

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Нововоронежский политехнический колледж -
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(НВПК НИЯУ МИФИ)

УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора НВПК НИЯУ МИФИ
_____ Г.В. Калинкина
« ____ » _____ 2019 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

текущего и промежуточного контроля успеваемости

по учебной дисциплине

ОП.12 Гидравлика и насосы

для специальности

14.02.01 Атомные электрические станции и установки

Нововоронеж 2019 г.

Фонд оценочных средств дисциплины ОП.12 Гидравлика и насосы разработан на основе федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования (далее ФГОС СПО) по специальности 14.02.01 Атомные электрические станции и установки, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации №542 от 15 мая 2014 года и рабочей программы по данной дисциплине.

Организация-разработчик: Нововоронежский политехнический колледж - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Разработчик: Тарасова Н.М., преподаватель высшей квалификационной категории

Одобрено на заседании цикловой методической комиссии теплоэнергетических дисциплин

Протокол № _____ от « _____ » _____ 2019 г.

Председатель ЦМК _____ /Н.М. Тарасова/

СОДЕРЖАНИЕ

1	Паспорт фонда оценочных средств	4
2	Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке	8
3	Оценка освоения учебной дисциплины	12
4	Контрольно-оценочные материалы для итоговой аттестации по учебной дисциплине	32

1 ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

В результате освоения дисциплины ОП.12 Гидравлика и насосы обучающийся должен обладать предусмотренными ФГОС по специальности СПО 14.02.01 Атомные электрические станции и установки следующими умениями, знаниями, которые формируют профессиональную компетенцию, и общими компетенциями:

У1- понимать физическую природу основных гидравлических процессов;

У2 - классифицировать виды движения жидкости;

У3 - объяснять причины и возможные последствия гидравлических процессов и явлений, возникающих или имеющих место в практике эксплуатации объектов атомной энергетики;

У4 - использовать законы физики, теоретической механики, теплотехники для решения задач;

У5 - владеть навыками гидравлического расчета оборудования (простого трубопровода), связанного с движением жидкости или воздействием на него покоящейся жидкости;

У6 - рассчитывать параметры жидкой и газовой сред в статике и динамике для различных гидравлических процессов;

У7 - решение различных гидравлических задач;

У8 - разделять гидравлические процессы на виды и подвиды для их правильного математического описания и использования формул;

У9 - теоретическое обоснование использования уравнений и формул, определяющих рассматриваемое гидравлическое явление или процесс;

У10 - пользоваться контрольно-измерительными приборами;

У11 - осуществлять контроль работы обслуживаемого оборудования по показаниям средств измерений;

У12 - разбираться в конструкциях и назначении основных типов насосов;

У13 - ориентироваться в марках и конструктивных схемах насосов;

У14 - разбираться в конструкциях и назначении основных типов насосов;

У15 - владеть навыками расчета различных видов насосов;

- 31 - основные понятия и определения гидравлики, относящиеся к равновесию и движению жидкости;
- 32 - нормы качества воды и пара;
- 33 - основополагающие уравнения, определяющие связь между параметрами течения или равновесия (покоя) жидкости;
- 34 - формулы, константы, коэффициенты, с помощью которых можно определить параметры различных гидравлических процессов и явлений;
- 35 - методы решения гидравлических задач;
- 36 - приборы и оборудование для определения гидравлических характеристик;
- 37 - расположение оборудования, трубопроводов, арматуры, контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА), входящих в зону обслуживания;
- 38 - основные понятия и определения процессов истечения жидкости и движения по трубопроводам и каналам;
- 39 - тепловые защиты и тепловые схемы котельной установки;
- 310 - устройство, принцип работы и технические характеристики котла и вспомогательного оборудования;
- 311 - свойства применяемого топлива и продуктов его сгорания, технико-экономические показатели работы оборудования;
- 312 - основные понятия и определения теории центробежного насоса;
- 313 - принципиальные технологические схемы АЭС;
- 314 - классификацию и технические характеристики насосов;
- 315 - назначение основных типов насосов АЭС.
- ПК 1.1. Проводить профилактический осмотр установок и устройств, узлов и деталей, средств измерений и автоматизации
- ПК 1.2. Выявлять и определять причины неисправностей оборудования и технических систем
- ПК 1.3. Обеспечивать проведение монтажа установок и устройств, средств измерений и автоматизации
- ПК 1.4. Подготавливать оборудование и трубопроводы к дезактивации и ремонту

ПК 1.5. Участвовать в разработке конструкторской документации для изготовления типовых сборок и узлов, технологических процессов ремонта и монтажа оборудования и систем атомных станций

ПК 2.1. Контролировать работу оборудования и технических систем по показаниям средств измерений и сигнализации

ПК 2.2. Выявлять и определять причины отклонений от технологических режимов

ПК 2.3. Принимать меры при отклонениях от технологических режимов при эксплуатации теплоэнергетического оборудования и технических систем.

ПК 2.5. Вести учет работы оборудования, причин и продолжительности простоя.

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать свою собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения задания.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

Формой аттестации по дисциплине является экзамен.

2 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ, ПОДЛЕЖАЩИЕ ПРОВЕРКЕ

В результате аттестации по дисциплине осуществляется комплексная проверка следующих умений и знаний, а также динамика формирования общих компетенций:

Таблица 2.1. Показатели оценки результата

Результаты обучения: умения, знания и общие компетенции	Показатели оценки результата	Форма контроля и оценивания
Уметь:		
У1 - понимать физическую природу основных гидравлических процессов	применять общие принципы расчетов по механике жидкости и газа и теоретической механике, владение методами расчета гидрогазодинамических процессов	Рубежный контроль Оценка за выполнение практической и лабораторной работы. Оценка знаний по устным зачетам
У2- классифицировать виды движения жидкости	определение критерия Рейнольдса, местных сопротивлений	Текущий контроль Оценка за выполнение самостоятельной работы. Оценка знаний по индивидуальным заданиям, тестам
У3 - объяснять причины и возможные последствия гидравлических процессов и явлений, возникающих или имеющих место в практике эксплуатации объектов атомной энергетики	объяснять причины возникновения гидроудара в трубопроводе, процесса кавитации в трубопроводах и насосах	
У4 - использовать законы физики, теоретической механики, теплотехники для решения задач	практическое применение формул определения плотности вещества, вязкости, гидростатического давления, уравнения Бернулли, формулы Вейсбаха-Дарси, величины расхода жидкости, числа Рейнольдса	Промежуточная аттестация Оценка за экзамен
У5 - владеть навыками гидравлического расчета оборудования (простого трубопровода), связанного с движением жидкости или воздействием на него покоящейся жидкости	расчет гидравлических потерь напора по длине и в местных сопротивлениях, определение коэффициента гидравлического трения при различных режимах течения жидкости, расчетов простого трубопровода, гидравлические характеристики трубопроводов	
У6 - рассчитывать параметры жидкой и газовой сред в статике и динамике для различных гидравлических процессов	определение давления, сжимаемости и температурного расширения жидкости, применение уравнения Менделеева-Клайперона, поверхностного натяжения	

