению потока в наклонной трубе постоянного диаметра:

- а) увеличивается;
- б) уменьшается;
- в) остается неизменной;
- г) вначале убывает, а затем увеличивается.

17. Связь между динамической и кинематической вязкостью выражается зависимостью:

- а) $\nu = \mu\rho$;
- б) $\mu = \frac{\nu}{\rho}$;
- в) $\nu = \frac{\mu}{\rho}$;
- г) $\nu = \frac{\mu}{\rho g}$;
- д) $\mu = \nu\rho g$.

18. Коэффициент трения λ при ламинарном режиме зависит от:

- а) относительной шероховатости $\frac{\Delta \varepsilon}{d}$;
- б) числа Рейнольдса (Re);
- г) длины трубы;
- д) вида местных сопротивлений.

19. Пружинным манометром измеряется давление:

- а) абсолютное;
- б) избыточное;
- в) вакуумметрическое;
- г) атмосферное.

20. Возникновению местных гидравлических сопротивлений способствует:

- а) длина трубопровода;
- б) материал трубопровода;
- в) изменение конфигурации трубы;
- г) толщина стенки трубы.

21. Объемный расход жидкости в системе СИ измеряется в:

- а) м²/час;
- б) м/с²;
- в) м³/с;
- г) л/мин.

22. Закон жидкостного трения Ньютона выражается зависимостью:

- а) $\tau = \mu \frac{dU}{dn}$;
- б) $\tau = \mu S \frac{dU}{dn}$;
- в) $\tau = \rho \mu \nu \frac{dU}{dn}$;
- г) $\tau = k \nu S \frac{dU}{dn}$.

23. Полный напор потока вязкой жидкости по течению

- а) возрастает;
- б) убывает;
- в) остается неизменным;
- г) вначале убывает, а потом возрастает.

24. Полный напор потока вязкой жидкости определяется по уравнению

- а) $H = \alpha v^2 + p + \rho g$;
- б) $H = Z + \frac{p}{\rho g} + \frac{\alpha v^2}{2g}$;
- в) $H = \frac{Z}{\rho g} + p + \frac{\alpha v^2}{2g}$;
- г) $H = Z + \frac{\alpha p}{2g} + \frac{v^2}{\rho g}$.

25. Уравнение Д. Бернулли для двух сечений вязкой несжимаемой жидкости имеет вид:

- а) $Z_1 \rho n + \frac{p_1}{2g} + \frac{\alpha v_1^2}{\rho g} = Z_2 \rho g + \frac{p_2}{2g} + \frac{\alpha v_2^2}{2g}$;
- б) $Z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g}$;
- в) $Z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_{ном1-2}$;
- г) $Z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{U_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{U_2^2}{2g} + h_{ном1-2}$.

26. Давление жидкости в системе СИ измеряется в

- а) кг/м²;
- б) атмосферах;
- в) Н/м²;
- г) мм ртутного столба.

27. Скоростной напор в наклонной трубе постоянного диаметра по течению жидкости

- а) увеличивается;
- б) уменьшается;
- в) остается неизменным;

г) вначале увеличивается, а затем остается неизменным.

28. Весовое давление жидкости в точке определяется по зависимости

а) $p = Z + \rho gh$;

б) $p = p_o + \rho gh$;

в) $p = \rho gh$;

г) $p = Z + p_o + \rho g$.

29. Равномерным движением жидкости называется:

а) движение, при котором расход постоянен по длине потока;

б) движение, при котором средние скорости в живых сечениях по длине потока различны;

в) движение, при котором площадь живого сечения постоянна по длине потока;

г) движение, при котором расход и площадь живого сечения постоянны по длине потока.

