

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «СДМ и гидравлических систем»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №6 от 24 февраля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины
«ГИДРАВЛИКА И ГИДРОПНЕВМОПРИВОД»

Направление: 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Автомобили и автомобильное хозяйство

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Нижегородов Анатолий Иванович Дата подписания: 22.05.2025
--

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил: Кривцов Сергей Николаевич Дата подписания: 29.05.2025
--

Документ подписан простой электронной подписью Согласовал: Федотов Александр Иванович Дата подписания: 29.05.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Гидравлика и гидропневмопривод» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-1 Способность решать задачи профессиональной деятельности на основе применения знаний математических, естественных и технических наук	ОПК ОС-1.16

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-1.16	Показывает знания по основным положениям и законам механики жидкости, конструкциям и основам расчета гидропневмоприводов колёсных транспортных средств. Умеет идентифицировать и подбирать исходя из заданных нагрузок и условий эксплуатации гидроаппараты и гидромашины, используемые в конструкциях колёсных транспортных средств и технологического оборудования. Умеет пользоваться системами автоматизированного расчета параметров элементов гидро - и пневмосистем колёсных транспортных средств и технологического оборудования	Знать основные положения и законы механики жидкости, методы расчёта рабочих и эксплуатационных характеристик типовых узлов и деталей гидравлических и пневматических приводов колёсных транспортных средств и технологического оборудования. Уметь идентифицировать и подбирать исходя из заданных нагрузок и условий эксплуатации гидроаппараты и гидромашины, используемые в конструкциях колёсных транспортных средств и технологического оборудования; пользоваться системами автоматизированного расчета параметров элементов гидро - и пневмосистем. Владеть методами расчета рабочих и эксплуатационных характеристик типовых узлов и деталей гидравлических и пневматических приводов колёсных транспортных средств и технологического оборудования с использованием графических, аналитических и численных методов.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Гидравлика и гидропневмопривод» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Физика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Проектная деятельность», «Производственная практика: преддипломная практика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Семестр № 3	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины	108	36	72
Аудиторные занятия, в том числе:	12	2	10
лекции	6	2	4
лабораторные работы	6	0	6
практические/семинарские занятия	0	0	0
Контактная работа, в том числе	0	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	87	34	53
Трудоемкость промежуточной аттестации	9	0	9
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Экзамен		Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Предмет гидравлики. Вводная лекция.	1	2					1	34	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									
	Всего		2						34	

Семестр № 4

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Свойства жидкостей и газов. Гидростатика. Кинематика и динамика жидкости.	1	1	1, 2, 3	3			1, 2	18	Отчет по лабораторной работе
2	Истечение жидкостей из отверстий и насадков. Истечение газа из резервуара.	2	1							Устный опрос
3	Основы теории подобия гидромеханических явлений.	3						3	12	Устный опрос
4	Объемный гидропривод.	4	1	4, 5	2			1, 2	14	Отчет по лабораторной работе
5	Пневмопривод.	5	1	6	1			1, 2	9	Отчет по лабораторной работе
	Промежуточная аттестация								9	Экзамен
	Всего		4		6				62	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Предмет гидравлики. Вводная лекция.	Задачи курса. Содержание разделов курса. Основные понятия, определения.

Семестр № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Свойства жидкостей и газов. Гидростатика. Кинематика и динамика жидкости.	Силы, действующие в жидких и газовых средах. Давление. Массовые силы. Поверхностные силы. Физические свойства жидкостей. Гидростатическое давление. Давление жидкости на наклонную стенку. Уравнения Эйлера для покоящейся жидкости. Относительный покой жидкости. Основные понятия и определения. Кинематика жидкости. Стационарное и нестационарное течение. Живое сечение и гидравлический радиус. Трубка тока, элементарная струйка. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости. Полный напор. Уравнение Бернулли для вязкой жидкости. Гидравлические потери. Режимы течения жидкости и газа. Число

