

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

« 31 » 03

2021 г.

Г.Ю. Нагорная



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Гидравлика и гидропневмопривод

Уровень образовательной программы _____ бакалавриат _____

Направление подготовки _____ 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов _____

Направленность (профиль) _____ Автомобили и автомобильное хозяйство _____

Форма обучения _____ очная (заочная) _____

Срок освоения ООП _____ 4 года (4 года 9 месяцев) _____

Институт _____ Инженерный _____

Кафедра разработчик РПД _____ Технологические машины и переработка материалов _____

Выпускающая кафедра _____ Эксплуатация и технический сервис машин _____

Начальник
учебно-методического управления

Семенова Л.У.

Директор института

Клинцевич Р.И.

Заведующий выпускающей кафедрой

Бисилов Н.У.

Черкесск, 2021

Оглавление

| | |
|--|----|
| 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ | 3 |
| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ | 3 |
| 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ | 4 |
| 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ | 4 |
| 4.1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ | 4 |
| 4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ | 6 |
| 4.3. Самостоятельная работа обучающегося | 9 |
| 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ | 9 |
| 5.1. Методические указания для подготовки обучающихся к лекционным занятиям | 9 |
| 5.2. Методические указания для подготовки обучающихся к лабораторным занятиям | 10 |
| 5.3. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся | 10 |
| 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ | 11 |
| 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ | 11 |
| 7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы | 12 |
| 7.2. Информационные технологии | 12 |
| 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ | 13 |
| 8.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий | 13 |
| 8.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся | 14 |
| 8.3. Требования к специализированному оборудованию: | 14 |
| 9. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ | 14 |
| ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ | 16 |
| 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ | 17 |
| 2. Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины | 17 |
| 3. Показатели, критерии и средства оценивания компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины | 17 |
| 4. Комплект контрольно-оценочных средств по дисциплине | 19 |
| 5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания компетенции | 31 |
| 5.1. Критерии оценивания качества выполнения лабораторного практикума | 31 |
| 5.2. Критерии оценивания тестирования | 31 |
| 5.3. Критерии оценивания контрольной работы | 31 |
| 5.4. Критерии оценивания зачета | 31 |

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины «Гидравлика и гидропневмопровод» состоит в получении теоретических и практических навыков в области:

- гидравлики;
- гидравлических машин;
- гидравлического и пневматических приводов;
- гидравлического и пневматических транспорта.

При этом *задачами* дисциплины являются:

- формирование знаний современной гидравлики;
- овладение инженерными методами решения проблем гидравлики.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

2.1. Дисциплина «Гидравлика и гидропневмопровод» относится к дисциплинам базовой части Блока 1, имеет тесную связь с другими дисциплинами.

2.2. В таблице приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП.

Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

| № п/п | Предшествующие дисциплины | Последующие дисциплины |
|-------|---------------------------|--|
| 1 | Физика | Гидравлические и пневматические системы транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования и (ТТМО) Теплотехника |

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Планируемые результаты освоения образовательной программы (ОП) – компетенции обучающихся определяются требованиями стандарта по направлению подготовки (специальности) и формируются в соответствии с матрицей компетенций ОП

| № п/п | Номер/индекс компетенции | Наименование компетенции (или ее части) | В результате изучения дисциплины обучающиеся должны: |
|-------|--------------------------|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | ОПК-3 | Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний; | ОПК-3.1. Ставит цели и задачи испытаний транспортно-технологических машин и комплексов и их компонентов |
| | | | ОПК-3.2. Формирует оперативный план испытаний транспортно-технологических машин и комплексов и их компонентов с учетом имеющихся ресурсов |
| | | | ОПК-3.4. Определяет состав оборудования и приспособлений для испытаний транспортно-технологических машин и комплексов и их компонентов |

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Очная форма обучения

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестры* |
|--|-------------|------------|
| | | № 3 |
| | | часов |
| 1 | 2 | 3 |
| Аудиторная контактная работа (всего) | 36 | 36 |
| В том числе: | | |
| Лекции (Л) | 18 | 18 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 18 | 18 |
| Контактная внеаудиторная работа | 1,7 | 1,7 |
| В том числе индивидуальные и групповые консультации | 1,7 | 1,7 |
| Самостоятельная работа обучающегося (СРО) (всего) | 34 | 34 |
| <i>Работа с книжными источниками</i> | 12 | 12 |
| <i>Работа с электронными источниками</i> | 10 | 10 |

| | | | |
|---|----------------------------------|------------|------------|
| <i>Подготовка к тестовому контролю</i> | | 10 | 10 |
| <i>Подготовка к промежуточному контролю (ППК)</i> | | 2 | 2 |
| Промежуточная аттестация | Зачет (3) в том числе: | 3 | 3 |
| | Прием зач., час. | 0,3 | 0,3 |
| | СРО, час. | - | - |
| ИТОГО: Общая трудоемкость | часов | 72 | 72 |
| | зач. ед. | 2 | 2 |

Заочная форма обучения

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестры* | |
|--|----------------------------------|------------|------------|
| | | № 4 | |
| | | часов | |
| 1 | 2 | 3 | |
| Аудиторная контактная работа (всего) | 8 | 8 | |
| В том числе: | | | |
| Лекции (Л) | 4 | 4 | |
| Лабораторные работы (ЛР) | 4 | 4 | |
| Контактная внеаудиторная работа | 1 | 1 | |
| В том числе индивидуальные и групповые консультации | 1 | 1 | |
| Самостоятельная работа обучающегося (СРО) (всего) | 59 | 59 | |
| <i>Работа с книжными источниками</i> | 18 | 18 | |
| <i>Работа с электронными источниками</i> | 15 | 15 | |
| <i>Подготовка к тестовому контролю</i> | 14 | 14 | |
| <i>Просмотр и конспектирование видеолекций</i> | 8 | 8 | |
| <i>Подготовка к промежуточному контролю (ППК)</i> | 4 | 4 | |
| Промежуточная аттестация | Зачет (3) в том числе: | 3 | 3 |
| | Прием зач., час. | 0,3 | 0,3 |
| | СРО, час. | 3,7 | 3,7 |
| ИТОГО: Общая трудоемкость | часов | 72 | 72 |
| | зач. ед. | 2 | 2 |

4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.2.1. Разделы (темы) дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

Очная форма обучения

| № п/п | № семестра | Наименование раздела (темы) дисциплины | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу обучающихся (в часах) | | | | | Формы текущей и промежуточной аттестации |
|-------|------------|--|---|-----------|----|-----------|-----------|--|
| | | | Л | ЛР | ПЗ | СРО | все го | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1. | 3 | Раздел 1. Гидростатика | 4 | 2 | | 12 | 18 | Тестовый контроль |
| 2. | 3 | Раздел 2. Гидродинамика. | 4 | 10 | | 12 | 26 | Тестовый контроль |
| 3. | 3 | Раздел 3. Гидропневмопроводы. | 10 | 6 | | 10 | 26 | Тестовый контроль |
| 4. | | Внеаудиторная контактная работа | | | | | 1,7 | Индивидуальные и групповые занятия |
| 5. | 3 | Промежуточная аттестация | | | | | 0,3 | Зачет |
| | | ИТОГО: | 18 | 18 | | 34 | 72 | |