30. Коэффициент трения λ при ламинарном режиме движения жидкости определяется по зависимости:

а) $\lambda = 0,11 \left(\frac{\Delta \varepsilon}{d} \right)$;

б) $\lambda = 0,11 \left(\frac{\Delta \varepsilon}{d} + \frac{68}{Re} \right)$;

в) $\lambda = \frac{64}{Re}$;

г) $\lambda = \left(\frac{\Delta \varepsilon}{d} + \frac{64}{Re} + \frac{68}{\nu d} \right)^{0,25}$.

31. Уравнение неразрывности для установившегося движения жидкости имеет вид:

а) $\nu = Q\omega = const$;

б) $Q = \nu dt = const$;

в) $\nu_1 \omega_1 = \nu_2 \omega_2 = const$;

г) $Q = \frac{\nu \omega}{dt} = const$.

32. Пьезометрический напор и давление в точке связаны с зависимостью:

а) $p = \mu h_p$;

б) $h_p = \frac{P}{\rho g}$;

в) $h_p = p_o + \rho g h$;

г) $p = a + \frac{P_o}{\rho g}$.

33. При пропуске одинакового расхода в трубе большего и меньшего диаметра гидравлический уклон будет большим:

а) в трубе большего диаметра;

б) в трубе меньшего диаметра;

в) одинаков;

г) вначале большего, а затем меньшего диаметра.

34. Удельная кинетическая энергия потока при $Q = const$, $d = const$ при изменении направления движения жидкости в вертикальной трубе:

а) увеличивается;

б) вначале увеличивается, а затем уменьшается;

в) уменьшается;

г) не изменяется.

35. При установившемся движении жидкости расход в расширяющейся трубе:

а) не изменяется;

б) увеличивается;

в) уменьшается;

г) вначале уменьшается, а затем увеличивается.

36. Режим движения жидкости будет ламинарным при числе Рейнольдса:

а) $Re = 10000$;

б) $Re = 50000$;

в) $Re = 5000$;

г) $Re = 1000$.

37. Потери напора на трение по длине потока определяются по зависимости:

а) $h_{mp} = \xi \lambda \frac{v^2}{2g}$;

б) $h_{mp} = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}$;

в) $h_{mp} = (\lambda + \xi) \frac{v^2}{2g}$;

г) $h_{mp} = \frac{d}{l} \frac{v^2}{2g}$.

38. Расход потока и его средняя скорость связаны зависимостью:

а) $Q = \frac{v}{\omega}$;

б) $Q = vR$;

в) $Q = v\omega$;

г) $Q = \frac{\omega}{v}$.

39. Режим движения жидкости при $Re = 20000$:

а) ламинарный;

б) турбулентный;

в) переходный;

г) установившийся.

40. Под вакуумметрическим давлением следует понимать:

а) превышение абсолютного гидростатического давления в данной точке над весовым давлением;

б) величину давления недостающую до атмосферного;

в) превышение абсолютного давления над поверхностным давлением;

г) величину давления недостающую до манометрического давления.

41. Полный напор в живом сечении плавноизменяющегося потока с геометрической точки зрения представляет собой:

а) отрезок прямой линии, заключенной между плоскостью отсчета и пьезометрической линией;

б) отрезок вертикальной линии между пьезометрической и напорной линиями;

в) отрезок вертикальной линии между плоскостью отсчета и напорной линией;

г) отрезок вертикальной линии между центром тяжести живого сечения потока и плоскостью отсчета.

42. Полной удельной энергии жидкости в живом сечении потока соответствует запись:

а) $Z + \frac{p}{\rho g} = H$;

б) $Z + \rho gh = H$;

в) $Z + \frac{p}{\rho g} + \frac{\alpha v^2}{2g} = H$;

г) $Z + \frac{\alpha v^2}{2g} = H$.

43. В напорной трубе прямоугольного сечения с размерами $a = 2$ м, $b = 2$ м гидравлический радиус R равен:

а) 5 м;

б) 0,5 м;

в) 1,5 м;

г) 2 м.