		Рейнольдса. Потери давления при различных режимах течения. Местные гидравлические потери. Путьевые потери.
2	Истечение жидкостей из отверстий и насадков. Истечение газа из резервуара.	Истечение через малое отверстие в тонкой стенке. Совершенное сжатие струи. Истечение при несовершенном сжатии. Истечение через различные типы насадков. Истечение жидкости при переменном напоре. Взаимодействие струи с твердыми поверхностями. Истечение воздуха из резервуара в атмосферу. Скорость истечения. Подкритический и надкритический режимы истечения.
3	Основы теории подобия гидромеханических явлений.	Геометрическое, кинематическое и динамическое подобие. Классификация действующих сил. Формула Ньютона. Критерии подобия: Фруда, Рейнольдса, Эйлера, Вебера, Струхала, Маха. Подобие лопастных насосов.
4	Объемный гидропривод.	Классификация гидроприводов. Гидропривод с замкнутой циркуляцией рабочей жидкости. Гидропривод вращательного и поступательного действия. Способы регулирования гидропривода. Нагрузочные характеристики гидропривода. Полный к. п. д. гидропривода. Гидроприводы с регулятором мощности. Регулирование за счет насоса. Регулирование за счет гидромотора. Дроссельные способы регулирования гидроприводов. Следящий гидропривод.
5	Пневмопривод.	Особенности пневмопривода, достоинства и недостатки. Пневмоцилиндры, пневмомоторы и пневмоаппаратура. Их устройство, принцип действия, характеристики и области применения. Основные типы и характеристики компрессоров.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 4

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Экспериментальное определение вязкости жидкости.	1
2	Экспериментальное определение коэффициента гидравлического трения.	1
3	Экспериментальное определение коэффициентов местных сопротивлений.	1
4	Регулирование работы центробежного насоса.	1
5	Экспериментальное определение регулировочной характеристики аксиально-поршневого насоса.	1
6	Испытание поршневого компрессора.	1

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Проработка разделов теоретического материала	34

Семестр № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	16
2	Подготовка к сдаче и защите отчетов	25
3	Проработка разделов теоретического материала	12

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: В ходе проведения лекций, практических работ используются следующие интерактивные методы обучения: групповая дискуссия, взаимопроверка результатов расчета между парами обучающихся

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Методические указания к выполнению лабораторно-практических занятий по курсу «Гидравлика и гидропневмопривод», изд-во ИрГТУ, 2014 г. (разработчик Нижегородов А.И.)

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Обучающиеся пользуются основной и вспомогательной литературой.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 учебный год 3 | Устный опрос

Описание процедуры.

Проводится устный опрос обучающегося, либо группы обучающихся (по 2-3 чел.) по данной теме с целью выявления знаний.

Критерии оценивания.

Обучающийся владеет материалом по данной теме, грамотно отвечает на поставленные вопросы, умеет обосновывать и делать выводы.

6.1.2 учебный год 4 | Устный опрос

Описание процедуры.

Проводится устный опрос обучающегося, либо группы обучающихся (по 2-3 чел.) по данной теме с целью выявления знаний.

Критерии оценивания.

Обучающийся владеет материалом по данной теме, грамотно отвечает на поставленные вопросы, умеет обосновывать и делать выводы.

6.1.3 учебный год 4 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

Обучающийся описывает процесс выполнения лабораторной работы, определяет основные этапы эксперимента, объясняет порядок проведения расчетов и построения соответствующих графиков. Формулирует выводы. При необходимости делает сравнительный анализ расчетных и опытных результатов.

Критерии оценивания.

Качество заполнения табличных данных и выполнения расчетов, качество графических зависимостей, проверка знания размерностей параметров и величин, качество формулировок сделанных выводов по работе, общая оценка степени усвоения материала.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ОПК ОС-1.16	Демонстрирует навыки владения теоретическим и практическим материалом, умение грамотно его излагать, делать обоснованные выводы. Показывает высокий уровень умения рассчитывать режимы работы и параметры гидравлических и пневматических приводов колёсных транспортных средств и технологического оборудования.	Экзамен

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 4, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Обучающийся допускается к экзамену, если получил допуск к экзамену (в процессе обучения успешно выполнил и защитил все лабораторные и практические работы, отчитался по самостоятельной работе). Экзаменационный билет по дисциплине содержит 2 теоретических вопроса и 1 практическое задание (задача). Знания обучающегося оцениваются по пятибалльной шкале в соответствии с критериями оценивания.

Пример задания:

Вопросы к экзамену:

- 1 Предмет гидравлики. Гипотеза сплошности. Капельные жидкости. Способы приложения законов равновесия и движения жидкостей к решению инженерных задач. Теоретические и экспериментальные методы исследований. Однородность жидкости. Свойство текучести. Капельные жидкости: подвижность частиц (текучесть), сцепление, сопротивление сдвигающим усилиям, смачивание, капиллярность.
- 2 Силы, действующие в жидких и газовых средах. Давление. Идеальная жидкость. Реальная жидкость. Массовые силы – силы тяжести и инерции. Поверхностные силы. Непрерывное распределение сил по поверхности. Относительные или единичные силы. Силы упругости. Архимедова сила. Определение давления. Единицы измерения.
- 3 Свойства жидкостей: сжимаемость жидкостей и газов. Коэффициентом объемного сжатия. Модуль объемной упругости. Изменение плотности при сжатии жидкости и газа. Модуль упругости и частота деформации жидкости.
- 4 Свойства жидкостей: температурное расширение и поверхностное натяжение. Коэффициент температурного расширения. Формула Менделеева. Влияние температуры на плотность воздуха. Формула для определения плотности. Силы поверхностного натяжения. Давление в сферическом объеме жидкости. Коэффициент поверхностного натяжения.
- 5 Свойства жидкостей: вязкость жидкостей и газов. Свойство сопротивляться сдвигу. Тангенциальная вязкость. Вязкость по Ньютоновой модели. Коэффициент кинематической вязкости. Уменьшение вязкости жидкости при увеличении температуры. Вязкость воздуха и других газов.
- 6 Свойства жидкостей: испаряемость в замкнутых объемах. Коэффициент динамической вязкости. Коэффициент кинематической вязкости.
- 7 Специальные свойства рабочих жидкостей гидросистем. Испарение жидкостей в замкнутых объемах. Давление насыщенных паров. Зависимость давления насыщенных паров от температуры. Условие образования каверн. Кавитация. Двухфазная среда. Размерности величин.
- 8 Гидростатическое давление. Основной закон гидростатики. Не подвижная жидкость. Равновесие. Гидростатическое давление. Напряжение сжатия. Давление на свободную поверхность жидкости. Основной закон гидростатики – уравнение. Влияние давления на плотность жидкости.
- 9 Закон Паскаля. Гидравлический пресс и мультипликатор. Формулировка закона Паскаля. Гидравлический пресс. Формулы для определения давления и усилий. Гидравлический мультипликатор. Формулы для определения давления и усилий.
- 10 Давление жидкости на плоские поверхности. Схема резервуара с наклонной стенкой. Изменение давления вдоль наклонной стенки. Среднее значение давления. Равнодействующая сил давления. Глубина погружения центра тяжести наклонной поверхности. Точка приложения равнодействующей силы. Размерности величин.
- 11 Гидравлический радиус и смоченный периметр. Живое сечение – определение. Гидравлический радиус – определение и формулы расчета. Смоченный периметр – определение. Формулы для определения смоченного периметра. Расход жидкости. Средняя скорость потока. Гидравлический радиус и диаметр в некруглых трубах. Размерности величин.

- 12 Уравнение Бернулли для идеальной жидкости. Вывод уравнения Бернулли без учета гидравлических потерь. Теорема об изменении кинетической энергии для элементарной струйки. Работа сил давления в сечениях. Энергия положения (потенциальная) в сечениях. Кинетическая энергия в сечениях.
- 13 Геометрический, пьезометрический, скоростной и полный напор. Геометрическая высота или геометрический напор. Пьезометрическая высота или пьезометрический напор. Скоростная высота или скоростной напор. Полный напор. Свойство полного напора для идеальной жидкости. Размерности величин.
- 14 Уравнение Бернулли для вязкой жидкости. Неравномерность распределения скоростей по сечению в потоке реальной жидкости. Гидравлические потери напора (энергии) в потоке реальной жидкости. Коэффициент Кариолиса. Формы записи уравнения Бернулли. Графическая иллюстрация уравнения Бернулли для вязкой жидкости.
- 15 Гидравлические потери напора по длине трубопровода. Путевые гидравлические потери. Потеря напора (давления) по длине трубы. Формула Вейсбаха-Дарси. Коэффициент гидравлического трения. Размерности величин.
- 16 Гидравлические потери напора на местных сопротивлениях. Гидравлические потери на местных сопротивлениях. Понятие местного сопротивления. Коэффициент местного сопротивления. Формула Вейсбаха для потерь напора и давления. Размерности величин.
- 17 Режимы течения жидкости – ламинарный и турбулентный. Ламинарное течение жидкости. Турбулентное течение жидкости. Критическое значение средней по сечению скорости потока. Число Рейнольдса, как критерий вида течения. Формула Рейнольдса. Границы ламинарного и турбулентного течения. Переходная зона. Размерности величин.
- 18 Кавитация в потоке жидкости. Условия возникновения кавитации. Изменением агрегатного состояния жидкости при кавитации. Давление насыщенных паров жидкости. Возникновение каверн. Конденсация паров жидкости при повышении давления. Места возникновения кавитации. Последствия кавитации.
- 19 Местные гидравлические сопротивления: внезапное расширение и диффузор. Коэффициент местного сопротивления при внезапном расширении русла – формула. Образования завихрений. Коэффициент местного сопротивления диффузора – формула. Размерности величин.
- 20 Местные гидравлические сопротивления: внезапное сужение и конфузор. Коэффициент местного сопротивления при внезапном сужении русла – формула. Образования завихрений. Коэффициент местного сопротивления конфузора – формула. Размерности величин.
- 21 Местные гидравлические сопротивления: поворот русла и диафрагма. Поворот русла – колено и отвод. Зоны завихрений. Формулы для определения коэффициентов при разных углах поворота и соотношениях – радиус скругления и диаметр. Формула определения коэффициента местного сопротивления диафрагмы.
- 22 Расчет трубопровода постоянного сечения. Схема простого трубопровода постоянного сечения. Уравнение Бернулли для трубопровода постоянного сечения. Равенство скоростных напоров. Гидростатический напор. Потребный напор. Сопротивление трубопровода – формула. Формула потерь напора. Характеристика трубопровода.
- 23 Расчет последовательно соединенных трубопроводов. Схема последовательного соединения трубопроводов. Равенство расходов в сечениях. Полная потеря напора. Гидростатический напор. Потребный напор. Коэффициент скоростного напора. Графики характеристик участков трубопровода. График суммарных потерь.

- 24 Расчет параллельно соединенных трубопроводов. Схема параллельного соединения трубопроводов. Сумма расходов. Распределение расходов по участкам. Равенство потерь напора во всех трубопроводах. Не равенство гидравлических сопротивлений. Сопротивления трубопроводов. Графики потребных напоров. Суммарные потери напора – график.
- 25 Расчет разветвленного трубопровода. Схема разветвленного трубопровода. Уравнения Бернулли для разветвленного трубопровода. Гидростатический напор. Графики потребного напора. Суммарный график потребного напора.
- 26 Расчет трубопровода с насосной подачей. Совместная работа трубопровода с насосом. Расчетная схема. Удельная энергия жидкости перед насосом и за насосом. Приращение энергии жидкости в насосе. Напор насоса. Размерности величин.
- 27 Гидравлический удар. Резкое повышение давления в трубопроводе. Быстротечность процесса. Гидравлический удар, как колебательный процесс. График колебаний давления. Формула ударного давления. Скорость распространения ударной волны – формула.
- 28 Истечение жидкости из отверстия в тонкой стенке. Схема истечения. Совершенное сжатие струи. Коэффициентом сжатия. Расчетный напор. Скорость истечения струи. Коэффициент скорости струи. Коэффициент расхода. Формулы расчета скорости струи и расхода.
- 29 Истечение жидкости из цилиндрических насадков. Схема безотрывного истечения через цилиндрический насадок. Коэффициент сжатия струи. Коэффициент скорости и коэффициент расхода. Зависимость коэффициента расхода от числа Рейнольдса – графики. Схема отрывного истечения через цилиндрический насадок. Коэффициент расхода.
- 30 Истечение через сопло и диффузорный насадок. Схема истечения через сопло (коноидальный насадок). Безотрывность течения и параллельноструйность. Коэффициент сжатия струи. Коэффициент расхода. Схема истечения через диффузорный насадок. Сужение потока и разряжение. Увеличение расхода. Коэффициент расхода.
- 31 Геометрическое, кинематическое и динамическое подобие. Понятия «модель» и «натура». Геометрическое подобие. Линейный масштаб моделирования. Кинематическое подобие: траектории, скорости и ускорения. Масштаб скорости. Масштаб ускорения. Масштаб времени. Динамическое подобие – пропорциональность сил.
- 32 Основные критерии подобия: Ньютона, Фруда, Рейнольдса, Эйлера. Основной закон гидродинамического подобия – число Ньютона. Критерием Фруда – формула. Критерий Рейнольдса – формула. Критерий Эйлера – формула. Другие критерии (Вебера, Струхала, Маха).
- 33 Классификация и общая характеристика гидромашин. Насосы динамического и объемного действия. Давление, подача (расход), рабочий объем, рабочая камера, частота вращения вала, входная (потребляемая) мощность, выходная (гидравлическая) мощность. Объемный к. п. д. Гидравлический к. п. д. Механический к. п. д.
- 34 Характеристики роторных гидромашин. Рабочий объем гидромашин – формула и определение. Идеальная подача – формула. Рабочая камера. Качающий узел. Кратность действия. Коэффициент подачи. К. п. д. насоса и гидромотора. Потребляемая мощность. Гидравлическая мощность. Зависимость расхода жидкости от давления.
- 35 Регулируемые роторные гидромашин. Изменение рабочего объема. Параметр регулирования. К. п. д. регулируемых гидромашин. Снижение к. п. д. при уменьшении параметра регулирования (графики). Зависимость объемного к. п. д. от параметра регулирования, давления и частоты вращения. Индикаторная диаграмма.

36 Основы теории роторных гидромашин. Индикаторная и потребляемая мощность. Гидромеханический к. п. д. насоса – нерегулируемого и регулируемого. Гидромеханический к. п. д. гидромотора – нерегулируемого и регулируемого. Зависимости гидромеханического к. п. д. от параметра регулирования, давления и частоты вращения вала.

37 Радиально-поршневые гидромашины. Устройство радиально-поршневых гидромашин. Однорядные и многорядные. Кратность действия. Регулирование подачи и реверсирование. Рабочий объем, идеальная и действительная подача. Гидростатический подпятник. Регулятор мощности насоса. Вращающий момент ротора гидро-мотора.

38 Аксиально-поршневые гидромашины. Устройство аксиально-поршневых гидромашин. Блок цилиндров. Гидромашины с наклонным диском и наклонным блоком. Регулирование подачи и реверсирование. Рабочий объем, идеальная и действительная подача. Гидростатический подпятник. Регулятор мощности насоса. Вращающий момент гидромотора.

39 Пластинчатые гидромашины. Устройство пластинчатых гидромашин. Насосы однократного и двухкратного действия. Формула рабочего объема. Подача теоретическая и действительная. Регулирование и реверсирование пластинчатых машин. Момент на валу насоса.

40 Шестеренные гидромашины. Устройство шестеренных гидромашин. Корректированные зубья шестерен. Рабочий объем насоса. Подача теоретическая и действительная. Насосы с внешним и внутренним зацеплением. Трех шестеренные насосы. Компенсация утечек жидкости. Момент на валу насоса.

41 Гидрораспределители. Золотниковые гидрораспределители. Позиционность и линейность распределителей. Способы управления распределителями. Расходная характеристика. Дросселирующие распределители. Следящие распределители. Условные обозначения распределителей.

42 Гидравлические дроссели. Назначение гидродросселей. Линейные и квадратичные дроссели. Потеря давления в дросселях. Расходные характеристики дросселей. Регулируемые дроссели. Примеры применения дросселей.

43 Гидроклапаны. Назначение гидроклапанов. Клапаны давления прямого и не прямого действия. Схемы и работа клапанов прямого и не прямого действия. Расходные характеристики. Примеры применения.

44 Регуляторы и ограничители расхода. Назначение регуляторов и ограничителей расхода. Устройство и работа регуляторов и ограничителей. Расходные характеристики. Примеры применения.

45 Объемный гидропривод. Определение объемного гидропривода. Вспомогательные устройства гидроприводов. Классификация: гидропривод вращательного, возвратно-поступательного и поворотного действия. Регулируемый и нерегулируемый гидропривод. Объемное и дроссельное регулирование.