Заочная форма обучения

| № п/п | № семестра | Наименование раздела (темы) дисциплины | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу обучающихся (в часах) | | | | | Формы текущей и промежуточной аттестации |
|-------|------------|--|---|----------|----|-----------|-----------|--|
| | | | Л | ЛР | ПЗ | СРО | все го | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1. | 4 | Раздел 1. Гидростатика | 2 | 2 | | 19 | 23 | Тестовый контроль |
| 2. | 4 | Раздел 2. Гидродинамика. | | | | | 19 | 19 |
| 3. | 4 | Раздел 3. Гидропневмопроводы. | 2 | 2 | | 21 | 25 | Тестовый контроль |
| 4. | 4 | Внеаудиторная контактная работа | | | | | 1 | Индивидуальные и групповые занятия |
| 5. | 4 | Промежуточная аттестация | | | | | 0,3 | Зачет |
| 6 | 4 | СРО | | | | | 3,7 | Контрольная работа |
| | | ИТОГО: | 4 | 4 | | 59 | 72 | |

4.2.2. Лекционный курс

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Наименование темы лекции | Содержание лекции | Всего часов | |
|--------------------------------|--------------------------------------|--|---|-------------|----------|
| | | | | ОФ О | ЗФ О |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Семестр 3(4) | | | | | |
| 1. | Раздел 1. Гидростатика | Основные физические свойства жидкостей и газов. Силы, действующие в жидкостях | План лекции: 1. История гидравлики 2. Законы равновесия (покоя) 3. Основы уравнения гидростатики | 4 | 2 |
| 1. | Раздел 2. Гидродинамика. | Основы кинематики. Общие законы и уравнения статики и динамики жидкостей и газов. | План лекции: 1. Основные элементы движения жидкости 2. Режимы движения жидкости 3. Уравнение Бернулли – основное уравнение гидродинамики. | 4 | |
| 2. | Раздел 3. Гидропневмопроводы. | Классификация гидро и пневмо передач, область их применения. Кoeffициент полезного действия гидро и пневмо приводов, методы расчета передаточных чисел и усилий в приводах. | План лекции: 1. Принцип действия объемных машин, к которым относят поршневые, шестеренные, пластинчатые, винтовые насосы. 2. Принцип действия лопастных машин (центробежных, осевых, вихревых...) 3. Основные параметры насосов. | 10 | 2 |
| ИТОГО часов в семестре: | | | | 18 | 4 |

4.2.3. Лабораторный практикум

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Наименование лабораторной работы | Содержание лабораторной работы | Всего часов | |
|---------------------|---------------------------------|--|---|-------------|---------|
| | | | | ОФ О | ЗФ О |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Семестр 3(4) | | | | | |
| 1. | Гидростатика | Изучение условных обозначений в гидросхемах. | План лабораторной работы: 1. Ознакомление с условными обозначениями гидравлических схем. | 2 | 2 |

| | | | | | |
|--------------------------------|---------------------|--|---|-----------|----------|
| | | | 2. Получение навыков чтения гидравлических и пневматических схем. | | |
| 2. | Гидродинамика | Изучение характера изменения пьезометрического напора и напора вдоль потока жидкости в трубопроводе. Изучение режимов движения жидкостей в трубах. Изучение характера зависимости коэффициента гидравлического трения от числа Рейнольдса и шероховатости трубы. Изучение характера зависимости коэффициента местных сопротивлений от их формы и числа Рейнольдса. Изучение гидравлического удара трубопроводов. | План лабораторной работы: 1. Общие сведения 2. Описание установки и проведения опытов 3. Методика обработки опытных данных | 10 | |
| 3. | Гидропневмопроводы. | Изучение пневматического провода тормозов трактора и прицепа. Изучение гидромеханического рулевого управления трактора. | План лабораторной работы: 1. Разобрать принцип работы пневматической системы 2. Описание пневматической системы привода тормозов трактора и прицепа План лабораторной работы: 1. Разобрать принцип работы гидравлической системы управления трактором. 2. описание гидравлического рулевого управления трактора. План лабораторной работы 1. Изучить устройство объемного насоса шестеренного типа НШ-10. 2. Определить характеристики насоса. 3. Объяснить полученный вид характеристик насоса. | 6 | 2 |
| ИТОГО часов в семестре: | | | | 18 | 4 |

4.2.4. Практические занятия

Не предусмотрены

4.3. Самостоятельная работа обучающегося

| № п/п | Наименование раздела (темы) дисциплины | № п/п | Виды СРО | Всего часов | |
|--------------------------------|--|-------|---|-------------|----|
| | | | | О | ЗФ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Семестр 3(4) | | | | | |
| 1. | Раздел 1. Гидростатика | 1.1. | Работа с книжными источниками | 4 | 6 |
| | | 1.2. | Работа с электронными источниками | 4 | 5 |
| | | 1.3. | Подготовка к тестовому контролю | 4 | 5 |
| | | 1.4. | Просмотр и конспектирование видеолекций | - | 3 |
| 2. | Раздел 2. Гидродинамика | 2.1. | Работа с книжными источниками | 4 | 6 |
| | | 2.2. | Работа с электронными источниками | 4 | 5 |
| | | 2.3. | Подготовка к тестовому контролю | 4 | 5 |
| | | 2.4. | Просмотр и конспектирование видеолекций | - | 3 |
| 3. | Раздел 3. Гидропневмопроводы | 3.1. | Работа с книжными источниками | 4 | 6 |
| | | 3.2. | Работа с электронными источниками | 2 | 5 |
| | | 3.3. | Просмотр и конспектирование видеолекций | - | 2 |
| | | 3.4. | Подготовка к тестовому контролю | 2 | 4 |
| | | 3.5. | Подготовка к промежуточному контролю | 2 | 4 |
| ИТОГО часов в семестре: | | | | 34 | 59 |

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Методические указания для подготовки обучающихся к лекционным занятиям

Обучающимся необходимо ознакомиться: с содержанием рабочей программы дисциплины, с ее целями и задачами, связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками, имеющимися на сайте вуза и в библиотечно-издательском центре, с графиком консультаций преподавателя.

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Необходимо приходить на лекцию подготовленным, ведь только в этом

случае преподаватель может вести лекцию в интерактивном режиме, что способствует повышению эффективности лекционных занятий. Именно поэтому обучающимся необходимо:

- перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, что позволит сэкономить время на записывание темы лекции, ее основных вопросов, рекомендуемой литературы;

- на отдельные лекции приносить соответствующий материал на бумажных носителях, присланный лектором на «электронный почтовый ящик группы» (таблицы, графики, схемы), который будет охарактеризован, прокомментирован, дополнен непосредственно на лекции;

- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции, воспроизвести основные определения, отметить непонятные термины и положения, подготовить вопросы с целью уточнения правильности понимания, попытаться ответить на контрольные вопросы по ключевым пунктам содержания лекции.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, необходимо обратиться к преподавателю (по графику его консультаций или на практических занятиях, или написать на адрес электронной почты).