44. Гидравлический радиус R определяется по зависимости:

а) $R = \omega \chi$;

б) $R = \frac{\chi}{\omega}$;

в) $R = \frac{\omega}{\chi}$;

г) $R = \omega + \chi$.

45. Объемный расход жидкости Q в трубе диаметром $d = 100$ мм при скорости ее движения $v = 4$ м/с равен:

а) 3 м³/с;

б) 31 л/с;

в) 10 м³/мин;

г) 5 л/мин.

46. Режим движения жидкости будет турбулентным при числе Рейнольдса Re , равном:

- а) 10000;
- б) 1000;
- в) 100;
- г) 2000.

47. Сила давления воды на дно цилиндрического резервуара диаметром $D = 1$ м и глубиной наполнения $h = 4$ м равна:

- а) 5000 Н;
- б) 10 кН;
- в) 3000 кН;
- г) 3140 Н.

48. При равномерном движении потока вязкой жидкости удельная потенциальная ($E_{пот}$) и удельная кинетическая энергия ($E_{кин}$) по течению:

- а) $E_{кин}$ – постоянна, $E_{пот}$ – постоянна;
- б) $E_{кин}$ – постоянна, $E_{пот}$ – убывает;
- в) $E_{кин}$ – увеличивается, $E_{пот}$ – постоянна;
- г) $E_{кин}$ – убывает, $E_{пот}$ – убывает.

49. Прибор для измерения вязкости жидкости называется:

- а) расходомер;
- б) трубка Пито;
- в) водомер Вентури;
- г) вискозиметр.

50. Гидравлический уклон определяют по зависимости:

а) $I = \frac{(Z + \rho gh)}{l}$;

б) $I = \frac{\alpha v^2 l}{2g}$;

в) $I = \frac{h_{ном}}{l}$;

г) $I = \frac{\rho gh}{l}$.

51. Число Рейнольдса в трубопроводе диаметром $d = 100$ мм при движении воды со скоростью $v = 1$ м/с равно:

- а) 10000;
- б) 100000;
- в) 500000;
- г) 5000.

52. В трубах различного диаметра ($d_1 > d_2$), изготовленных из одного и того же материала с одинаковыми расходами, коэффициент трения λ в квадратичной области сопротивлений будет большим:

- а) в трубе с диаметром d_1 ;
- б) в трубе с диаметром d_2 ;
- в) одинаково в обеих трубах.

53. Манометрическое давление в системе СИ измеряется в

- а) м²/с;
- б) Н/м²;
- в) кг/м²;
- г) кг/см².

54. Полный напор потока по течению идеальной жидкости в расширяющемся трубопроводе при $Q = \text{const}$:

- а) убывает;
- б) увеличивается;
- в) остается постоянным;
- г) равен нулю.

55. Единица измерения полного напора потока:

- а) Н;
- б) Н/м²;
- в) м;
- г) м²/Н.

56. Средняя скорость движения жидкости в круглой трубе определяется по зависимости:

- а) $v = Q\omega$;

б) $v = \frac{4Q}{\pi d^2}$;

в) $v = Q\pi d^2$;

г) $v = \frac{\pi d^2}{Q}$.

57. Средняя скорость движения жидкости в горизонтальном трубопроводе постоянного диаметра будет больше:

- а) в начале трубы;
- б) в конце трубы;
- в) постоянна по всей длине;
- г) равна нулю.

58. При увеличении температуры жидкости потери напора

- а) увеличиваются;
- б) уменьшаются;
- в) остаются постоянными независимо от температуры жидкости;
- г) вначале увеличиваются, а затем уменьшаются.

59. Пьезометрическая высота (в метрах водяного столба) для

давления $p = 1 \text{ ат}$ равна:

- а) 15 м вод. ст.;
- б) 1 м вод. ст.;
- в) 10 м вод. ст.;
- г) 8 м вод. ст.