У7 - решение различных гидравлических задач	применение изученных формул в теоретическом курсе при решении практических задач, использовать расчетные и экспериментальные методы механики жидкости и газа и теоретической механики
У8 - разделять гидравлические процессы на виды и подвиды для их правильного математического описания и использования формул	применять методы математического анализа при решении задач теоретической механики и механики жидкости и газа
У9 - теоретическое обоснование использования уравнений и формул, определяющих рассматриваемое гидравлическое явление или процесс	применять общие принципы расчетов по механике жидкости и газа и теоретической механике, использовать расчетные и экспериментальные методы механики жидкости и газа и теоретической механики
У10 - пользоваться контрольно-измерительными приборами	пользоваться пьезометрами, манометрами, датчиками давления, уровнемерами, устройствами регулирования давления воздуха в ресивере, расходомерами, счетчиками количества, датчиками температуры
У11 - осуществлять контроль работы обслуживаемого оборудования по показаниям средств измерений	способность работать на экспериментальных стендах, проведения необходимых расчетов по механике жидкости и газа
У12 - разбираться в конструкциях и назначении основных типов насосов	классификация динамических и объемных насосов по различным признакам
У13 - ориентироваться в марках и конструктивных схемах насосов	маркировка насосов, конструктивные схемы насосного оборудования, принцип действия
У14 - разбираться в конструкциях и назначении основных типов насосов	маркировка насосов, конструктивные схемы насосного оборудования, принцип действия
У15 - владеть навыками расчета различных видов насосов	расчет основных характеристик насоса
Знать:	
31 - основные понятия и определения гидравлики, относящиеся к равновесию и движению жидкости	понятия: плотность, сжимаемость, температурное расширение и удельный объем жидкости, их зависимость от температуры и давления, теплоёмкость, поверхностное натяжение и капиллярность, вязкость и ее зависимость от температуры и давления
32 - нормы качества воды и	понятие насыщенного пара, нормы

пара	качества воды, конденсата и пара, динамическое равновесие жидкости и пара	
33 - понятие насыщенного пара, нормы качества воды, конденсата и пара, динамическое равновесие жидкости и пара	уравнение гидростатического давления и его свойства, основное уравнение гидростатики, давление жидкости на плоскую стенку и цилиндрические поверхности, уравнения Бернулли	
34 - формулы, константы, коэффициенты, с помощью которых можно определить параметры различных гидравлических процессов и явлений	коэффициент динамической и кинематической вязкость, классификация гидравлических сопротивлений, коэффициент Кориолиса, критерий Рейнольдса, сложение потерь напора, измерение расхода движущейся жидкости, эмпирические формулы для расчета коэффициента гидравлического трения	
35 - методы решения гидравлических задач	определение гидравлических потерь напора по длине и в местных сопротивлениях, определение коэффициента гидравлического трения при различных режимах течения жидкости, расчетов простого трубопровода, гидравлические характеристики трубопроводов	
36 - приборы и оборудование для определения гидравлических характеристик	пьезометры, манометры, датчики давления, уровнемеры, устройства регулирования давления воздуха в ресивере, компрессор, расходомеры, счетчики количества, датчики температуры	
37 - расположение оборудования, трубопроводов, арматуры, контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА), входящих в зону обслуживания	представлять схемы систем (совокупность) приборов, устройств автоматизации, контроля и управления, реализованная «традиционных» средства автоматизации (за исключением средств вычислительной техники), автономно реализующие функции управления технологическим процессом (объектом) или его частью, либо функцию контроля технологического обеспечения управления	
38 - основные понятия и определения процессов истечения жидкости и движения по трубопроводам и каналам	классификация трубопроводов, сифонные трубопроводы, гидравлический удар в трубах и меры борьбы с ним, кавитация в трубах, причины ее возникновения	

	и меры борьбы с ней, методика расчетов простого трубопровода, гидравлические характеристики трубопроводов	
39 - тепловые защиты и тепловые схемы котельной установки	типы принципиальных схем, основное оборудование, принцип обозначения оборудования, схемы теплоснабжения предприятий	
310 - устройство, принцип работы и технические характеристики котла и вспомогательного оборудования	типы котлов, конструкционную схему и принцип действия котла и вспомогательного оборудования: подогревателей, насосов, деаэраторов	
311 - свойства применяемого топлива и продуктов его сгорания, технико-экономические показатели работы оборудования	тягово-скоростные свойства, топливная экономичность и надежность, включающая ремонтпригодность	
312 - основные понятия и определения теории центробежного насоса	треугольники скоростей жидкости на входе и выходе лопатки, основное уравнение центробежного насоса (уравнение Л. Эйлера), теоретическое давление, развиваемое насосом, действительное давление, рабочая характеристика насоса	
313 - принципиальные технологические схемы АЭС	технологический процесс производства электрической энергии на АС, основное оборудование и его размещение	
314 - классификацию и технические характеристики насосов	циркуляционные насосы, конденсатные насосы, питательные насосные агрегаты, типы и параметры питательных насосов, бустерные насосы, назначение, особенности конструкции, регулирование работы питательного насоса, принцип работы гидромфты, кавитация в питательных насосах; плунжерные и поршневые насосы, струйные насосы	
315 - назначение основных типов насосов АЭС	назначение и принцип действия ГЦН, конденсатных насосов, ТПН, ПН, БН, насосов систем безопасности	

3 ОЦЕНКА ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Формы и методы оценивания

Предметом оценки служат умения и знания, предусмотренные ФГОС по дисциплине ОП.12 Гидравлика и насосы специальности СПО 14.02.01 Атомные электрические станции и установки. Итоговой аттестацией по учебной дисциплине является экзамен.