Вузовская лекция – главное звено дидактического цикла обучения. Её цель – рассмотрение теоретических вопросов излагаемой дисциплины в логически выдержанной форме; формирование ориентировочной основы для последующего усвоения обучающимися учебного материала. В состав лекционного курса включены: конспекты (тексты, схемы) лекций в электронном представлении; файл с раздаточным материалом; списки учебной литературы, рекомендуемой обучающимся в качестве основной и дополнительной по темам лекций.

Общий структурный каркас, применимый ко всем лекциям дисциплины, включает в себя сообщение плана лекции и строгое следование ему. В план включены наименования основных узловых вопросов лекций, которые положены в основу промежуточного контроля; связь нового материала с содержанием предыдущей лекции, определение его места и назначения в дисциплине, а также в системе с другими дисциплинами и курсами; подведение выводов по каждому вопросу и по итогам всей лекции.

5.2. Методические указания для подготовки обучающихся к лабораторным занятиям

Лабораторные работы составлены в соответствии с программой дисциплины и предназначены для закрепления теоретического материала, полученного на лекциях и приобретения обучающимися способности самостоятельно решать стандартные задачи профессиональной деятельности с применением знаний и умений, приобретенных в рамках изучения данной дисциплины. При подготовке к лабораторным работам обучающийся должен самостоятельно повторить теоретический материал. По результатам работы необходимо предоставить отчет в тетради для лабораторных работ.

5.3. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

В процессе подготовки к занятиям, обучающимся необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной и популярной) литературы.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета, статистическими данными является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала,

формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

Более глубокому раскрытию вопросов способствует знакомство с дополнительной литературой, рекомендованной преподавателем по каждой теме семинарского или практического занятия, что позволяет обучающимся проявить свою индивидуальность в рамках выступления на данных занятиях, выявить широкий спектр мнений по изучаемой проблеме.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

| № п/п | № семестра | Виды учебной работы | Образовательные технологии | Всего часов | |
|--------------------------------|------------|---|--|-------------|-------------|
| | | | | О Ф О | З Ф О |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 1. | 3 (4) | <i>Лекция: Основные физические свойства жидкостей и газов. Силы, действующие в жидкостях.</i> | Лекция – презентация с использованием Power Point. | 2 | 2 |
| | | | <i>Видеолекция</i> | - | |
| 2. | | <i>Лекция «Основы кинематики. Общие законы и уравнения статики и динамики жидкостей и газов.»</i> | Лекция – презентация с использованием Power Point. | 2 | |
| | | | <i>Видеолекция</i> | - | |
| 3. | | <i>Лекция «Классификация гидро и пневмо передач, область их применения. Коэффициент полезного действия гидро и пневмо приводов, методы расчета передаточных чисел и усилий в приводах.»</i> | Лекция – презентация с использованием Power Point. | 6 | 2 |
| | | | <i>Видеолекция</i> | - | |
| ИТОГО часов в семестре: | | | | 10 | 4 |

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

| Список основной литературы | |
|---|---|
| 1 | Бабаев, М. А. Гидравлика : учебное пособие / М. А. Бабаев. — 2-е изд. — Саратов : Научная книга, 2019. — 191 с. — ISBN 978-5-9758-1721-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/81004.html Режим доступа: для авторизир. пользователей |
| 2 | Крохалёв, А.А. Гидравлика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Крохалёв А.А., Шушпанников А.Б.— Электрон. текстовые данные.— Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2006.— 98 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/14363 .— ЭБС «IPRbooks», по паролю |
| Список дополнительной литературы | |
| 1 | Башта, Т.М. Машиностроительная гидравлика [Текст]: справочн. пособие / Т.М. Башта. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1971. — 672 с.: ил. |
| 2 | Гидравлика, гидромашины и гидроприводы [Текст]: учебник / Т.М. Башта, С.С. Руднев, Б.Б. Некрасов и др. — 2-е изд., перераб. — М.: Машиностроение, 1982. — 423 с.: ил |
| 3 | Егорушкин, В.Е. Основы гидравлики и теплотехники [Текст] учеб. пособие СПО / В.Е. Егорушкин, Б.И. Цеплович. — М.: Машиностроение, 1981. — 268 с.: ил. |
| 4 | Машиностроительный гидропривод [Текст] / Л.А. Кондаков, Г.А. Никитин, В.Н. Прокофьев и др.; под ред. В.Н. Прокофьева. — М.: Машиностроение, 1978. — 495 с.: ил. |
| 5 | Рабинович, Е.З. Гидравлика [Текст] учеб. пособие / Е.З. Рабинович. — М.: Недра, 1980. — 278 с. |
| 6 | Сборник зада по машиностроительной гидравлике [Текст] учеб. пособие / Д.А. Бутаев, З.А. Калмыкова, Л.Г. Подвидз и др.; под ред. И.И. Куколевского, Л.Г. Подвидза. — 4-е изд., перераб. — М.Машиностроение, 1981. — 464 с.: ил. |

7.2. Информационные технологии

| Лицензионное программное обеспечение | Реквизиты лицензий/ договоров |
|---|---|
| Microsoft Azure Dev Tools for Teaching 1. Windows 7, 8, 8.1, 10 2. Visual Studio 2008, 2010, 2013, 2019 5. Visio 2007, 2010, 2013 6. Project 2008, 2010, 2013 7. Access 2007, 2010, 2013 и т. д. | Идентификатор подписчика: 1203743421 Срок действия: 30.06.2022 (продление подписки) |
| MS Office 2003, 2007, 2010, 2013 | Сведения об Open Office: 63143487, 63321452, 64026734, 6416302, 64344172, 64394739, 64468661, 64489816, 64537893, 64563149, 64990070, 65615073 Лицензия бессрочная |
| Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite | Лицензионный сертификат Серийный № 8DVG-V96F-H8S7-NRBC Срок действия: с 20.10.2022 до 22.10.2023 |
| Консультант Плюс | Договор № 272-186/С-23-01 от 20.12.2022 г. |
| ArchiCAD 17 RUS | Бесплатное ПО для учебных целей Гос.контракт № 0379100003114000006_54609 от 25.02.2014 Лицензионный сертификат для коммерческих целей |
| Autodesk AutoCAD 2014 | Бесплатное ПО для учебных целей Гос.контракт № 0379100003114000006_54609 от 25.02.14 для коммерческих целей |
| MATLAB (ПП для проведения инженерных | Гос. контракт № 0379100003114000018 от 16 мая |

| | |
|--|---|
| расчетов и визуального блочного моделирования в области электроэнергетики) | 2014 г. (Бесплатное использование старой версии) |
| ЭБС IPRbooks | Лицензионный договор № 9368/22П от 11.06.2022 г. Срок действия: с 01.07.2022 до 01.07.2023 |

Бесплатное ПО: Lazarus, Firebird, IBE Expert, Pascal ABC, Python, VBA, Virtual box, Sumatra PDF, 7-Zip,
1С: Предприятие 8.3 Учебная версия

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:

Набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации:

Интерактивная система – 1 шт.

Ноутбук – 1 шт.

Компьютер в сборе – 1 шт.

МФУ – 1 шт.