60. Средняя скорость движения воды в трубе диаметром 200 мм, движущейся с расходом 31,4 л/с равна:

- а) 3 м/с;
- б) 5 м/мин;
- в) 1 м/с;
- г) 10 м/с.

61. Под манометрическим давлением следует понимать:

- а) превышение абсолютного давления над вакуумметрическим;
- б) превышение абсолютного давления над поверхностным;

- в) превышение абсолютного давления над атмосферным;
- г) повышение абсолютного гидростатического давления в данной точке над весовым давлением.

62. Стрелка манометра стоит на делении 2 кг/см², что соответствует абсолютному (полному) давлению:

- а) 2 кг/см²;
- б) 2500 кг/м²;
- в) 3*10⁵ Па;
- г) 30 кг/м².

63. Открытым пьезометром измеряется:

- а) абсолютное давление;
- б) избыточное давление;
- в) вакуумметрическое давление;
- г) атмосферное давление.

64. Коэффициент трения λ в трубах одинакового диаметра при движении различных жидкостей: вода, нефть и глицерин с $Re = 2000$ будет больше:

- а) для глицерина;
- б) для воды;
- в) для нефти;
- г) для всех жидкостей λ одинаков.

65. Плотность воды при температуре 4 °С равна:

- а) 920 кг/м³;
- б) 1100 кг/м³;
- в) 1000 кг/м³;
- г) 1,2 кг/м³.

66. Пьезометрический напор, соответствующий избыточному давлению в точке, расположенной на глубине h , выражается зависимостью:

- а) $h_p = \frac{\rho g h}{p}$;
- б) $h_p = \frac{p_o - \rho g h}{\rho g}$;

В) $h_p = \frac{P}{\rho g}$;

Г) $h_p = \frac{p_o + \rho g h}{g}$.

67. Потери напора на преодоление местных гидравлических сопротивлений определяются по уравнению:

а) $h_m = \lambda l d v^2 2g$;

б) $h_m = \lambda l d$;

в) $h_m = \xi \frac{v^2}{2g}$;

г) $h_m = 0,5 \lambda \xi \frac{v^2}{2g}$.

68. При нагревании жидкости ее плотность:

а) увеличивается;

б) уменьшается;

в) остается неизменной;

г) в начале увеличивается, затем уменьшается.

69. Стрелка манометра, установленного в точке с абсолютным давлением 350 КПа, должна стоять на делении:

а) 3,5 кг/см²;

б) 2,5 кг/см²;

в) 5 кг/см²;

г) 6 кг/см².

70. Прибор для измерения вязкости жидкости называется:

а) манометр;

б) пьезометр;

в) вискозиметр;

г) ареометр.

71. В «паскалях» измеряется:

а) сила;

б) ускорение;

в) плотность;

г) давление.

72. *Пьезометр – это прибор для измерения*

- а) вязкости;
- б) плотности;
- в) давления;
- г) касательных напряжений.

73. *Ламинарное движение – это:*

- а) хаотическое, беспорядочное движение жидкости;
- б) спокойное, слоистое движение жидкости;
- в) движение жидкости с пульсацией скоростей;
- г) движение жидкости с пульсацией давлений.

74. *Потери напора зависят от:*

- а) толщины стенок трубы;
- б) цвета трубы;
- в) режима движения жидкости;
- г) прозрачности жидкости.

75. *Уравнения движения вязкой жидкости – это уравнение:*

- а) Эйлера;
- б) Рейнольдса;
- в) Навье-Стокса;
- г) Ньютона.

76. *Нижнее критическое число Рейнольдса (Re) – это число Рейнольдса, при котором:*

- а) ламинарный режим переходит в турбулентный;
- б) жидкость в трубе нагревается до 50 °С;
- в) турбулентный режим переходит в ламинарный;
- г) давление в трубе резко повышается.

77. *Касательные напряжения τ в сечении круглой трубы с равномерным движением изменяются по закону:*

- а) параболическому;
- б) гиперболическому;
- в) линейному;

г) не изменяется вообще.