46 Нагрузочная и регулировочные характеристики ГП. Зависимость частоты вращения вала гидромотора от момента сопротивления. Регулирование и реверсирование в ГП с замкнутой циркуляцией жидкости. Регулирование за счет рабочего объема насоса. Регулирование за счет рабочего объема гидромотора. Диапазон регулирования. К. п. д. гидропривода.

47 Пневмопривод. Особенности пневмопривода, достоинства и недостатки. Применение пневмопривода. Особенности течения воздуха в трубопроводах. Истечение воздуха из резервуара. Принципиальная схема пневмопривода. Подготовка воздуха. Типовой узел подготовки воздуха.

Задачи к экзамену:

Обучающийся решает одну из четырех задач по гидростатике, или одну из пяти по гидродинамике. Каждому выдается расчетная схема и общие исходные данные. Некоторые исходные данные (выделены жирным шрифтом) задаются преподавателем индивидуально.

Водопроводная сеть состоит из открытого водоема 1, насоса 2, фильтра 3 с обратным клапаном 4 и манометром 5, водонапорной башни 6, сливной трубы поддержания уровня 7, подводящей трубы 8, отводящей трубы 9, задвижек 10, 11, 14, 15, 18, 19, 20, 21 и 22, отводов 12 и фланцевых соединений 13, и резервуаров 16 и 17 для раздачи воды.

Исходные данные: жидкость – пресная вода; коэффициент гидравлического трения всех труб: $\lambda = 0,02$, $\lambda = 0,025$, $\lambda = 0,03$, режим течения во всех случаях турбулентный.

Трубы двух типоразмеров с диаметрами (задаются преподавателем):

$d_1 = 40$ мм (45 и 50) и $d_2 = 40$ мм (30 и 35).

Высоты и длины (задаются преподавателем):

$H_1 = 12$ м (10, 11, 13, 14), $H_0 = 4,5$ м (4,0, 4,5, 4,7).

$l_4 = 5$ м (4, 4,5 и 5,5), $l_9 = 20$ м (17, 19, 22), $l_{10} = 14$ м (12, 15, 17).

Высоты и длины общие для всех:

$H = 10,8$ м, $h_1 = 4$ м, $h_2 = 5,2$ м, $h_3 = 1$ м, $h_4 = 1,2$ м, $h_0 = 0,8$ м, $h_{1a} = 3,7$ м, $h_{2a} = 4,85$ м, $l_1 = 7,5$ м, $l_2 = 7,5$ м, $l_3 = 11,5$ м, $l_5 = 0,25$ м, $l_6 = 4$ м, $l_7 = 0,25$ м, $l_8 = 0,8$ м, $l_{11} = 0,3$ м, $l_{12} = 0,35$ м.

Выбор плоскости сравнения в каждом расчетном случае – произвольный.

Гидростатика.

1. При полном заполнении резервуара 6 и закрытых задвижках 10 и 11 определить абсолютное и избыточное давление в точках а и б считая, что давление над свободной поверхностью воды в резервуаре 6 равно атмосферному.

2. При закрытых задвижках 19 и 20 и полном заполнении резервуара 6 водой определить абсолютное и избыточное давление в точках в и г, считая, что задвижки 10 и 11 открыты.

3. Каким будет избыточное давление на дне резервуара 17 (в точке е), если задвижка 20 закрыта, а сам резервуар заполнен водой полностью? Каким будет абсолютное и избыточное давление в точке д? Каким будет избыточное давление перед задвижкой 15?

4. Если задвижки 11, 18, 14 и 15 закрыты, а задвижки 19 и 20 открыты, при этом резервуары 16 и 17 полностью заполнены, каким будет абсолютное и избыточное давление в точках е, ж и г? Какое давление покажут манометры резервуаров 16 и 17?

Гидродинамика.

1. Определить скорость вытекания струи из сливной трубы 7 (и расход в ней при диаметре 40, 45 или 50 мм), если резервуар 6 заполнен до уровня Н и этот уровень поддерживается за счет подачи воды насосом 2. Плоскость сравнения совместить с поверхностью земли.

2. Резервуар 6 заполнен доверху, уровень Н поддерживается насосом постоянным. Задвижки 18, закрыта, задвижки 10, 11, 19 и 20 открыты. Открыты и задвижки 14 и 15, при этом уровни жидкости в резервуарах 16 и 17 поддерживаются на уровне осей задвижек 14 и 15. Определить давление воды в сечении 1-1, если скорость потока в сечении 1-1 равна 1,1 м/с. Плоскость сравнения совместить с осью труб l_9 и l_{10} .

3. Условие задачи прежнее, но над свободной поверхностью воды в резервуаре 6 поддерживается давление 1,5 кгс/см² (например с помощью компрессора), а скорость потока в сечении 1-1 равна 1,5 м/с.

4. Задвижки 14, 15, 10 и 19 закрыты. Вода из емкости 17 перетекает через задвижки 11 и 18 в насос и сливается в резервуар. Считаем, что уровень воды в емкости 17 поддерживается постоянным, а обратный клапан 4 отсутствует. Определить расход воды

через насос, пренебрегая гидравлическими потерями в нем. Вентиль 22 для спуска воздуха в резервуаре 17 открыт.

5. Задвижки 10, 11, 19 и 15 закрыты, а вентиль 22 открыт (аварийная ситуация). Насос перекачивает воду по трубам l4, l5, l6, l7, l8, l9, l10, l12 в резервуар 17, которая под давлением струей выбрасывается через вентиль 22, коэффициент местного сопротивления которого в полностью открытом состоянии равен 218. Какое давление покажет манометр 5? Плоскость сравнения совместить с осью труб l9 и l10.

Схема трубопроводной системы с насосной установкой, водонапорной башней и резервуарами выдаётся каждому обучающемуся индивидуально .

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Глубоко и прочно усвоил программный материал. Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, правильно обосновывает принятое решение, умеет анализировать и делать выводы.	Твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, но допускает неточности в ответах на вопросы.	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки при ответах на вопросы. Не умеет анализировать, делать выводы.

7 Основная учебная литература

1. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы : учеб. для втузов / Т. М. Башта [и др.], 1982. - 423.
2. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы : учебник для втузов / Т. М. Башта [и др.], 2011. - 422.
3. Киселева И. И. Основы гидравлики и гидропривода : учебное пособие / И. И. Киселева, Т. Г. Войткова, Д. В. Кокоуров, 2011. - 132.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Попов Д. Н. Механика гидро- и пневмоприводов : учеб. для вузов по направлению подгот. дипломиру. специалистов в обл. техники и технологии / Д. Н. Попов, 2001. - 319.
2. Дурнов Петр Иванович. Насосы, вентиляторы, компрессоры : [Учеб. пособие для теплоэнерг. спец. вузов] / Петр Иванович Дурнов, 1985. - 262.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Windows (XP Prof + Vista Bussines) rus VLK поставка 08_2007
2. Microsoft Windows Seven Professional [1x100] RUS (проведен апгрейд с Microsoft Windows Seven Starter [1x100]) - поставка 2010
3. Microsoft Office 2007 Standard - 2003 Suites и 2007 Suites - поставка 2010
4. Microsoft Office Standard 2010_RUS_ поставка 2010_(артикул 021-09683)

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Компьютер в сборе BN-Ir1811-3 iC2D/iG/2Gb/320Gb/DWD-RWCR/кл/мышь/LCD 19"/ИБП/МОП
2. Вентилятор центробежный ВЦ 14-46-2
3. 12928 Насос НАР 63/200
4. 14947 Насос ЭЦВ-8
5. 8924 Вискозиметр РВ-8
6. 14217 Насос НР-Ф
7. 313914 Насос центробежный
8. 313913 Насос центробежный
9. Компрессор
10. Стенд для снятия нагрузочной и регулировочной характеристик объёмного насоса
11. Установка для изучения совместной работы насоса
12. Установка для снятия характеристик центробежного насоса
13. Гидромотор ГМ-360 00-000000000053426
14. Насос 435Ф 00-000000000053430
15. Насос вихревой 00-000000000053424

16. Насос ГУР 00-000000000053429
17. Насос МШ-8М 00-000000000053428
18. Насос центробежный 00-000000000053423
19. Насос шестеренный 00-000000000053427
20. Насос аксиально-поршневой 00-000000000053425
21. Счётчик водомерный ВСГ-20 00-000000000053422
22. Установка для геометрической интерпретации 00-000000000053405
23. Установка для определения времени 00-000000000053408
24. Установка для определения путевых потерь 00-000000000053407
25. Установка Рейнольдса 00-000000000053406