Плоттер – 1 шт.

Специализированная мебель:

Доска ученическая – 1 шт.

Стол офисный – 2 шт.

Стол – 1 шт.

Стол компьютерный - 2 шт.

Стол ученический - 14 шт.

Стул мягкий – 4 шт.

Стул ученический- 28 шт.

Стол металлический – 3 шт.

Стол лабораторный – 1 шт.

Жалюзи – 3 шт.

Шкаф – 1 шт.

Кафедра – 1 шт.

Стеллажи – 3 шт.

Шкаф вытяжной

2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнение курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:

Технические средства обучения, служащие для предоставления учебной информации большой аудитории:

Интерактивная система – 1 шт.

Ноутбук – 1 шт.

Компьютер в сборе – 1

МФУ – 1 шт.

Плоттер – 1 шт.

Специализированная мебель:

Доска ученическая – 1 шт.

Стол офисный – 2 шт.

Стол – 1 шт.

Стол компьютерный - 2 шт.

Стол ученический - 14 шт.

Стул мягкий – 4 шт.

Стул ученический- 28 шт.

Стол металлический – 3 шт.

Стол лабораторный – 1 шт.

Жалюзи – 3 шт.

Шкаф – 1 шт.

Кафедра – 1 шт.

Стеллажи – 3 шт.

Шкаф вытяжной

3. Лаборатория технологических машин и оборудования

Лабораторное оборудование:

Установка для обеззараживания воды ИЗУМРУД-СИ

Аквадистиллятор ДЭ-4,

Комплекс ЛУММАРК с методикой расчета

Мешалка магнитная ПЭ-6110 с подогревом

Стерилизатор ГП-80

Анализатор качества молока «ЛАКТАН-4»

Микроволновая печь

Универсальный лабораторный регулятор температуры UTR-L

Фасовочно – упаковочное оборудование РТ-УМ-11, РЦ/1403 БС-ОП

Установка сушильная УСХ-СИК

Центрифуга молочная на 12 пробирок. ЦЛМ 1-12

Перемешивающее устройство двухместное с подогревом ПЭ-6300, ПЭ-6300 М

Универсальный вибропривод ВП/220

Пластиночно–роторный вакуумный насос 2НВР-5ДМ

Весы товарные АЛЕКС ВХ-60D1,3-3

Весы товарные МИДЛ без стойки 150 кг

Встряхиватель ПЭ-6300

Мельница лабораторная для размельчения зерна

Прибор для определения падения ПЧП-3

Рефрактометр ИРФ-454Б2М

Термометр лабораторный ТГ-2 – 3 шт.

Учебная гидравлическая лаборатория «Капелька»

4. Помещение для самостоятельной работы.

Библиотечно-издательский центр.

Отдел обслуживания печатными изданиями: комплект проекционный, мультимедийный оборудование: экран настенный, проектор, ноутбук; рабочие столы на 1 место, стулья.

Отдел обслуживания электронными изданиями: интерактивная система, монитор, сетевой терминал, персональный компьютер, МФУ, принтер, рабочие столы на 1 место; стулья.

Информационно-библиографический отдел: персональный компьютер, сканер, МФУ, рабочие столы на 1 место, стулья.

8.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся

1. Рабочее место преподавателя, оснащенное ноутбуком.

8.3. Требования к специализированному оборудованию:

нет

9. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Для обеспечения образования инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается (в случае необходимости) адаптированная образовательная программа, индивидуальный учебный план с учетом особенностей их психофизического развития и состояния здоровья, в частности применяется индивидуальный подход к освоению дисциплины, индивидуальные задания: рефераты, письменные работы и, наоборот, только устные ответы и диалоги, индивидуальные консультации, использование диктофона и других записывающих средств для воспроизведения лекционного и семинарского материала.

В целях обеспечения обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья комплектуется фонд основной учебной литературой, адаптированной к ограничению электронных образовательных ресурсов, доступ к которым организован в БиЦ Академии. В библиотеке проводятся индивидуальные консультации для данной категории пользователей, оказывается помощь в регистрации и использовании сетевых и локальных электронных образовательных ресурсов, предоставляются места в читальном зале.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ Гидравлика и гидропневмопровод

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Гидравлика и гидропневмопровод

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

| Индекс | Формулировка компетенции |
|--------|--|
| ОПК-3 | Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные |

2. Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий. Изучение каждого раздела (темы) предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций обучающимися.

Этапность формирования компетенций прямо связана с местом дисциплины в образовательной программе.

| Разделы (темы) дисциплины | Формируемые компетенции (коды) |
|---|--------------------------------|
| | ОПК-3 |
| Раздел 1. Гидростатика | + |
| Основные физические свойства жидкостей и газов. Силы, действующие в жидкостях | + |
| Раздел 2. Гидродинамика | + |
| Основы кинематики. Общие законы и уравнения статики и динамики жидкостей и газов. | + |
| Раздел 3. Гидропневмопроводы. | + |
| Классификация гидро и пневмо передач, область их применения. Коэффициент полезного действия гидро и пневмо приводов, методы расчета передаточных чисел и усилий в приводах. | + |

3. Показатели, критерии и средства оценивания компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины

| ОПК-3 Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний; | | | | | | |
|--|--|---|--|--|---|--------------------------|
| Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | | | | Средства оценивания результатов обучения | |
| | неудовлетв | удовлетв | хорошо | отлично | Текущий контроль | Промежуточная аттестация |
| ОПК-3.1. Ставит цели и задачи испытаний транспортно-технологических машин и комплексов и их компонентов | Не знает методы испытаний транспортно-технологических машин и комплексов и их компонентов | Демонстрирует частичные знания о методах испытаний транспортно-технологических машин и комплексов и их компонентов | Демонстрирует знания о методах испытаний транспортно-технологических машин и комплексов и их компонентов | Раскрывает полные знания о методах испытаний транспортно-технологических машин и комплексов и их компонентов | Тестовый контроль, | Зачет |
| ОПК-3.2. Формирует оперативный план испытаний транспортно-технологических машин и комплексов с учетом имеющихся ресурсов | Не умеет и не готов формировать оперативный план испытаний транспортно-технологических машин и комплексов с учетом имеющихся ресурсов | Частично умеет формировать оперативный план испытаний транспортно-технологических машин и комплексов с учетом имеющихся ресурсов | Умеет формировать оперативный план испытаний транспортно-технологических машин и комплексов с учетом имеющихся ресурсов | Готов и умеет формировать оперативный план испытаний транспортно-технологических машин и комплексов с учетом имеющихся ресурсов | Тестовый контроль, | Зачет |
| ОПК-3.4. Определяет состав оборудования и приспособлений для испытаний транспортно-технологических машин и комплексов и их компонентов | Не умеет и не готов состав оборудования и приспособлений для испытаний транспортно-технологических машин и комплексов и их компонентов | Частично умеет состав оборудования и приспособлений для испытаний транспортно-технологических машин и комплексов и их компонентов | Умеет формировать состав оборудования и приспособлений для испытаний транспортно-технологических машин и комплексов и их компонентов | Готов и умеет формировать состав оборудования и приспособлений для испытаний транспортно-технологических машин и комплексов и их компонентов | Тестовый контроль, защита | Зачет |