78. Распределение местных скоростей по сечению ламинарного потока

- а) линейное;
- б) параболическое;
- в) гиперболическое;
- г) асимптотическое.

79. Соотношение между средней в сечении скорости потока и максимальной при ламинарном режиме:

- а) $v = 0,7 U_{\max}$;
- б) $v = U_{\max}$;
- в) $v = 0,5 U_{\max}$;
- г) $v = 0,2 U_{\max}$.

80. Коэффициент Кариолиса α для ламинарного режима равен:

- а) 1;
- б) 1,5;
- в) 2;
- г) 2,5.

81. Расход при истечении через отверстия или насадки при постоянном напоре определяется по зависимости:

- а) $Q = v\omega f$;
- б) $Q = \sqrt{2gH}$;
- в) $Q = \mu\omega\sqrt{2gH}$;
- г) $Q = \frac{\mu\omega}{\sqrt{2gH}}$.

82. Поверхность является гидравлически гладкой, если:

- а) $\Delta_s > \delta$;
- б) $\Delta_s < \delta$;
- в) $\Delta_s = \delta$;
- г) $\Delta_s = 0$.

83. Выталкивающая (Архимедова) сила равна:

- а) $P_v = G_{\text{тела}}$;
- б) $P_v = \rho_{\text{ж}} g W_{\text{тела}}$;
- в) $P_v = \frac{G_{\text{тела}}}{W_{\text{тела}}}$;
- г) $P_v = G_{\text{тела}} + W_{\text{тела}}$.

84. Потери напора при внезапном расширении потока определяются по зависимости:

- а) $h_{\text{в.р.}} = \lambda \frac{l v^2}{d 2g}$;
- б) $h_{\text{в.р.}} = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g}$;
- в) $h_{\text{в.р.}} = \lambda \frac{l (v_1 - v_2)^2}{d 2g}$;
- г) $h_{\text{в.р.}} = \lambda \frac{l v_1^2 - v_2^2}{d 2g}$.

85. Местные потери возникают:

- а) на участках потока, где движение становится резкоизменяющимся;
- б) на прямолинейных участках потока;
- в) на участках трубопроводов с толстыми стенками;
- г) на вертикальных участках трубопроводов.

86. Сила избыточного давления жидкости на плоскую поверхность определяется по зависимости:

- а) $P = \rho g h_c \omega$;
- б) $P = p_0 + \rho g \omega$;
- в) $P = p_0 \rho g h \omega$;
- г) $P = \frac{\rho g h}{\omega}$.

87. Расход воды в трубе можно измерить:

- а) пьезометром;
- б) манометром;
- в) вискозиметром;
- г) объемным способом.

88. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости Эйлера:

$$\begin{aligned} \text{a)} \quad x - \frac{1}{\rho} \frac{dp}{dx} &= \frac{dU_x}{dt}; \\ y - \frac{1}{\rho} \frac{dp}{dy} &= \frac{dU_y}{dt}; \\ z - \frac{1}{\rho} \frac{dp}{dz} &= \frac{dU_z}{dt}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{б)} \quad x - \frac{1}{\rho} \frac{dp}{dx} &= \frac{dU_x}{dt}; \\ y - \frac{1}{\rho} \frac{dp}{dy} &= \frac{dU_y}{dt}; \\ z - \frac{1}{\rho} \frac{dp}{dz} &= 0. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{в)} \quad x + \frac{1}{\rho} \frac{dp}{dx} &= 0; \\ y - \frac{1}{\rho} \frac{dp}{dy} &= 0; \\ z + \frac{1}{\rho} \frac{dp}{dz} &= 0. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{г)} \quad X - \frac{1}{\rho} \frac{dp}{dx} &= 0; \\ Y - \frac{1}{\rho} \frac{dp}{dy} &= 0; \\ Z - \frac{1}{\rho} \frac{dp}{dz} &= 0. \end{aligned}$$

89. Труба называется гидравлически шероховатой, если:

- а) $\Delta_3 > \delta$;
- б) $\Delta_3 < \delta$;
- в) $\Delta_3 = \delta$;
- г) $\Delta_3 = 0$.