Таблица 3.1. Контроль и оценка освоения дисциплины по темам (разделам)

Элемент учебной дисциплины	Формы и методы контроля					
	Текущий контроль		Рубежный контроль		Промежуточная аттестация	
	Форма контроля	Проверяемые ОК, У, З	Форма контроля	Проверяемые ОК, У, З	Форма контроля	Проверяемые ОК, У, З
Раздел 1			Практическое занятие № 1,2 Оценка знаний по устным зачетам	У1, У2, У3, У4, У5, У6, У7, У8, У9, У10, У11 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38 ОК.1 - ОК.9	Экзамен	У1, У2, У3, У4, У5, У6, У7, У8, У9, У10, У11 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38 ОК.1 - ОК.9
Тема 1.1	Оценка за выполнение самостоятельной работы (решение задач)	У1, У4, У5, У6, У7, У8, У9 31, 33, 34, 35, 38 ОК.1 - ОК.9				
Тема 1.2	Оценка за выполнение самостоятельной работы (решение задач)	У1, У2, У3, У4, У5, У6, У7, У8, У9 31, 33, 34, 35, 38 ОК.1 - ОК.9	Практическое занятие №1			
Тема 1.3	Оценка за выполнение самостоятельной работы (решение задач)	У2, У4, У5, У6, У7, У8, У9 33, 34, 35, 38 ОК.1 - ОК.9				
Тема 1.4	Оценка за выполнение самостоятельной работы (решение задач) Выполнение тестовых заданий	У10, У11 36, 37 ОК.1 - ОК.9	Практическое занятие №2			
Раздел 2			Практическое занятие № 3 Оценка знаний по устным зачетам	У12, У13, У14, У15 33, 312, 313, 314, 315 ОК.1 - ОК.9	Оценка за экзамен	У12, У13, У14, У15 33, 312, 313, 314, 315 ОК.1 - ОК.9

Тема 2.1	Оценка знаний по индивидуальным заданиям	У12, У13, У14, У15 312, 313, 314, 315 ОК.1 - ОК.9				
Тема 2.2	Оценка знаний по индивидуальным заданиям	У12, У13, У14, У15 33, 312, 313, 314, 315 ОК.1 - ОК.9	Практическое занятие № 3			
Раздел 3			Практическое занятие № 4 Оценка знаний по устным зачетам Лабораторные занятия № 1,2,3,4,5,6,7	У9, У12, У13, У14, У15 32, 39, 310, 311, 312, 313, 314, 315 ОК.1 - ОК.9	Оценка за экзамен	У9, У12, У13, У14, У15 32, 39, 310, 311, 312, 313, 314, 315 ОК.1 - ОК.9
Тема 3.1	Оценка знаний по индивидуальным заданиям	У9, У12, У13, У14, У15 32, 39, 310, 311, 312, 313, 314, 315 ОК.1 - ОК.9	Оценка знаний по устным зачетам Практическое занятие № 4			
Тема 3.2	Оценка знаний по индивидуальным заданиям	У12, У13, У14, У15 32, 39, 310, 311, 312, 313, 314, 315 ОК.1 - ОК.9	Оценка знаний по устным зачетам Лабораторные занятия № 1,2,3,4,5,6,7			

3.2 Типовые задания для оценки освоения учебной дисциплины

3.2.1 Типовые задания для оценки умений У1, У2, У3, У4, У5, У6, У7, У8, У9, У10, У11, знаний З1, З3, З4, З5, З6, З7, З8 (текущий контроль)

1) Задания в тестовой форме (пример)

1. Что называют гидравликой?

1. науку, которая изучает равновесие и движение жидкостей
2. науку, которая изучает движение водных потоков
3. науку, которая изучает положение жидкостей в пространстве
4. науку, которая изучает взаимодействие водных потоков

Правильный ответ: 1

2. Обратим ли режим движения жидкости внутри системы, изображённой на фото?

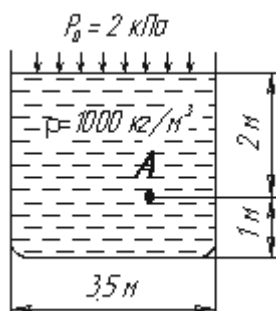


1. нет
- 2 да
3. да, под воздействием непрерывного давления
4. нет, если скорость изменяется

Правильный ответ: 2

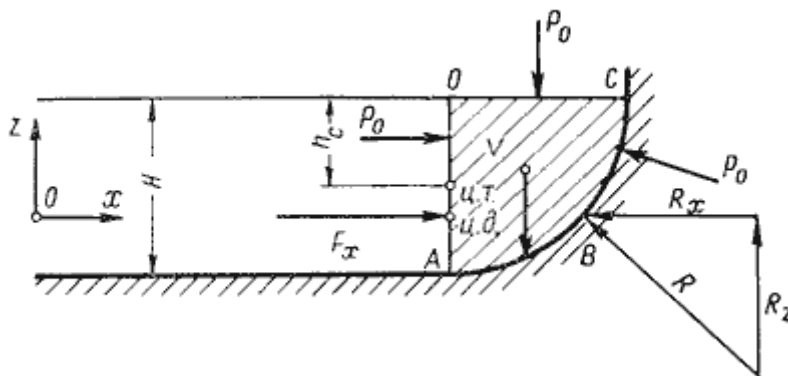
2) Индивидуальные задания (пример)

1. Чему равно гидростатическое давление в точке А?



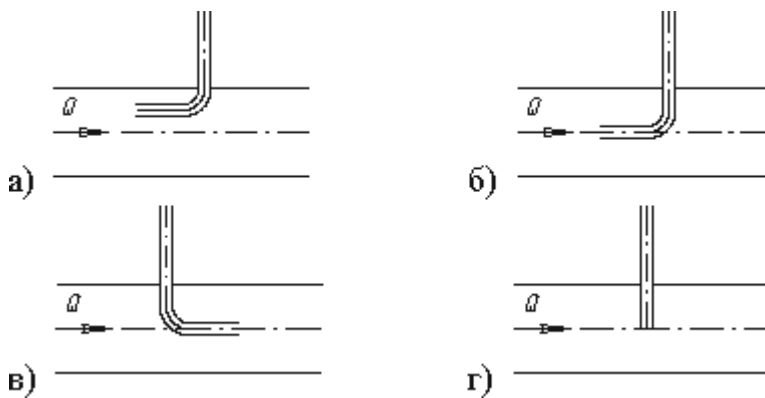
- а) 19,62 кПа;
- б) 31,43 кПа;
- в) 21,62 кПа;
- г) 103 кПа.

2. Сила гидростатического давления на цилиндрическую боковую поверхность по оси Ox равна



- а) $F_z = \frac{\gamma}{V}$;
- б) $F_z = \gamma V$;
- в) $F_z = \gamma V H$;
- г) $F_z = \gamma S_z h_c$.

3. На каком рисунке трубка Пито установлена правильно



3) Устный зачет по теме (пример)

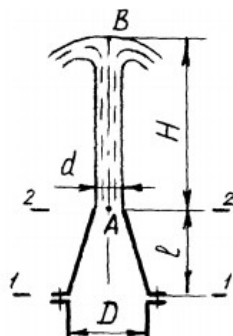
1. Понятие жидкости в гидравлике. Основные свойства жидкости.
2. Вязкость жидкости, кинематический и динамический коэффициент вязкости. Закон Ньютона.
3. Гидростатическое давление. Основные свойства гидростатического давления.
4. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля.
5. Основные параметры движение потока жидкости. Уравнение неразрывности потока.
6. Дайте определение расхода жидкости. Массовый, объемный, весовой расходы жидкости.
7. Что называется, элементарной стружкой? Уравнение Бернулли для идеальной жидкости.
8. Уравнение Бернулли для реальной жидкости. Геометрический смысл уравнения Бернулли.
9. Схема распределения скоростей при ламинарном течении жидкости. Формулы Пуазейля, Блазиуса, Атштуля.
10. Режимы движения жидкости. Опыт и критерий Рейнольдса.
11. Виды гидравлических сопротивлений. Сопротивление трения по длине. Формула Вейсбаха-Дарси.
12. Что понимается под местными сопротивлениями? Перечислите простейшие местные сопротивления.
13. Изобразите схематически характер течения при внезапном расширении, внезапном сужении.
14. Поясните характер истечения жидкости через коноидальный насадок (сопло) и диффузорный насадок.

4) Выполнение самостоятельной работы (решение задач) (пример)

1. Задача.

У фонтана вода вытекает из сопла, имеющего форму конического конфузора длиной 0,4 м и диаметрами 120 мм и 50 мм. Считая воду не вязкой жидкостью,

вычислить необходимое давление перед соплом для обеспечения заданной высоты 2,8 м струи.



2. Задача.

По трубопроводу длиной 15 км и диаметром 100x5мм перекачивается бензол с расходом 10т/час при средней температуре 20 °С. Стенки трубопровода гладкие. Манометр, установленный в начале, показывает давление 5 атм. Определить показания манометра, установленного в конце трубопровода.



3. Задача.

По трубопроводу диаметром 270x10 мм перекачивается вода с расходом 150 м³/час. Определить скорость воды в трубе и режим её движения.

3.2.2 Типовые задания для оценки умений У1, У2, У3, У4, У5, У6, У7, У8, У9, знаний З1, З3, З4, З5, З8 (рубежный контроль)

1) Практическая работа №1 (пример)

Тема: «Физико-химические свойства жидкости. Вязкость. Формула Ньютона»
 «Определение коэффициента динамической и кинематической вязкости».
 «Основное уравнение гидростатики»

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

- 1.1. Научиться правильно, применять единицы измерений при решении задач;
- 1.2. Усвоить и не смешивать такие понятия, как давление p и сила F ;
- 1.3. Научиться различать давления абсолютное, избыточное и вакуум;
- 1.4. Научиться определять давление в той или иной точке жидкости, используя основное уравнение гидростатики.

2 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Учебная дисциплина «Гидравлика и насосы» относится к общепрофессиональным дисциплинам программ подготовки специалиста и базируется на знаниях, полученных студентами в процессе изучения, как общеобразовательных («Математика», «Физика», «Химия»), так и общепрофессиональных дисциплин («Инженерная графика», «Метрология, стандартизация и сертификации», «Теплотехника»).

Приступая к выполнению практической работы, необходимо внимательно прочитать цель и задачи занятия, ознакомиться с требованиями к уровню подготовки студентов в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами третьего поколения, краткими теоретическими и учебно - методическими материалами по теме практической работы, ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.

Все задания к практической работе необходимо выполнять в соответствии с указаниями, анализировать полученные в ходе занятия результаты по приведенной методике.

Наличие положительной оценки по практическим работам необходимо для получения зачета по учебной дисциплине и допуска к экзамену, поэтому в случае отсутствия на занятии по любой причине или получения неудовлетворительной оценки за работу необходимо найти время для ее выполнения и передачи.

Прежде чем приступить к рассмотрению примеров и задачи необходимо разобраться с некоторыми важными вопросами.

Первое, что необходимо понять – это, в каких системах измерения представлены задачи и проведены расчеты. Для измерения различных механических величин в настоящее время применяются несколько систем единиц. В гидравлике, как правило, наиболее употребительны две из них: техническая МКГСС (метр-килограмм-сила-секунда) и международная система СИ.

В системе МКГСС за основные приняты единицы: длины – метр (м), силы – килограмм-сила (кгс), времени – секунда (сек). 1 кгс представляет собой силу, сообщающую 1 килограмму массы (кг) ускорение, равное ускорению свободного падения $g = 9,81 \text{ м/сек}^2$.

Иногда в задачах вы можете встретить кГ, что означает тоже килограмм-сила, т.е., например, давление 1 кгс/ м^2 то же самое, что и 1 кГ / м^2 .

В качестве основных в системе СИ установлено шесть независимых друг от друга единиц: длины – метр, массы – килограмм, времени – секунда, силы электрического тока – ампер, термодинамической температуры – кельвин, силы света – кандела, из которых выводятся единицы всех остальных производных физических величин.

Из приведенных производных единиц рассмотрим единицы силы, давления, работы и мощности:

Ньютон (Н) – сила, сообщающая телу массой 1 кг ускорение 1 м/с^2 в направлении действия силы.

Паскаль (Па) – давление, вызываемое силой 1 Н, равномерно распределенной по поверхности площадью 1 м^2 .

Джоуль (Дж) – работа силы 1 Н при перемещении ею тела на расстояние 1 м в направлении действия силы.

Ватт (Вт) – мощность, при которой работа 1 Дж совершается за время 1 с.

Иногда вы можете встретить такое понятие как „техническая атмосфера (ат).

Так на практике внешнее давление часто равно атмосферному, т.е. $p_0 = \text{рат}$. Величина давления $\text{рат} = 1 \text{ кГ/см}^2 = 9,81 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$ называется технической атмосферой. Вы можете встретить иногда обозначение “ата”, что означает абсолютная атмосфера, или “ати” – избыточная атмосфера.

Связь между единицами МКГСС и СИ представлена в следующей таблице:

Величина	Связь между единицами МКГСС и СИ		Связь между единицами СИ и МКГСС	
	Единица в системе МКГСС	Перевод в единицы СИ	Единица в системе СИ	Перевод в единицы МКГСС
Сила	1 кгс	9,81 Н	1 Н	0,102 кгс
Давление	1 кгс/м ²	9,81 Па	1 Па	0,120 кгс/м ²
	1 кгс/м ²	98 100Па =98,1кПа	1 Па	1,02·10 ⁻⁶ кгс/см ²
Удельный вес	1 кгс/см ⁴	9,81 Н/м ³	1 Н/м ³	0,102 кгс/м ³
Плотность	1 кгс·с ² /м ⁴	9,81 кг/м ²	1 кг/м ³	0,102 кгс·с ² /м ⁴
Работа	1 кгс·м	9,81 Дж	1 Дж	0,102 кгс·м
Мощность	1 кгс·м/с	9,81 Вт	1 Вт	0,102 кгс·м/с

Из внесистемных единиц, допускаемых к применению наравне с единицами СИ, укажем следующие:

Величина	Единица		Перевод в единицы СИ
	Наименование	Обозначение	
Масса	тонна	т	1 000 кг
Время	минута	мин	60 с
	час	ч	3 600 с
	сутки	сут	86 400 с
Температура	градус Цельсия	°С	К
Плоский угол	градус	°	0,0175 рад
	минута	'	2,91·10 ⁻⁴ рад
	секунда	"	4,85·10 ⁻⁶ рад
Объем	литр	л	1·10 ⁻³ м ³
Объемный расход	литр в секунду	л/с	1·10 ⁻³ м ³ /с
Работа и энергия	киловатт-час	кВт·ч	3,6 ·10 ⁶ Дж
Динамическая вязкость	пуаз	П	0,1 Па·с
Кинематическая	стокс	Ст	1·10 ⁻⁴ м ² /с

вязкость			
Площадь	квадратный сантиметр	см ²	1·10 ⁻⁴ м ²

В системе СИ для выражения больших или малых значений физических величин приняты десятичные кратные или дольные единицы от исходных единиц. В гидравлических расчетах употребительны следующие значения множителей и приставок:

Множитель	Приставка		Пример
	наименование	обозначение	
10 ³	кило	к	кН(килоньютон)
10 ⁻¹	деци	д	дм(дециметр)
10 ⁻²	санти	с	см(сантиметр)
10 ⁻³	милли	м	мм(миллиметр)

Основные физические характеристики жидкости, существенные при решении задач данного раздела - плотность и удельный вес.

Плотность - масса единицы объема жидкости

$$\rho = m/V,$$

где m – масса жидкости в объеме V.

Размерность плотности в системе СИ - кг/м³.

Плотность дистиллированной воды при 4°С

$$\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг / м}^3.$$

Плотность ртути при 0°С

$$\rho_{\text{рт}} = 13600 \text{ кг / м}^3.$$

Удельный вес - вес единицы объема жидкости $\gamma = G/V,$

где G - вес жидкости в объеме V.

Размерность удельного веса в системе СИ - Н /м³.

Удельный вес дистиллированной воды при 4°С

$$\gamma_{\text{в}} = 9810 \text{ Н / м}^3.$$

Плотность и удельный вес связаны между собой зависимостью

$$\gamma = \rho \cdot g,$$

где $g = 9,812 \text{ м / с}^2$ - ускорение свободного падения.

Относительная плотность δ - безразмерная величина, равная отношению плотности $\rho_{\text{ж}}$ данной жидкости к плотности $\rho_{\text{в}}$ дистиллированной воды при 4°C

$$\delta = \rho_{\text{ж}} / \rho_{\text{в}} .$$

При колебаниях температуры и давления объем жидкости изменяется незначительно. Поэтому в практических расчетах плотность и удельный вес жидкости считаются независимыми от этих параметров, за исключением особых случаев.

Динамическая и кинематическая вязкость воды при её различной температуре

Температура °C	Динамическая вязкость (Н · с / м ²) x 10 ⁻³	Кинематическая вязкость (м ² / с) x 10 ⁻⁶
0	1,787	1,787
5	1,519	1,519
10	1,307	1,307
20	1,002	1,004
30	0,798	0,801
40	0,653	0,658
50	0,547	0,658
60	0,467	0,475
70	0,404	0,413
80	0,355	0,365
90	0,315	0,326
100	0,282	0,294

Основные физические свойства воды при её различной температуре

Температура °C	Плотность кг/м ³	Удельная теплоёмкость, C _p кДж / (кг · К)	Коэффициент температурного линейного расширения (1 / К) x 10 ³	Число Прандтля
0	999,9	4,217	-0,07	13,67
20	998,2	4,182	0,207	7,01
40	992,1	4,179	0,385	4,34
60	983,2	4,185	0,523	2,99
80	971,8	4,197	0,643	2,23
100	958,4	4,216	0,752	1,75

При проведении расчётов удобнее использовать приближённые формулы:

Плотность воды	$\rho_{\text{water}}(T) := \frac{995.7}{0.984 + 0.483 \cdot 10^{-3} \cdot (T - 273)}$	кг/м ³
Теплоёмкость воды	$Cp_{\text{water}}(T) := [4194 - 1.15 \cdot (T - 273) + 1.5 \cdot 10^{-2} \cdot (T - 273)^2]$	Дж/(кг К)
Теплопроводность воды	$\lambda_{\text{water}}(T) := 0.553 \cdot (1 + 0.003 \cdot (T - 273))$	Вт/(м К)
Коэффициент динамической вязкости	$\mu_{\text{water}}(T) := \nu_{\text{water}}(T) \cdot \rho_{\text{water}}(T)$	Па с
Коэффициент кинематической вязкости	$\nu_{\text{water}}(T) := \frac{1.78 \cdot 10^{-6}}{[1 + 0.0337 \cdot (T - 273) + 0.000221 \cdot (T - 273)^2]}$	м ² /с
Коэффициент температуропроводности	$a_{\text{water}}(T) := 1.32 \cdot 10^{-7} \cdot (1 + 0.003 \cdot (T - 273))$	м ² /с

Давлением P называется отношение силы F, нормальной к поверхности, к площади S. При равномерном распределении

$$P = F/S$$

Размерность давления в системе СИ - паскаль (1Па = 1 Н / м²).

В технике используется также внесистемная единица - техническая атмосфера, равная 1 ат = 1кгс / см² = 98100 = 1·10⁵ Па.

Однозначное соответствие между высотой h столба жидкости и давлением, создаваемым его весом

$$P = \rho_{\text{рт}} g h_{\text{рт}} = \gamma h,$$

позволяет условно выражать давление высотой столба данной жидкости.

Например, высоте h_{рт} - 750мм ртутного столба соответствует давление

$$P = \rho_{\text{рт}} g h_{\text{рт}}$$

$$P = 13600 \cdot 9,81 \cdot 0,760 = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Па.}$$

Давление, равное одной технической атмосфере, эквивалентно давлению столба воды высотой

$$h = \rho / \gamma_{\text{в}} = 98100 \text{ Н / м}^2 / 9810 \text{ Н / м}^3 = 10 \text{ м. вод. ст.}$$

В зависимости от способа отсчета различают три вида давления.

Если давление отсчитывается от абсолютного нуля, то его называют абсолютным (P_{абс}).

Частный случай абсолютного давления - атмосферное давление, равное примерно P_{атм} = 1·10⁵ Па.

Давление может отсчитываться от условного нуля, за которое принимается атмосферное давление.

Если $P_{абс} > P_{атм}$, то избыток абсолютного давления над атмосферным называется избыточным или манометрическим давлением:

$$P_{изб} = P_{абс} - P_{атм}.$$

Если $P_{абс} < P_{атм}$, то недостаток абсолютного давления до атмосферного называется вакуумметрическим давлением или вакуумом:

$$P_{вак} = P_{атм} - P_{абс}$$

Величина вакуума может изменяться от нуля (при $P_{абс} = P_{атм}$) до $P_{атм}$ (при $P_{абс}=0$).

Избыточное давление измеряется манометром, а вакуумметрическое давление - вакуумметром.

Давление в неподвижной жидкости называется гидростатическим и обладает следующими двумя свойствами:

- оно всегда направлено по нормали внутрь рассматриваемого объема жидкости;
- в любой точке внутри жидкости оно по всем направлениям одинаково.

Поверхность в жидкости, во всех точках которой давление одинаково, называется поверхностью равного давления или поверхностью уровня.

Гидростатическое давление p в любой точке однородной несжимаемой жидкости, находящейся в равновесии под действием сил тяжести, определяется

основным уравнением гидростатики:

$$P = P_0 + \rho \cdot g \cdot h = P_0 + \gamma \cdot h,$$

где P_0 - давление в некоторой точке 0 жидкости;

h - глубина погружения рассматриваемой точки относительно точки 0, может быть как положительной, так и отрицательной;

$\rho \cdot g \cdot h$ или $\gamma \cdot h$ - весовое давление столба жидкости высотой h .

В частом случае, если точка 0 лежит на свободной поверхности жидкости, то P_0 - внешнее поверхностное давление, h - глубина расположения

рассматриваемой точки под свободной поверхностью.

Из основного уравнения гидростатики следует:

- с увеличением глубины h давление возрастает по линейному закону;
- любая горизонтальная плоскость в данной жидкости, находящейся в равновесии, является поверхностью уровня (при $\rho = \text{const}$ и $h = \text{const}$ следует, что $P = \text{const}$). К последним относится и свободная поверхность ($h = 0$, значит $P = P_0$);
- внешнее поверхностное давление P_0 передается во все точки жидкости и по всем направлениям одинаково. Всякое изменение давления P_0 вызывает изменение давления p во всех точках покоящейся жидкости на ту же величину (закон Паскаля).

Весовое гидростатическое давление действует как в жидкостях, так и в газах. Однако, принимая во внимание малую плотность газа и малую высоту газового столба в закрытом сосуде, давление газа во всем его объеме принимают одинаковым.

Объем газа в большей мере зависит от температуры и давления, что необходимо учитывать в технических расчетах. В частном случае, для изотермического процесса (температура газа постоянна) зависимость объема газа от давления устанавливается законом Бойля – Мариотта:

$$P_{\text{абс}} V = \text{const} \quad \text{или} \quad P_{\text{абс}1} V_1 = P_{\text{абс}2} V_2$$

где V_1 и V_2 - объемы газа при соответствующих абсолютных давлениях $P_{\text{абс}1}$ и $P_{\text{абс}2}$

Указания к решению задач:

Сравнивать по величине можно только давления, заданные в одной системе отсчета. Поэтому левая и правая часть всякого уравнения давления должна содержать выражения одноименных давлений (абсолютных или избыточных). Вакуумметрическое давление в процессе решения задач следует выражать через абсолютное давление. Для определения давления в той или иной точке жидкости следует пользоваться основным уравнением гидростатики. При этом нужно иметь

в виду, что второй его член ($\rho \cdot g \cdot h$) может быть, как положительным, так и отрицательным.

При составлении уравнения давлений часто целесообразно вводить в рассмотрение плоскость уровня. Следует помнить, что ее можно проводить только в пределах объема одной и той же жидкости.

При решении задач, в которых даны поршни, нужно использовать уравнения равновесия, т.е. равенство нулю суммы всех сил, действующих на поршень.

Если атмосферное давление задано высотой ртутного столба $h_{рт}$, то его расчетное значение следует определить по формуле

$$P_{атм} = \rho_{атм} g h_{атм}$$

В других случаях величину атмосферного давления можно приближенно принять равной $P_{атм} = 1 \cdot 10^5$ Па.

3 ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Задача 3.1

В закрытый цилиндрический резервуар высотой H , заполненный воздухом при атмосферном давлении, соответствующем $h_{атм}$ мм ртутного столба, подается масло с относительной плотностью δ_m . При этом происходит сжатие воздуха в резервуаре. Давление в системе создается поршнем диаметром D гидроцилиндра, расположенного на расстоянии a от дна резервуара. Процесс сжатия воздуха считать изотермическим, трением поршня о стенки цилиндра пренебречь. Определить величину силы F , удерживающей поршень в равновесии при заполнении резервуара до уровня h . Определить также показание ртутного манометра $h_{рт}$.

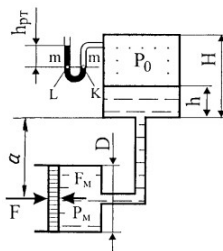


Рисунок 1

Исходные данные к задаче:

Вариант	H,м	h,м	a,м	D,мм
1	0,75	0,20	2,10	230
2	0,85	0,15	2,12	224
3	0,80	0,26	3,20	233
4	0,92	0,27	2,15	222
5	0,95	0,33	2,16	228
6	0,93	0,35	2,19	229
7	0,96	0,28	2,23	232
8	0,94	0,29	2,29	233
9	0,98	0,38	3,10	244
10	0,99	0,31	3,25	256
11	0,97	0,32	3,00	277
12	0,81	0,36	3,11	211
13	0,82	0,39	3,12	210
14	0,83	0,42	3,14	212
15	0,86	0,45	3,16	209
16	0,89	0,42	3,17	208
17	0,88	0,46	3,19	213
18	0,87	0,48	3,22	214
19	0,65	0,50	3,23	215
20	0,75	0,21	3,24	207
21	0,78	0,22	3,29	206
22	0,64	0,19	3,26	201
23	0,55	0,18	3,27	203
24	0,56	0,23	2,11	205
25	0,68	0,24	2,14	199

Задача 3.2

Как изменятся объемный вес и плотность воды друг относительно друга на экваторе и Северном полюсе? Средняя годовая температура на полюсе примерно 0°C , на экваторе 40°C .

Задача 3.3

Чему равны удельные объемы и относительные плотности морской воды, ртути и нефти?

Задача 3.4

Разность скоростей между двумя соседними слоями жидкости толщиной 0,02 мм равна 0,0072 м/с. Рассматриваемая жидкость имеет коэффициент динамической вязкости $13,04 \cdot 10^{-4} \text{Н} \cdot \text{с} / \text{м}^2$. Определить тангенциальное напряжение и силу трения на 1м^2 поверхности между слоями жидкости.

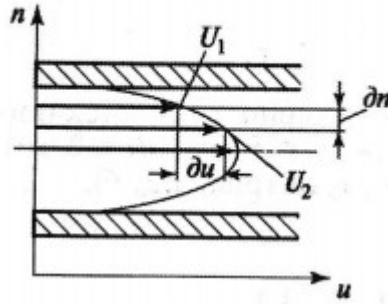


Рисунок 2

Задача 3.5

Определить кинематический коэффициент вязкости воды, если сила трения равна $12 \cdot 10^{-4}$ Н на поверхность площадью $0,06 \text{ м}^2$ создает скорость деформации величиной равной 1.

Задача 3.6

К всасывающей стороне цилиндра присоединен водяной вакуумметр с показанием $0,42 \text{ м}$. Определить разрежение под поршнем.

Задача 3.7

Сосуд, имеющий форму конуса с диаметром основания D , переходит в цилиндр диаметром d . В цилиндре перемещается поршень с нагрузкой F . Плотность жидкости $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$. Определить усилие, развиваемое на основание сосуда.

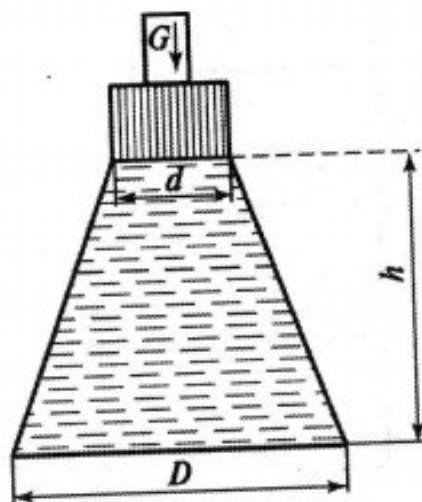


Рисунок 3

Задача 3.8

Рассчитать избыточное давление на свободной поверхности минерального масла и абсолютное давление в точке М.

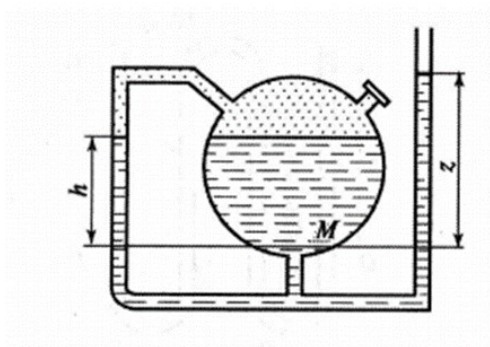


Рисунок 4

Задача № 3.9

Двойная U – образная трубка заполнена двумя жидкостями таким образом, что свободная поверхность во внутреннем ответвлении трубки находится на одном уровне. Рассчитать плотность второй жидкости.

Задача № 3.10

Сосуд содержит две несмешивающиеся жидкости с плотностями ρ_1 и ρ_2 . Давление над свободной поверхностью измеряется манометром. Определить избыточное давление на основание сосуда.

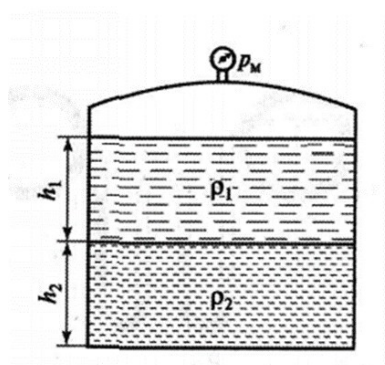


Рисунок 5

Таблица 1. Значения плотности воды и динамической вязкости воды в зависимости от температуры

№ п/п	Температура, t, °C	Плотность, ρ , кг/м ³	Динамическая вязкость, μ , мПа·с
1	10	999,73	1,308
2	20	998,00	1,005
3	30	995,67	0,8007
4	40	992,24	0,6560
5	45	990,25	0,5988
6	50	988,07	0,5494
7	55	986,21	0,5064
8	60	983,75	0,4688
9	65	981,13	0,4355
10	70	977,81	0,4061
11	75	974,84	0,3799
12	80	971,83	0,3565
13	85	968,65	0,3355
14	90	965,34	0,3165
15	95	961,92	0,2994
16	96	961,22	0,2962
17	97	960,61	0,2930
18	98	959,81	0,2899
19	99	959,09	0,2868
20	88	966,68	0,3239
21	64	981,67	0,4418
22	78	973,03	0,3655
23	82	970,57	0,3478
24	53	987,15	0,5229
25	100	958,38	0,2838

4 ОТЧЕТ ПО ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

Отчёт о практической работе представляется в виде решённой задачи соответствующего варианта в специальной тетради для практических работ.

5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Единицы измерения плотности вещества, относительной плотности, удельного объема, удельного веса?
2. Виды давления. Размерность давления?
3. Свойства гидростатического давления?
4. Основное уравнение гидростатики?
5. Воздействие жидкости на плоские стенки.
6. Силы давления жидкости на криволинейные стенки.

4 КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Предметом оценки являются умения и знания. Контроль и оценка осуществляются с использованием следующих форм и методов: тестирование, индивидуальные задания, устный зачет, самостоятельная работа, практическая работа, лабораторная работа.

Оценка освоения дисциплины предусматривает использование оценивания и проведение экзамена.

I. ПАСПОРТ

Назначение

КОМ предназначен для контроля и оценки результатов освоения дисциплины ОП.12 Гидравлика и насосы 14.02.01 Атомные электрические станции и установки.

Умения

- У1- понимать физическую природу основных гидравлических процессов;
- У2 - классифицировать виды движения жидкости;
- У3 - объяснять причины и возможные последствия гидравлических процессов и явлений, возникающих или имеющих место в практике эксплуатации объектов атомной энергетики;
- У4 - использовать законы физики, теоретической механики, теплотехники для решения задач;
- У5 - владеть навыками гидравлического расчета оборудования (простого трубопровода), связанного с движением жидкости или воздействием на него покоящейся жидкости;
- У6 - рассчитывать параметры жидкой и газовой сред в статике и динамике для различных гидравлических процессов;
- У7 - решение различных гидравлических задач;
- У8 - разделять гидравлические процессы на виды и подвиды для их правильного математического описания и использования формул;
- У9 - теоретическое обоснование использования уравнений и формул, определяющих рассматриваемое гидравлическое явление или процесс;

- У10 - пользоваться контрольно-измерительными приборами;
- У11 - осуществлять контроль работы обслуживаемого оборудования по показаниям средств измерений;
- У12 - разбираться в конструкциях и назначении основных типов насосов;
- У13 - ориентироваться в марках и конструктивных схемах насосов;
- У14 - разбираться в конструкциях и назначении основных типов насосов;
- У15 - владеть навыками расчета различных видов насосов;

Знания

- З1 - основные понятия и определения гидравлики, относящиеся к равновесию и движению жидкости;
- З2 - нормы качества воды и пара;
- З3 - основополагающие уравнения, определяющие связь между параметрами течения или равновесия (покоя) жидкости;
- З4 - формулы, константы, коэффициенты, с помощью которых можно определить параметры различных гидравлических процессов и явлений;
- З5 - методы решения гидравлических задач;
- З6 - приборы и оборудование для определения гидравлических характеристик;
- З7 - расположение оборудования, трубопроводов, арматуры, контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА), входящих в зону обслуживания;
- З8 - основные понятия и определения процессов истечения жидкости и движения по трубопроводам и каналам;
- З9 - тепловые защиты и тепловые схемы котельной установки;
- З10 - устройство, принцип работы и технические характеристики котла и вспомогательного оборудования;
- З11 - свойства применяемого топлива и продуктов его сгорания, технико-экономические показатели работы оборудования;
- З12 - основные понятия и определения теории центробежного насоса;
- З13 - принципиальные технологические схемы АЭС;
- З14 - классификацию и технические характеристики насосов;
- З15 - назначение основных типов насосов АЭС.

4.1 Экзамен

II. ЗАДАНИЕ ДЛЯ ЭКЗАМЕНУЮЩЕГОСЯ

Вариант 1

Инструкция для обучающихся

Внимательно прочитайте задание.

Задание

Задание представлено в виде:

Задание №1. Теоретический вопрос.

Задание №2. Теоретический вопрос.

Задание №3. Решение задач.

III. ПАКЕТ ЭКЗАМЕНАТОРА

Количество вариантов задания для экзаменуемого – 27

Время выполнения задания – 45 минут.

Результаты выставляются в зачетную ведомость

Оборудование:

Справочный материал, схемы.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Номер и содержание задания	Оцениваемые компетенции	Показатели оценки результата
Задание №1, №2, №3	Без ответа	«2»
	Неполный ответ	«3»
	Правильный, неполный ответ	«4»
	Правильный, полный ответ	«5»

ПРИЛОЖЕНИЕ

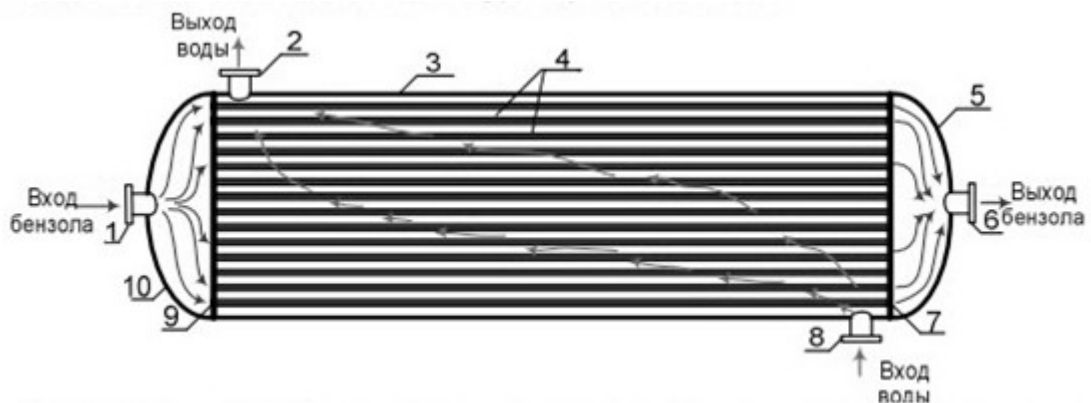
Задания для оценки освоения дисциплины

Вариант №1

<p>ОДОБРЕНО цикловой методической комиссией теплоэнергетических дисциплин _____ Н.М. Тарасова «__» _____ 20__ г.</p>	<p>Экзаменационный билет № 36 по ОП.12 Гидравлика и насосы Группы _____ Семестр 3</p>	<p>УТВЕРЖДАЮ Заместитель директора _____ Г.В. Калинкина «__» _____ 20__ г.</p>
--	---	--

1. Принцип действия объемных насосов.
2. Изобразите схематически характер течения при внезапном расширении, внезапном сужении.
3. Задача.

Бензол с расходом 200 т/час и средней температурой 40°C поступает в трубный пучок одноходового кожухотрубчатого теплообменника, состоящего из 717 труб диаметром 20x2мм. Определить скорость бензола в трубах трубного пучка и режим его движения в нем.



Вариант №2

<p>ОДОБРЕНО цикловой методической комиссией теплоэнергетических дисциплин _____ Н.М. Тарасова «__» _____ 20__ г.</p>	<p>Экзаменационный билет № 27 по ОП.12 Гидравлика и насосы Группы _____ Семестр 3</p>	<p>УТВЕРЖДАЮ Заместитель директора _____ Г.В. Калинкина «__» _____ 20__ г.</p>
--	---	--

1. Истечение через насадки при постоянном напоре.
2. Струйные насосы, принцип действия.

3. Задача.

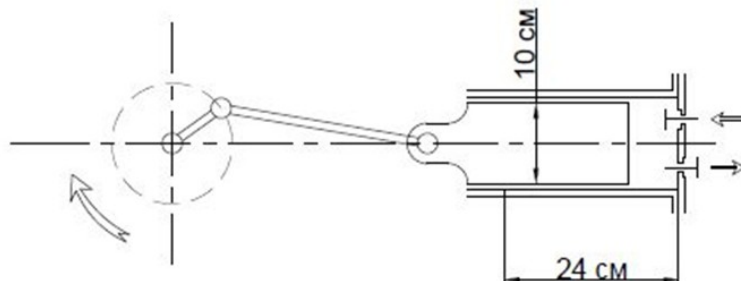
Определить мощность насоса, потребляемую насосом, если объемная подача равна $0,6 \text{ м}^3/\text{с}$, напор $H=300 \text{ м}$, плотность перекачиваемой жидкости $\rho=700 \text{ кг}/\text{м}^3$, коэффициент полезного действия насоса равен $\eta=0,8$

Вариант №3

ОДОБРЕНО цикловой методической комиссией теплоэнергетических дисциплин _____ Н.М. Тарасова «__» _____ 20__ г.	Экзаменационный билет № 20 по ОП.12 Гидравлика и насосы Группы _____ Семестр 3	УТВЕРЖДАЮ Заместитель директора _____ Г.В. Калинкина «__» _____ 20__ г.
---	---	--

1. Виды гидравлических сопротивлений. Сопротивление трения по длине.
Формула Вейсбаха-Дарси.
2. Треугольник скоростей. Основное уравнение центробежных насосов
(Уравнение Эйлера).
3. Задача.

Плунжерный насос одинарного действия обеспечивает расход перекачиваемой среды $1 \text{ м}^3/\text{ч}$. Диаметр плунжера составляет 10 см , а длина хода – 24 см . Частота вращения рабочего вала составляет $40 \text{ об}/\text{мин}$.
Требуется найти объемный коэффициент полезного действия насоса.



Лист согласования

Дополнения и изменения к комплекту ФОС на учебный год

Дополнения и изменения к комплекту ФОС на _____ учебный год по дисциплине

В комплект ФОС внесены следующие изменения:

Дополнения и изменения в комплекте ФОС обсуждены на заседании ЦМК

« _____ » _____ 20 _____ г. (протокол № _____).

Председатель ЦМК _____ / _____ /