4. Комплект контрольно-оценочных средств по дисциплине

Вопросы к зачету

1. Гидравлика как наука. Использование законов гидравлики в машиностроении.
2. Плотность и удельный вес жидкости.
3. Сжимаемость и температурное расширение жидкости.
4. Вязкость жидкостей.
5. Силы, действующие в жидкости.
6. Гидростатика. Свойства гидростатического давления.
7. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости.
8. Основное уравнение гидростатики.
9. Пьезометрический и гидростатический напоры.
10. Определение силы давления на плоские поверхности.
11. Определение силы давления на криволинейные поверхности.
12. Закон Архимеда. Плавание тел.
13. Гидростатические машины и механизмы.
14. Основные понятия гидродинамики.
15. Уравнение неразрывности.
16. Уравнение Бернулли для струйки идеальной жидкости.
17. Уравнение Бернулли для струйки реальной жидкости. График уравнения Бернулли.
18. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. График уравнения Бернулли.
19. Основное уравнение равномерного движения.
20. Гидравлические потери. Формулы для определения гидравлических потерь.
21. Гидравлическое моделирование. Критерий Ньютона.
22. Критерии гидравлического подобия: Фруда, Эйлера, Рейнольдса.
23. Режимы движения жидкостей.
24. Особенности ламинарного движения.
25. Особенности турбулентного движения.
26. Поршневые насосы.
27. Объемные гидромоторы.
28. Гидроаппаратура.
29. Объемный гидропривод.
30. Пневматический привод.

Задания для текущего тестового контроля

1. Средняя скорость в сжатом сечении при истечении жидкости с постоянным напором определяется выражением... (ОПК-3)

- a) $V_c = \mu \sqrt{2gH}$; где H – действующий напор; μ – коэффициент расхода
- b) $V_c = \varphi_c \sqrt{2gH}$; где H – действующий напор; φ_c – коэффициент скорости+
- c) $V_c = \varepsilon \sqrt{2gH}$; где H – действующий напор; ε – коэффициент сжатия
- d) $V_c = \varphi_c \omega \sqrt{2gH}$ где H – действующий напор; φ_c – коэффициент скорости; ω – коэффициент отверстия

2. Если скорость протекающей в трубе жидкости составляет 1,5м/с, длина трубы 400 м, коэффициент гидравлического трения 0,03 и потери по длине составляет 4 м, то диаметр трубы равен... (ОПК-3)

- a) 0,35 м+
- b) 0,75см
- c) 0,5 см
- d) 0,25 м

a) Смоченный периметр открытого лотка прямоугольного сечения с основанием b высотой h равен ...

- b) $x = h + 2b$
- c) $x = 2h + b$
- d) $x = h + b$
- e) $x = 2h + 2b$

3. Единицей измерения объемного расхода является ...

- a) с
- b) $\text{м}^3/\text{с}$
- c) Га
- d) кг

4. С целью _____ в гидравлике применяют модельные жидкости (ОПК-3)

упрощения строения жидкости

усложнения теории механики жидкости

усложнения строения жидкости

облегчение применения уравнений механики+

5. Коэффициент Кориолиса не может быть меньше ...

- a) 3
- b) 2
- c) 1+
- d) 4

6. В энергетической интерпретации уравнения Бернулли для установившегося движения невязкой жидкости при действии сил тяжести давления суммарная

величина $z + \frac{v^2}{2g} + \frac{p}{\rho g}$ называется _____ напором (ОПК-3)

- a) гидростатическим
- b) скоростным
- c) гидродинамическим+
- d) пьезометрическим

7. Если при моделировании движения жидкости на натурном объекте наблюдается турбулентный режим движения жидкости, тогда на модельном объекте режим движения должен быть ... (ОПК-3)

- a) ламинарным
- b) турбулентным+
- c) кавитационным
- d) переходным

8. Число Рейнольдса характеризует отношение ... (ОПК-3)

- a) сил трения к силам тяжести
- b) сил инерции к силам поверхностного натяжения
- c) сил инерции к силам трения (вязкости)+
- d) сил тяжести к силам трения

9. Если диаметр отверстия внутреннего цилиндрического насадка, расположенного в стенке открытого бака, составляет 4 см, а заглубление его под уровень воды 2 м, то расход воды при истечении из него равен ___ л/с. (ОПК-3)

- a) 56
- b) 2,8
- c) 11,2
- d) 5,6+

10. Бак прямоугольной формы с водой имеет в дне малое отверстие, через которое происходит его опорожнение. Время опорожнения бака _____ если площадь боковой вылечить в 2 раза, а высоту увеличить в 4 раза. (ОПК-3)

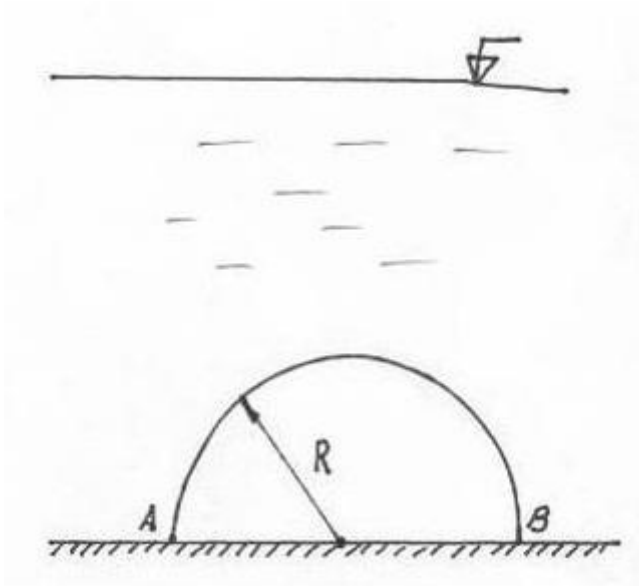
- a) не изменится+
- b) увеличится в 1,32 раза
- c) увеличится в 1,82 раза
- d) уменьшится в 1,32 раза

11. В условиях квадратичной области сопротивления турбулентного режима, если расход воды в трубопроводе увеличить в 2 раза, то потери напора на трение ... (ОПК-3)

- a) уменьшатся в 2 раза
- b) увеличатся в 4 раза+
- c) уменьшатся в 4 раза
- d) увеличатся в 2 раза

12. Максимальное снижение местных потерь происходит при угле диффузора около ... (ОПК-3)
- a) 10^0
 - b) 6^{0+}
 - c) 20^0
 - d) 40^0
13. Единицей измерения модуля упругости жидкости является... (ОПК-3)
- a) Па*с
 - b) Па
 - c) Н/м³
 - d) Па⁻¹
14. Жидкости от твердых тел и газов отличаются тем, что молекулы жидкости находятся в непрерывном (ОПК-3)
- a) тепловом движении в виде колебаний
 - b) движении в виде колебаний относительно постоянных центров без скачкообразных переходов от одного центра к другому
 - c) хаотичном тепловом движении в виде колебаний относительно мгновенных центров и скачкообразных переходов от одного центра к другому+
 - d) колебании относительно постоянных центров
15. Единицей измерения массового расхода является ... (ОПК-3)
- a) с
 - b) кг/с+
 - c) Га
 - d) кг
16. Изменение средней скорости течения при увеличении диаметра трубы круглого сечения в 4 раза произойдет с _____ раз(-а) (ОПК-3)
- a) уменьшением в 16+
 - b) увеличением в 16
 - c) увеличением в 4
 - d) уменьшением в 4

17.



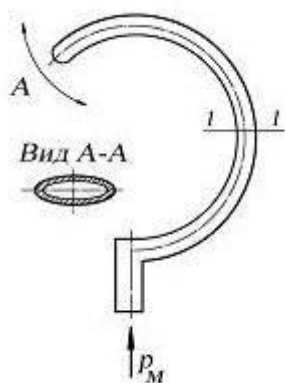
Имеется цилиндрическая поверхность АВ сообщающаяся с жидкостью, с радиусом 1,25 м, шириной 1,78 м и глубиной воды 10 м. Тогда горизонтальная составляющая силы весового гидростатического давления приблизительно равна _____ кН. (ОПК-3)

- a) 0+
- b) 12,35
- c) 891,4
- d) 105,6

18. Абсолютное давление в данной точке при увеличении внешнего поверхностного давления, согласно основному уравнению гидростатики..... (ОПК-3)

- a) на столько же уменьшается
- b) зависит от свойств жидкости
- c) не меняется
- d) на столько же увеличивается+

19. Поворот точки А, находящейся на рабочем конце трубки Бурдона, при избыточном давлении... (ОПК-3)



- a) происходит по часовой стрелке+
- b) происходит против часовой стрелки
- c) не происходит
- d) происходит нормально к плоскости чертежа

Комплект заданий для выполнения контрольных работ
Обучающиеся выбирают вариант по последней цифре зачетной
книжки.

Задача 1

Определить величину и направление силы F , приложенной к штоку поршня для удержания его на месте. Справа от поршня находится воздух, слева от поршня и в резервуаре, куда опущен открытый конец трубы – жидкость. Показание пружинного манометра P_M . Дано: жидкость – вода, $P_M=0,02$ МПа (вак), $H=5$ м, $D=100$ мм, $d=50$ мм.

Решение

Давление на левом торце поршня $P_1=P_0 - H\rho$ (P_0 – атмосферное давление), а соответствующая сила $F_1=P_1(D^2)/4$. Согласно одному из основных свойств гидростатического давления, сила давления воды F_1 действует в направлении внутренней нормали на левый торец поршня (слева-направо), см. рис. б. На правый торец поршня также вдоль внутренней нормали действует сила давления воздуха F_M . Выберем произвольное направление силы F , которую нужно найти, например, такое же как и направление вектора силы давления воздуха F_M . Тогда силу давления воды F_1 должна уравновешивать сила $F_2=F_M+ F$, действующая в противоположном направлении. Силу F_M , с которой воздух давит на поршень справа налево, можно подсчитать по формуле $F_M= (P_0 - P_M)(D^2 - d^2)/4$. Учитывая равенство приложенных к поршню сил, $F_1=F_2$, для искомой силы F можно получить

$$F = \frac{(P_0 - H\rho)(\pi D^2/4)}{4} - (P_0 - P_M)(D^2 - d^2)\frac{\pi}{4} = \frac{(98100 - 5 \cdot 9,81 \cdot 1000)\left(3,14 \cdot \frac{0,05^2}{4}\right) - (98100 - 0,02)(0,1^2 - 0,05^2)\frac{3,14}{4}}{4} = -74,77$$

Н

При вычислениях мы считали, что атмосферное давление $P_0=98100$ Па, плотность воды $=1000$ кг/м³. Знак «-» в значении силы F говорит, что силу F нужно направить не в направлении вектора F_M , как мы предположили сначала, а в противоположную сторону. Силу F нужно направить в правую сторону, см. рис. б).

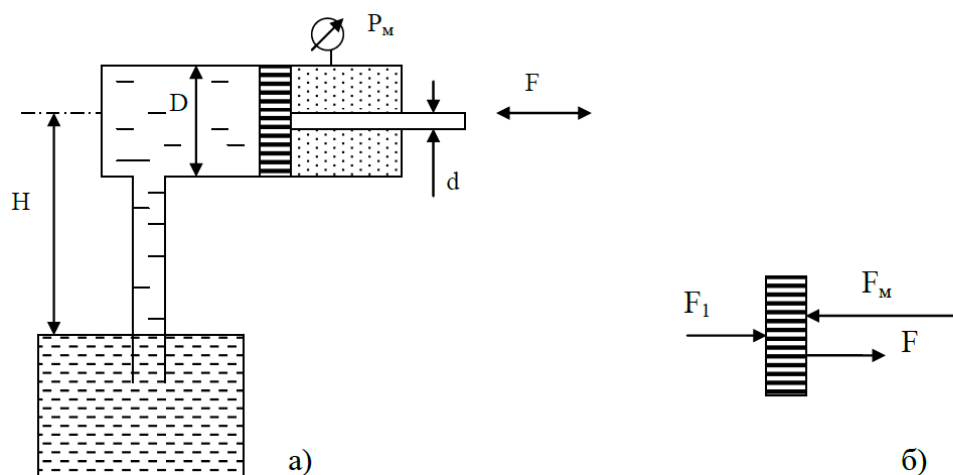


Рис. а – схема задачи; б) направления сил, приложенных к поршню для удержания его в равновесии

| № вар. | $H, \text{м}$ | $D, \text{мм}$ | $d, \text{мм}$ |
|--------|---------------|----------------|----------------|
| 0 | 5 | 100 | 20 |
| 1 | 5 | 200 | 50 |
| 2 | 5 | 300 | 50 |
| 3 | 5 | 400 | 50 |
| 4 | 3 | 200 | 50 |
| 5 | 4 | 200 | 50 |
| 6 | 5 | 200 | 40 |
| 7 | 4 | 100 | 50 |
| 8 | 3 | 100 | 30 |
| 9 | 4 | 300 | 30 |

Задача 2

Определить расход воды в горизонтальном трубопроводе переменного сечения, скорость на каждом из участков и построить пьезометрическую линию, если $H = 20 \text{ м}$; $d_1 = 15 \text{ мм}$; $d_2 = 30 \text{ мм}$; $d_3 = 10 \text{ мм}$.

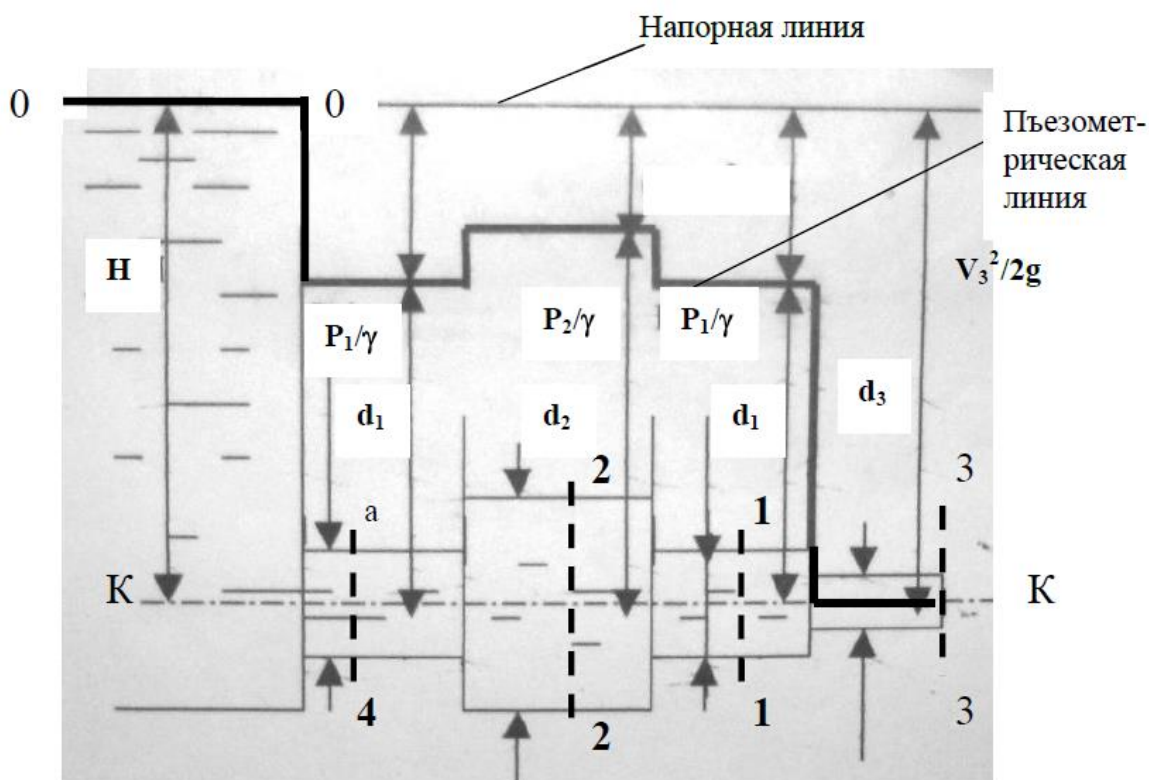


Рис.

Решение

Уравнение Бернулли идеальной жидкости (по условию задачи, пренебрегаем вязкостью воды) для потока в трубопроводе (2.1) в сечениях 0-0 и 3-3 трубы будет иметь вид

$$z_0 + \frac{P_0}{\gamma} + \frac{V_0^2}{2g} = z_3 + \frac{P_3}{\gamma} + \frac{V_3^2}{2g} \quad (1.1)$$

где z – геометрический напор; $P_{0,3} = P_{аб0,3} - P_{ат}$, $P_{аб0,3}$ – абсолютные (полные) давления в сечениях 0-0 и 3-3, $P_{ат}$ – атмосферное давление; γ – удельный вес, $\rho = \gamma/g$ – плотность жидкости, g – ускорение свободного падения. В рассматриваемом случае $z_0 = H$, $z_3 = 0$ (геометрические напоры $z_{0,3}$ в (1.1) отсчитываются от горизонтальной плоскости сравнения, которую мы выбираем так, чтобы она проходила через ось трубы К-К (рис. 1.1), $z_0 = H$ и $z_3 = 0$, т.к. $d_3 \ll H$). В связи с тем, что в сечениях 0-0 и 3-3 давление равно атмосферному (по условию задачи), то вторые слагаемые в (1.1) равны между собой. По условию задачи, скорость в сечении 0-0 V_0 равна нулю. Подставив все величины в уравнение Бернулли (1.1), определим скорость в сечении 3-3 V_3 .

$$H = \frac{V_3^2}{2g} \quad (1.2)$$

$$V_3 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 * 9,81 * 20} = 19,81 \text{ м/с}$$

Расход воды в любом сечении трубопровода одинаковый (т.к. вода несжимаема) и равен

$$Q = V_3 \omega_3 = \frac{V_3 \pi d^2}{4} = \frac{19,81 * 3,14 * 0,01^2}{4} = 0,00156 \text{ м}^3/\text{с} \quad (1.3)$$

где ω_3 – площадь поперечного сечения отсека трубы с диаметром d_3 , V_3 – скорость воды в данном отсеке трубы. Согласно (1.3) скорости в сечениях 1-1 и 4-4 одинаковы и равны

$$V_1 = V_4 = \frac{4Q}{\pi d_1^2} = \frac{4 * 0,00156}{3,14 * 0,015^2} = 8,80 \text{ м/с}$$

Согласно (1.3) скорость в сечении 2-2

$$V_2 = \frac{4Q}{\pi d_2^2} = \frac{4 * 0,00156}{3 * 0,03^2} = 2,20 \text{ м/с}$$

Последний вопрос задачи – построение пьезометрической линии. Напомним, что **пьезометрическая линия** есть линия, отражающая зависимость удельной потенциальной энергии жидкости H_p от номера сечения трубы. **Удельная потенциальная энергия жидкости H_p** в некотором сечении трубы есть

$$H_p = z + P / \rho g = z + P / \gamma, \quad (1.4)$$

где z – геометрический напор, отсчитываемый от плоскости сравнения; P / g – высота поднятия жидкости в пьезометре (энергия давления или пьезометрический напор), $P = P_{аб} - P_{ат}$, $P_{аб}$ – абсолютное давление в сечении, $P_{ат}$ – атмосферное давление. В сечении 0-0 $H_{p0} = H$, ($P_0 = 0$); в сечениях 1-1 и 4-4 $H_{p1} = H_{p4} = P_1 / g$, ($z_1 = z_4 = 0$); в сечении 2-2 $H_{p2} = P_2 / g$, ($z_2 = 0$); в сечении 3-3 $H_{p3} = 0$, ($P_3 = z_3 = 0$). На рис. жирной линией уже схематично построена пьезометрическая линия. Нам осталось найти численные значения удельной потенциальной энергии H_p в каждом сечении трубы.

Находим значения H_p следующим образом. Сначала вспомним ряд определений. **Полной удельной энергией жидкости e** называется следующий трехчлен:

$$e = z + \frac{P}{\rho g} + \frac{V^2}{2g} = H_p + \frac{V^2}{2g} \quad (1.5)$$

Согласно уравнению Бернулли без потерь (1.1) **полная удельная энергия e идеальной жидкости сохраняется, т.е. эта энергия имеет одно и то же значение в любом сечении трубопровода.** Напорная линия есть линия, отражающая зависимость полной удельной энергии жидкости e от номера сечения трубы, см. рис. В данной задаче напорная линия представляет собой горизонтальную прямую, являющуюся продолжением свободной поверхности воды в баке, в сечении 0-0, см. рис. Пьезометрическую линию строят, исходя из следующих положений. **Пьезометрическая линия расположится ниже напорной линии на величину скоростного напора $V^2/2g$ в каждом сечении**, согласно уравнению (1.5). Таким образом, отложив вниз от напорной линии величины скоростного напора $V^2/2g$ в сечениях, соответствующих изменению диаметра трубопровода, получим ряд точек, соединив которые построим пьезометрическую линию. Пьезометрическая линия уже схематично изображена на рис. Нам нужно только вычислить ординаты этой линии. Подсчитаем скоростные напоры, соответствующие диаметрам трубы $d_{1,2,3}$: $V_1^2/2g=3,95$ м; $V_2^2/2g=0,25$ м; $V_3^2/2g=20$ м. Тогда получаем следующие значения удельной потенциальной энергии H_p :
 $H_{p0} = H = 20$ м (в баке с водой, скорость уровня воды в баке равна нулю);
 $H_{p1} = H - V_1^2/2g = 20 - 3,95 = 16,05$ м (в двух отсеках трубы с диаметром d_1 , см. рис.);
 $H_{p2} = H - V_2^2/2g = 20 - 0,25 = 19,75$ м (в отсеке трубы с диаметром d_2);
 $H_{p3} = H - V_3^2/2g = 20 - 20 = 0$ м (в отсеке трубы с диаметром d_3 , давление в этом отсеке равно атмосферному, см. рис.).

| № вар. | H,м | d ₁ ,мм | d ₂ ,мм | d ₃ ,мм |
|--------|-----|--------------------|--------------------|--------------------|
| 0 | 20 | 15 | 40 | 10 |
| 1. | 20 | 15 | 50 | 10 |
| 2. | 20 | 20 | 30 | 10 |
| 3. | 20 | 20 | 40 | 10 |
| 4. | 30 | 15 | 30 | 10 |
| 5. | 30 | 20 | 30 | 20 |
| 6. | 30 | 20 | 50 | 20 |
| 7. | 40 | 15 | 30 | 10 |
| 8. | 40 | 20 | 40 | 10 |
| 9. | 40 | 20 | 40 | 20 |

Задача 3

Определить суммарные потери напора (потери по длине и в местных сопротивлениях) во всасывающем трубопроводе насоса длиной $l = 20$ м, диаметром $d = 0,2$ м. Расход жидкости, проходящей через всасывающую трубу, $Q=0,06$ м³/с. Коэффициент кинематической вязкости жидкости $=10^{-4}$

м²/с. Трубопровод имеет три поворота (коэффициент местного сопротивления одного поворота $\zeta_1=0,2$), всасывающий клапан ($\zeta_2=5$). Трубопровод считать гидравлически гладким.

Решение

1. **Расчет коэффициента Дарси**. Для коэффициента сопротивления по длине, или коэффициента Дарси, имеется 5 режимов гидравлического сопротивления в зависимости от значения числа Рейнольдса Re . В нашей задаче оно равно

$$v = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 0,06}{3,14 \cdot 0,04} = 1,91 \text{ м/с}, \quad Re = \frac{vd}{\nu} = \frac{1,91 \cdot 0,2}{10^{-4}} = 3820 > Re_{кр} = 2300$$

$$v = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 0,06}{3,14 \cdot 0,2^2} = 1,91 \text{ м/с}$$

$$Re = \frac{vd}{\nu} = \frac{1,91 \cdot 0,2}{10^{-4}} = 3821,7$$

где v - средняя скорость в трубе; $Re_{кр}=2300$ – критическое числа Рейнольдса, выше которого наступает турбулентный режим течения жидкости. Поэтому в нашей задаче движение жидкости турбулентное. В турбулентном режиме течения имеется всего 3 режима гидравлического сопротивления для коэффициента Дарси. По условию задачи, нам этот режим уже задан – трубопровод гидравлически гладкий. В этом случае коэффициент Дарси зависит только от числа Рейнольдса Re и определяется по формуле Блазиуса, справедливой для гидравлически гладких труб:

$$\lambda = \frac{0,316}{Re^{0,25}} = \frac{0,316}{3821,7^{0,25}} = 0,04$$

2. **Расчет суммарных потерь напора**. Суммарные потери напор во всасывающем трубопроводе определяются по формуле

$$h_{пот} = h_{дл} + h_{мест} = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g} + \sum \zeta_i \frac{v^2}{2g} = \left(\lambda \frac{l}{d} + \sum \zeta_i \right) \frac{v^2}{2g} = \left(0,04 \frac{20}{0,2} + 3 \cdot 0,2 + 5 \right) \frac{1,91^2}{2 \cdot 9,81} = 1,79$$

м

| № вар. | l, мм | d, м | Q, м ³ /с |
|--------|-------|------|----------------------|
| 0 | 20 | 0,2 | 0,06 |
| 1 | 20 | 0,2 | 0,08 |

| | | | |
|---|----|------|------|
| 2 | 25 | 0,2 | 0,08 |
| 3 | 30 | 0,3 | 0,06 |
| 4 | 30 | 0,3 | 0,08 |
| 5 | 30 | 0,3 | 0,10 |
| 6 | 20 | 0,3 | 0,06 |
| 7 | 20 | 0,3 | 0,08 |
| 8 | 25 | 0,25 | 0,06 |
| 9 | 25 | 0,3 | 0,10 |

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания компетенции

5.1. Критерии оценивания качества выполнения лабораторного практикума

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если лабораторная работа выполнена правильно и студент ответил на все вопросы, поставленные преподавателем на защите.

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если лабораторная работа выполнена не правильно или студент не проявил глубоких теоретических знаний при защите работы

5.2 Критерии оценивания тестирования

Оценка «зачтено», если правильные ответы составляют 100 - 60%

Оценка «не зачтено», если правильные ответы составляют менее 60 %

5.3. Критерии оценивания контрольной работы

- оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если

- выполненные задания представлены в установленные сроки, в полном объеме, не требуют дополнительного времени на завершение;
- соблюдены требования, предъявляемые к контрольным работам;
- отсутствуют грубые ошибки;
- для выражения мыслей не используется упрощенно-примитивный язык;

оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если

- работа не сдана в срок или имеет большое число ошибок в вычислениях;
- работа оформлена в высшей степени небрежно;
- при защите обучающийся демонстрирует существенное непонимание проблемы;
- не смог сформировать практические навыки работы при решении типовых задач;
- некорректно использует терминологию;

5.4 Критерии оценивания зачета

Оценка «зачтено» выставляется знание предусмотренного программой материала, за умение четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

Оценка «не зачтено» – за незнание значительной части программного материала, за существенные ошибки в ответах на вопросы, за неумение ориентироваться в материале, за незнание основных понятий дисциплины.

Аннотация рабочей программы дисциплины

| | |
|--|--|
| Дисциплина | «Гидравлика и гидропневмопровод» |
| Реализуемые компетенции | ОПК-3 Способность в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний; |
| Индикаторы достижения компетенций | ОПК-3.1. Ставит цели и задачи испытаний транспортно-технологических машин и комплексов и их компонентов ОПК-3.2. Формирует оперативный план испытаний транспортно-технологических машин и комплексов и их компонентов с учетом имеющихся ресурсов ОПК-3.4. Определяет состав оборудования и приспособлений для испытаний транспортно-технологических машин и комплексов и их компонентов |
| Трудоемкость, з.е./час | 2/72 |
| Формы отчетности (в т.ч. по семестрам) | Зачет в 3 семестре ОФО Зачет в 4 семестре ЗФО |