90. Коэффициенты скорости φ , расхода μ и сжатия струи ε при истечении из отверстия связаны между собой:

- а) $\mu = \frac{\varphi}{\varepsilon}$;
- б) $\varphi = \mu\varepsilon$;

В) $\mu = \varepsilon\varphi$;

Г) $\varepsilon = \mu\varphi$.

91. Гидравлические явления будут механически подобны, если:

а) одинаково отношение плотностей;

б) одинаково отношение геометрических элементов;

в) одинаково отношение геометрических элементов, плотностей, кинематических параметров и сил, действующих в соответствующих точках и направлениях;

г) одинаково отношение геометрических и кинематических параметров.

92. Условием гидродинамического подобия является равенство на модели и в натуре:

а) чисел Фруда;

б) чисел Рейнольдса;

в) отношения всех сил, под действием которых протекает явление;

г) чисел Эйлера.

93. При преобладающем действии сил тяжести критерием гидродинамического подобия является:

а) число Фруда;

б) число Рейнольдса;

в) число Эйлера;

г) число Вебера.

94. При преобладающем действии сил трения критерием гидродинамического подобия является:

а) число Фруда;

б) число Рейнольдса;

в) число Эйлера;

г) число Струхалия.

95. Критерий гидродинамического подобия, критерий Ньютона, определяется по формуле:

а) $Ne = \frac{F}{\rho l^2 v^2}$;

- б) $Ne = \frac{F\rho}{l^2\nu^2}$;
- в) $Ne = \frac{\rho l^2 \nu^2}{F}$;
- г) $Ne = \frac{F}{\rho^2 l^2 \nu^2}$.

96. Критерий гравитационного подобия, критерий Фруда определяется по формуле:

- а) $Fr = \frac{\nu^2}{gl^2}$;
- б) $Fr = \frac{gl^2}{\nu^2}$;
- в) $Fr = \frac{\nu}{gl}$;
- г) $Fr = \frac{\nu^2}{g^2 l^2}$.

97. Закон подобия Ньютона в масштабных множителях имеет вид:

- а) $K_F * K_\rho * K_l * K_\nu = 1$;
- б) $K_F * K_\rho^{-1} * K_l^{-2} * K_\nu^{-2} = 1$;
- в) $K_F^{-2} * K_\rho^{-2} * K_l^{-2} * K_\nu^{-2} = 1$;
- г) $K_F * K_\rho^2 * K_l * K_\nu^2 = 1$.

98. Уравнения Навье-Стокса справедливы для жидкости

- а) прозрачной;
- б) невязкой;
- в) мутной;
- г) вязкой.

99. При преобладающем действии сил давления критерием гидродинамического подобия является:

- а) число Фруда;
- б) число Рейнольдса;
- в) число Эйлера;
- г) число Вебера.

100. Критерий Эйлера определяется по формуле:

$$\text{а) } Eu = \frac{\rho v^2}{\rho};$$

$$\text{б) } Eu = \frac{v^2}{\rho};$$

$$\text{в) } Eu = \frac{p^2}{\rho v};$$

$$\text{г) } Eu = \frac{p}{\rho v^2}.$$

Критерии выставления зачета по дисциплине «Гидравлика»

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка зачета (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
51-100	«зачтено»	Зачет выставляется студенту, если он прочно усвоил учебный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает теоретические основы методов расчета, свободно справляется с вопросами и умеет применять знания для получения решения, правильно обосновывает полученное решение и оценивает его погрешность.
0-50	«не зачтено»	Зачет не выставляется студенту, который не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Оценка «не зачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине