Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 22.09.2023 10:30:44
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
декан факультета
химической технологии и биотехнологии
_____ / Белуков С.В. /
«_30_» _____августа_____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Гидрогазодинамика»

Направление подготовки
15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Профиль подготовки
«Разработка и маркетинг технологического оборудования»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная, очно-заочная

Москва 2021 г.

1. Цели освоения дисциплины.

Дисциплина «Гидрогазодинамика» относится к дисциплинам профессионального цикла (Б.1.1.), является базовой при подготовке бакалавра, обучающегося по данному направлению, и должна дать ясное представление как о теоретических методах расчета движения жидкости и газа, так и о практическом приложении этих методов для расчета оборудования различного назначения в химической промышленности.

К **основным целям** освоения дисциплины «Гидрогазодинамика» следует отнести:

- получение комплекса знаний основных законов гидрогазодинамики;
- приобретение умений и навыков их приложения в области энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии;
- овладение типовыми методиками расчета аппаратов и процессов, а также методиками теоретического и экспериментального исследования в гидрогазодинамике.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Гидрогазодинамика» следует отнести:

- изучение основных законов равновесия и движения жидкости;
- изучение закономерностей гидромеханических процессов в химической промышленности;
- формирование умения выявлять и анализировать физическую сущность явлений и проблем, возникающих при расчете аппаратов и процессов, и находить пути их решения;
- формирование умения строить математические модели процессов движения жидкости и газа в трубопроводных и газопроводных системах;
- формирование навыков расчета движения жидкости и газа по трубопроводам.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина «Гидрогазодинамика» относится к числу профессиональных учебных дисциплин базовой части базового цикла (Б.1.1.11) основной образовательной программы бакалавриата по профилю «Разработка и маркетинг технологического оборудования», взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В базовой части базового цикла (Б.1.):

– высшая математика;– физика;– термодинамика и теплопередача;

– безопасность жизнедеятельности.

В вариативной части базового цикла (Б.1.):

– процессы и аппараты отрасли; – конструирование и расчет элементов оборудования; – аппараты химических, нефтехимических и биотехнологических производств; – машины в технологических производствах отрасли.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине Гидрогазодинамика, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ПК-2	умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	**знать:** • основные разновидности гидравлических машин и систем, методы исследования и расчета их кинематических и динамических характеристик • основы проектирования технических объектов с использованием гидравлических машин **уметь:** • применять методы расчета и конструирования механизмов и систем с использованием гидравлических машин **владеть:** • методами математического моделирования работы отдельных гидравлических машин и гидравлических систем в целом
ПК-5	способностью принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием	**знать:** • устройство, принципы работы и назначение гидравлических машин и систем, а также параметры и критерии, характеризующие эффективность их работы **уметь:** • анализировать состояние и перспективы развития гидравлических машин и

	стандартных средств автоматизации проектирования	гидравлических систем химических и нефтехимических производств **владеть:** • методами проектирования элементов и узлов гидравлических систем в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины в **очной форме** составляет **3** зачетных единицы, т.е. **108** академических часов, которые включают аудиторную работу (лекции, лабораторные работы, семинары и практические занятия), а также самостоятельную работу студентов. Форма контроля – зачет.

Структура и содержание дисциплины «Гидрогазодинамика» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Общая трудоемкость дисциплины в **очно-заочной форме** составляет **5** зачетных единицы, т.е. **180** академических часов, которые включают аудиторную работу (лекции, семинары и практические занятия), а также самостоятельную работу студентов. Форма контроля – зачет.

Структура и содержание дисциплины «Гидрогазодинамика» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.1.

Содержание разделов дисциплины

ВВЕДЕНИЕ

Роль и значение гидрогазодинамики в подготовке специалистов по направлению Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии. История развития механики жидкости и газа.

ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ ГИДРОГАЗОДИНАМИКИ

Гидрогазодинамикой называют один из разделов механики – механику жидкостей и газов. Механика жидкости и газа включает: − кинематику жидкости, в которой изучают изменение формы, размеров и пространственного расположения жидких объёмов (отвлекаясь от причин их вызвавших); − гидростатику, в которой изучают условия равновесия жидкости в силовом поле; − динамику, в которой изучают законы движения жидкости. Определение (понятие) жидкости, газа. Понятие сплошности. Критерий сплошности.

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

Основные физические свойства жидкостей и газов. Сжимаемость. Температурное расширение. Вязкость. Поверхностное натяжение. Модель идеальной жидкости. Неньютоновские жидкости.

ГИДРОСТАТИКА

Силы, действующие в жидкости. Свойства давления в покоящейся жидкости. Поверхности равного давления. Свободная поверхность жидкости. Уравнения Эйлера равновесия жидкости. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Силы суммарного давления жидкости, действующего на плоские и криволинейные поверхности. Относительный покой (равновесие) жидкости. Приборы для измерения давления.

КИНЕМАТИКА ЖИДКОСТИ. ДИНАМИКА ЖИДКОСТИ, ЛИШЁННОЙ ВЯЗКОСТИ

Основные понятия кинематики жидкости: траектория, линия тока, элементарная струйка, трубка тока, живое сечение, элементарный расход. Поток жидкости. Средняя скорость. Виды движения жидкости. Одномерные потоки жидкостей и газов. Дифференциальное уравнение движения идеальной жидкости (уравнение Эйлера). Плоское (двумерное) движение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для установившегося движения идеальной жидкости Подобие гидромеханических процессов. Число Рейнольдса. Общая интегральная форма уравнений количества движения и момента количества движения.

ДИНАМИКА ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ

Уравнение Бернулли для потока реальной (вязкой) жидкости. Физический смысл уравнения Бернулли (геометрическое и энергетическое толкование). Уравнение расхода. Общие сведения о гидравлических потерях. Виды гидравлических потерь. Движение газов: условие применимости законов гидравлики к движению газов. Пограничный слой. Дифференциальное уравнение пограничного слоя. Машины для транспортировки жидкости. Характеристика сети перемещения жидкости. Статический и динамический напор в сети.

ИСТЕЧЕНИЕ ЖИДКОСТИ ИЗ ОТВЕРСТИЙ И НАСАДКОВ

Классификация отверстий и основные характеристики истечения. Истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке (незатопленные и затопленные отверстия). Гидравлический расчёт отверстий. Насадки. Классификация и область применения. Гидравлический расчёт насадков. Истечение жидкости при переменном напоре (опорожнение резервуара, опорожнение сообщающихся сосудов).

ТЕЧЕНИЕ ЖИДКОСТИ И НЕВЯЗКОГО (ИДЕАЛЬНОГО) ГАЗА

Скорость распространения возмущений. Метод малых возмущений. Гидравлический удар. Прямой скачок уплотнения. Характеристики одномерного

течения. Движение идеального газа в канале переменного сечения (сопло Лаваля). Сверхзвуковые течения. Косой скачок уплотнения. Особенности двухкомпонентных и двухфазных течений. Течение жидкости при фазовом равновесии. Тепловой скачок и скачок конденсации.

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Гидрогазодинамика» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование групповых, индивидуальных аудиторных занятий с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– организация и проведение лекций;

– подготовка по тематике семинарских занятий;

– организация и проведение семинарских занятий.

Удельный вес семинарских занятий, проводимых по дисциплине «Гидрогазодинамика» составляет 25% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 75% от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

В процессе изучения дисциплины студенты выполняют индивидуальное задание – расчетно-графическую работу. Форма итоговой аттестации – Зачет.

В процессе обучения для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, для контроля самостоятельной работы обучающегося по отдельным разделам дисциплины «Гидрогазодинамика», позволяющие оценить степень сформированности компетенций обучающихся используются контрольные вопросы для практических занятий и типовые задания для расчетно-графических работ.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Гидрогазодинамика».

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-2	умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов
ПК-5	способностью принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине «Гидрогазодинамика».

Показатель	Критерии оценивания			
	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
ПК-2 – умение моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов				

знать: основные разновидности гидравлических машин и систем, методы исследования и расчета их кинематических и динамических характеристик; основы проектирования технических объектов с использованием гидравлических машин	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знания или недостаточное знание основных разновидностей гидравлических машин и систем, методов исследования и расчета их кинематических и динамических характеристик, а также основ проектирования технических объектов с использованием гидравлических машин.	Обучающийся демонстрирует неполное знание основных разновидностей гидравлических машин и систем, методов исследования и расчета их кинематических и динамических характеристик, а также, основ проектирования технических объектов с использованием гидравлических машин, допускает значительные ошибки и проявляет недостаточность знания ряда устройств.	Обучающийся демонстрирует частичные знания основных разновидностей гидравлических машин и систем, методов исследования и расчета их кинематических и динамических характеристик, а также, основ проектирования технических объектов с использованием гидравлических машин, но допускает незначительные ошибки и проявляет неточность знания отдельных устройств.	Обучающийся демонстрирует полное знание основных разновидностей гидравлических машин и систем, методов исследования и расчета их кинематических и динамических характеристик, а также, основ проектирования технических объектов с использованием гидравлических машин.
уметь: применять методы расчета и конструирования механизмов и систем с использованием гидравлических машин	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет применять методы расчета и конструирования механизмов и систем с использованием гидравлических машин.	Обучающийся демонстрирует не полное умение в применении методов расчета и конструирования механизмов и систем с использованием гидравлических машин, допускает при этом значительные ошибки.	Обучающийся демонстрирует умение в применении методов расчета и конструирования механизмов и систем с использованием гидравлических машин, но при этом допускает незначительные ошибки.	Обучающийся в полном объеме демонстрирует умение в применении методов расчета и конструирования механизмов и систем с использованием гидравлических машин.
владеть: методами математического моделирования работы	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами математического	Обучающийся владеет в неполном объеме методами математического моделирования	Обучающийся частично владеет методами математического моделирования работы	Обучающийся в полном объеме владеет методами математического моделирования

отдельных гидравлических машин и гидравлических систем в целом	моделирования работы отдельных гидравлических машин и гидравлических систем в целом.	работы отдельных гидравлических машин и гидравлических систем в целом, а также допускает значительные ошибки при решении практических задач.	отдельных гидравлических машин и гидравлических систем в целом, но допускает незначительные ошибки при решении практических задач.	работы отдельных гидравлических машин и гидравлических систем в целом, свободно использует полученные навыки при решении задач повышенной сложности.
ПК-6 ─ способность принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования				
знать: устройство, принципы работы и назначение гидравлических машин и систем, а также параметры и критерии, характеризующие эффективность их работы	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знания или недостаточное знание устройства, принципов работы и назначения гидравлических машин и систем, а также параметры и критерии, характеризующие эффективность их работы.	Обучающийся демонстрирует неполное знание устройства, принципов работы и назначения гидравлических машин и систем, а также параметры и критерии, характеризующие эффективность их работы, допускает значительные ошибки в их определении.	Обучающийся демонстрирует знание устройства, принципов работы и назначения гидравлических машин и систем, а также параметры и критерии, характеризующие эффективность их работы, но допускает незначительные ошибки и неточности в их определении.	Обучающийся демонстрирует полное и глубокое знание устройства, принципов работы и назначения гидравлических машин и систем, а также параметры и критерии, характеризующие эффективность их работы.
уметь: анализировать состояние и перспективы развития гидравлических машин и гидравлических систем химических и нефтехимических производств	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет анализировать состояние и перспективы развития гидравлических машин и гидравлических систем химических и	Обучающийся демонстрирует неполное умение анализировать состояние и перспективы развития гидравлических машин и гидравлических систем химических и нефтехимических	Обучающийся демонстрирует умение анализировать состояние и перспективы развития гидравлических машин и гидравлических систем химических и нефтехимически	Обучающийся в полном объеме демонстрирует умение анализировать состояние и перспективы развития гидравлических машин и гидравлических систем химических и

	нефтехимических производств.	производств, допускает значительные ошибки при выполнении расчетов этих устройств.	х производств, но допускает незначительные ошибки и неточности при проведении расчетов этих устройств.	нефтехимических производств.
владеть: методами проектирования элементов и узлов гидравлических систем в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами проектирования элементов и узлов гидравлических систем в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования.	Обучающийся владеет в неполном объеме методами проектирования элементов и узлов гидравлических систем в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования и допускает значительные ошибки при решении практических задач.	Обучающийся частично владеет методами проектирования элементов и узлов гидравлических систем в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования и допускает незначительные ошибки при решении практических задач.	Обучающийся в полном объеме владеет методами проектирования элементов и узлов гидравлических систем в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования, свободно использует полученные навыки при решении задач повышенной сложности.

Шкалы оценивания результатов аттестации и их описание:

Форма аттестации: зачет.

Аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Гидрогазодинамика» - зачтены ответы на контрольные вопросы для текущего контроля знаний по дисциплине, и выполнено и защищено индивидуальное задание.

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении 1 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Жуков, Н.П. Гидрогазодинамика [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.П. Жуков. – Тамбов: ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. – 92 с
2. Земцов, В. М. Гидравлика /В. М. Земцов. – М.: Издательство АСВ, 2007. – 351с.

б) дополнительная литература:

1. Калицун, В. И. Основы гидравлики и аэродинамики /В. И. Калицун, Е. В. Дроздов, А. С.Комаров, К. И. Чижик. – М. : Стройиздат, 2002. – 296с.
2. Калицун, В. И. Гидравлика, водоснабжение и канализация /В. И. Калицун, В. С. Кедров, Ю. М. Ласков.-М.: Стройиздат, 2001. – 397с.
3. Метревели. В. Н. Сборник задач по курсу гидравлики с решениями /В. Н. Метревели. – М.: Высшая школа, 2007. – 192с.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение не предусмотрено.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте *http://lib.mami.ru/ebooks/* в разделе «Библиотека».

1. http://www.intuit.ru – сайт Интернет университета информационных технологий (видео-курсы по дисциплине);
2. http://www.knigafund.ru – электронный библиотечный сайт «КнигаФонд»
3. http://www.wikipedia.ru – свободная энциклопедия;
4. http://www.twirpx.com - сайт учебно-методической и профессиональной литературы для аспирантов и преподавателей технических, естественно-научных и гуманитарных специальностей;
5. http://rutracker.org – сайт бесплатного ПО и литературы;
6. http://www.librus.ru – сайт с электронным каталогом библиотеки «Либрук»;
7. http://www.sbiblo.com – библиотека учебной и научной литературы.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Специализированные учебные лаборатории кафедры «Техника и технология полимерных материалов» ауд. ав1810, ав1704, оснащенные компьютером и проектором, а также методическими материалами по дисциплине «Гидрогазодинамика».

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

– Для подготовки к семинарским занятиям необходимо использовать лекционный материал, а также указанную на лекции техническую литературу по теме семинара.

– Для подготовки и решению расчетно-графической работы необходимо использовать лекционный материал, материал практического занятия по теме РГР, а также указанную на практическом занятии техническую литературу по теме работы.

– Для подготовки к зачету по теме дисциплины необходимо использовать лекционный материал, материал практического и семинарских занятий, а также указанную на лекции техническую литературу по дисциплине.

10. Методические рекомендации для преподавателя

– Для проведения лекций по дисциплине «Гидрогазодинамика» необходимо использовать курс лекций, составленный по тематическому плану,

представленному в программе курса и методическими материалами, расположенными в лаборатории. При изложении материала рекомендуется пользоваться интернет –ресурсами, с показом фильмов и слайдов по тематике материала.

– При проведении практического занятия необходимо пользоваться примером решения варианта РГР, подобного вариантам задания для студентов с численным его решением.

– При проведении семинарских занятий использовать вопросы по тематике курса для проведения текущего контроля и методическими материалами, расположенными в лаборатории.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров **15.03.02 «Технологические машины и оборудование».**

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «Гидрогазодинамика» по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
Профиль подготовки **«Разработка и маркетинг технологического оборудования»**
(бакалавр, очная форма)

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
	Седьмой семестр														
1.	**ВВЕДЕНИЕ** Роль и значение гидрогазодинамики в подготовке специалистов по направлению Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии. История развития механики жидкости и газа.	7	1	2			2								
2.	**ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ ГИДРОГАЗОДИНАМИКИ** Гидрогазодинамикой называют один из разделов механики – механику жидкостей и газов. Механика жидкости и газа включает: − кинематику жидкости,	7	2	2			2								

	в которой изучают изменение формы, размеров и пространственного расположения жидких объёмов (отвлекаясь от причин их вызвавших); − гидростатику, в которой изучают условия равновесия жидкости в силовом поле; − динамику, в которой изучают законы движения жидкости. Определение (понятие) жидкости, газа. Понятие сплошности. Критерий сплошности.														
3.	**ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ** Основные физические свойства жидкостей и газов. Сжимаемость. Температурное расширение. Вязкость. Поверхностное натяжение. Модель идеальной жидкости. Неньютоновские жидкости.	7	3	2			2								
4.	**ГИДРОСТАТИКА** Силы, действующие в жидкости. Свойства давления в покоящейся жидкости. Поверхности равного давления. Свободная поверхность жидкости.	7	4	2			2								

	Уравнения Эйлера равновесия жидкости. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Силы суммарного давления жидкости, действующего на плоские и криволинейные поверхности. Относительный покой (равновесие) жидкости. Приборы для измерения давления.														
5.	**Лабораторная работа 1 Давление. Методы и приборы для его измерения**	7	5 6			2 2	4 4								
6.	**ДИНАМИКА ЖИДКОСТИ, ЛИШЁННОЙ ВЯЗКОСТИ** Основные понятия кинематики жидкости: траектория, линия тока, элементарная струйка, трубка тока, живое сечение, элементарный расход. Поток жидкости. Средняя скорость. Виды движения жидкости. Одномерные потоки жидкостей и газов. Дифференциальное уравнение движения идеальной жидкости (уравнение Эйлера). Плоское (двумерное) движение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли	7	7	2			4								

	для установившегося движения идеальной жидкости Подобие гидромеханических процессов. Число Рейнольдса. Общая интегральная форма уравнений количества движения и момента количества движения.														
7.	**ДИНАМИКА ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ** Уравнение Бернулли для потока реальной (вязкой) жидкости. Физический смысл уравнения Бернулли (геометрическое и энергетическое толкование). Уравнение расхода. Общие сведения о гидравлических потерях. Виды гидравлических потерь. Движение газов: условие применимости законов гидравлики к движению газов. Пограничный слой. Дифференциальное уравнение пограничного слоя. Машины для транспортировки жидкости. Характеристика сети перемещения жидкости. Статический и динамический напор в сети.	7	8 9	2 2			4								

8.	**Семинар по теме:** **1. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ** **2. ГИДРОСТАТИКА И ГИДРОДИНАМИКА ЖИДКОСТЕЙ.**	7	10		1		4								
9.	**Практическое занятие по теме:** **Определение мощности насоса , необходимой для передачи жидкости в гидравлической системе с разными сопротивлениями и построение графика ее работы.** **Выдача задания на РГР**	7	10			1	4 18				+				
10.	**ИСТЕЧЕНИЕ ЖИДКОСТИ ИЗ ОТВЕРСТИЙ** Основные характеристики истечения. Истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке Гидравлический расчёт отверстий. Истечение жидкости из донных отверстий. Истечение жидкости при постоянном напоре.	7	11	2											

	Истечение жидкости при переменном напоре. Принципы измерения скорости и расхода .														
11.	**Аэродинамика (МЕХАНИКА ГАЗА)** Физические свойства газов. Статика газов. Статическое давление. Приведенное статическое давление. Динамика газа. Уравнение неразрывности потока. Приведенное полное давление. Уравнение Бернули для газа. Разность давлений и потеря давления. Режимы движения газов. Аэродинамика инженерных сетей. Движение идеального газа в канале переменного сечения (сопло Лаваля).	7	12	2			4								
12.	**Лабораторная работа 2. Изучение гидравлики взвешенного слоя.**	7	13 14			2 2	4 4								
11.	**Семинар по теме: Аэродинамика (МЕХАНИКА ГАЗА)**	7	15 16		2 2		4 4								
12.	Прием РГР		17		2						+				
13.	**Обзорное семинарское занятие.**	7	18		2										

							2								
	Форма аттестации	7													**З**
	Всего часов по дисциплине в седьмом семестре	7		**18**	**9**	**9**	**72**								

Приложение 1.1

Структура и содержание дисциплины «Гидрогазодинамика» по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
Профиль подготовки **«Разработка и маркетинг технологического оборудования»**
(бакалавр, очно-заочная форма)

n/n	**Раздел**	**Семестр**	**Неделя семестра**	**Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах**					**Виды самостоятельной работы студентов**					**Формы аттестации**	
				Л	**П/С**	**Лаб**	**СРС**	**КСР**	**К.Р.**	**К.П.**	**РГР**	**Реферат**	**К/р**	**Э**	**З**
	Седьмой семестр														
1.	**ВВЕДЕНИЕ** Роль и значение гидрогазодинамики в подготовке специалистов по направлению Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии. История развития механики жидкости и газа.	7	1	1			9								

2.	**ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ ГИДРОГАЗОДИНАМИКИ** Гидрогазодинамикой называют один из разделов механики – механику жидкостей и газов. Механика жидкости и газа включает: − кинематику жидкости, в которой изучают изменение формы, размеров и пространственного расположения жидких объёмов (отвлекаясь от причин их вызвавших); − гидростатику, в которой изучают условия равновесия жидкости в силовом поле; − динамику, в которой изучают законы движения жидкости. Определение (понятие) жидкости, газа. Понятие сплошности. Критерий сплошности.	7	2	1			9								
3.	**ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ** Основные физические свойства жидкостей и газов. Сжимаемость. Температурное расширение. Вязкость. Поверхностное натяжение. Модель	7	3	1			9								

	идеальной жидкости. Неньютоновские жидкости.														
4.	**ГИДРОСТАТИКА** Силы, действующие в жидкости. Свойства давления в покоящейся жидкости. Поверхности равного давления. Свободная поверхность жидкости. Уравнения Эйлера равновесия жидкости. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Силы суммарного давления жидкости, действующего на плоские и криволинейные поверхности. Относительный покой (равновесие) жидкости. Приборы для измерения давления.	7	4	1			9								
5.	**Лабораторная работа 1 Давление. Методы и приборы для его измерения**	7	5 6				9 9								
6.	**ДИНАМИКА ЖИДКОСТИ, ЛИШЁННОЙ ВЯЗКОСТИ** Основные понятия кинематики жидкости: траектория, линия тока, элементарная струйка, трубка тока, живое сечение, элементарный расход. Поток	7	7	1			9								

	жидкости. Средняя скорость. Виды движения жидкости. Одномерные потоки жидкостей и газов. Дифференциальное уравнение движения идеальной жидкости (уравнение Эйлера). Плоское (двумерное) движение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для установившегося движения идеальной жидкости Подобие гидромеханических процессов. Число Рейнольдса. Общая интегральная форма уравнений количества движения и момента количества движения.														
7.	**ДИНАМИКА ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ** Уравнение Бернулли для потока реальной (вязкой) жидкости. Физический смысл уравнения Бернулли (геометрическое и энергетическое толкование). Уравнение расхода. Общие сведения о гидравлических потерях. Виды гидравлических потерь. Движение газов: условие применимости законов гидравлики	7	8 9	1 1			9								

	к движению газов. Пограничный слой. Дифференциальное уравнение пограничного слоя. Машины для транспортировки жидкости. Характеристика сети перемещения жидкости. Статический и динамический напор в сети.														
8.	**Семинар по теме:** **1. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ** **2. ГИДРОСТАТИКА И ГИДРОДИНАМИКА ЖИДКОСТЕЙ.**	7	10		1		9								
9.	**Практическое занятие по теме:** **Определение мощности насоса , необходимой для передачи жидкости в гидравлической системе с разными сопротивлениями и построение графика ее работы.** **Выдача задания на РГР**	7	10				9 18				+				

10.	**ИСТЕЧЕНИЕ ЖИДКОСТИ ИЗ ОТВЕРСТИЙ** Основные характеристики истечения. Истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке Гидравлический расчёт отверстий. Истечение жидкости из донных отверстий. Истечение жидкости при постоянном напоре. Истечение жидкости при переменном напоре. Принципы измерения скорости и расхода .	7	11	1											
11.	**Аэродинамика (МЕХАНИКА ГАЗА)** Физические свойства газов. Статика газов. Статическое давление. Приведенное статическое давление. Динамика газа. Уравнение неразрывности потока. Приведенное полное давление. Уравнение Бернули для газа. Разность давлений и потеря давления. Режимы движения газов. Аэродинамика инженерных сетей. Движение идеального газа в канале переменного сечения (сопло Лаваля).	7	12	1			9								

12.	**Лабораторная работа 2. Изучение гидравлики взвешенного слоя.**	7	13 14				9 9								
11.	**Семинар по теме: Аэродинамика (МЕХАНИКА ГАЗА)**	7	15 16		2 2		9 9								
12.	Прием РГР		17		2						+				
13.	**Обзорное семинарское занятие.**	7	18		2		9								
	Форма аттестации	7													**З**
	Всего часов по дисциплине в седьмом семестре	7		**9**	**9**		**162**								

Приложение 2

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 15.03.02 "Технологические машины и оборудование"
ОП (профиль): «Разработка и маркетинг технологического оборудования»
Форма обучения: очная, очно-заочная
Вид профессиональной деятельности: согласно ФГОС ВО

Кафедра: «Техника и технология полимерных материалов»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Гидрогазодинамика»

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств.

Москва, 2021 год

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Гидрогазодинамика					
ФГОС ВО **15.03.02 «Технологические машины и оборудование»**					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИН-ДЕКС	**ФОРМУЛИРОВ-КА**				
ОПК-2	способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	**Знать:** - основные понятия и законы равновесия и движения жидкостей; **Уметь:** - выбирать типовые и разрабатывать новые технические решения гидравлических и газовых систем и сооружений согласно современным нормам**;** **Владеть:** - навыками гидравлического расчета и конструирования инженерных сооружений.	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия	УО	**Базовый уровень** - способен анализировать технические решения гидравлических и газовых систем и сооружений согласно современным нормам. **Повышенный уровень** - способен проводить гидравлическоий расчет и конструировать инженерные сооружения.

ПК-2	способностью участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения	**Знать:** - методы применения законов гидрогазодинамики при решении технических задач. **Уметь:** - применять знания по гидрогазодинамике при изучении других дисциплин, выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах. **Владеть:** - современной аппаратурой, навыками ведения технического осмотра**.**	лекция, самостоятельная работа – подготовка к семинарам	УО	**Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний по гидрогазодинамике при изучении других дисциплин, выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах. **Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний законов гидрогазодинамики при решении технических задач.

ПК – 5	готовностью обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду	**Знать:** - основные параметры и способы расчета потоков в трубопроводах и открытых руслах; способы гидравлического обоснования размеров гидросооружений; основы фильтрационных расчетов. **Уметь:** - выбирать материалы; проводить практические расчеты различных резервуаров, простых и сложных трубопроводов, водопропускных и фильтрационных сооружений, колебаний давления при гидравлическом ударе. **Владеть:** - навыками проведения гидроаэродинамических испытаний.	лекция, самостоятельная работа - подготовка к семинарам, расчетно-графическая работа, зачет	УО, РГР, З	**Базовый уровень** способен грамотно обосновать параметры и способы расчета потоков в трубопроводах и открытых руслах; способы гидравлического обоснования размеров гидросооружений; основы фильтрационных расчетов. - **Повышенный уровень** - способен проводить гидроаэродинамические испытания оборудования для гидродинамических процессов.

Приложение 3
к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине «Гидрогазодинамика»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
9	Расчетно-графическая работа (РГР)	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.	Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы
12	Устный опрос собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины

Комплект заданий для выполнения расчетно- графической работы

Задание №

Дано: объём воды, подаваемой в сеть **Q =** $м^3$ /ч;
длина трубопровода по горизонтали **L** = м;
длина трубопровода по вертикали **H** = м**;**
среднее значение эквивалентной шероховатости трубы Δ = мм;
количество поворотов трубы на 90° $\mathbf{Z_1}$ = ;
количество задвижек на линии $\mathbf{Z_2}$ = ;
давление воды в приёмном баке $\mathbf{p_2}$ = МПа;
давление на уровне всасывания - атмосферное.

Рассчитать характеристику сети и определить требуемые для работы на эту сеть параметры центробедшого насоса.

. При расчете принять к.п.д. насоса $\boldsymbol{\eta}$= 0,65.

Данные в таблице:

№	Q	L	H	Δ	Z_1	Z_2	p_2
1	40	95	60	0,08	4	2	0,4
2	30	25	20	0,06	3	2	0,35
3	25	20	10	0,07	5	2	0,3
4	27	15	20	0,08	5	3	0,25
5	32	60	30	0,07	4	3	0,35
6	35	20	40	0,06	5	2	0,4
7	40	80	50	0,08	4	5	0,45
8	28	10	15	0,07	4	1	0,2
9	27	10	30	0,06	4	4	0,25
10	30	30	15	0,08	3	2	0,3
11	35	20	30	0,07	5	3	0,35

12	45	60	50	0,06	3	2	0,4
13	40	55	45	0,08	5	3	0,45
14	38	60	40	0,07	4	2	0,35
15	25	15	30	0,06	5	4	0,2

Вопросы по темам/разделам дисциплины «Гидрогазодинамика»

Введение в гидрогазодинамику

1. В «Гидрогазодинамике» применяются методы исследования: 1) только экспериментальные; 2) только аналитические; 3) аналитические, численные и экспериментальные; 4) аналитические, экспериментальные и ряд других.

2. Жидкость – это физическое тело, 1) способное заполнять пустоты; 2) способное изменять форму под действием сил; 3) способное изменять свой объем; 4) способное течь.

3. Укажите правильное выражение для плотности жидкости (γ – ее удельный вес): 1) $\rho=\gamma g$; 2) $\rho=g/\gamma$; 3) $\rho=\gamma/g$.

4. В каких единицах в системе СИ измеряется удельный вес воды? 1) т/м3; 2) Н/м3; 3) кг/м3.

5. Укажите размерность коэффициента объемного сжатия. 1) безразмерный; 2) Па; 3) м2/Н; 4) Н/м2.

6. Коэффициент объемного сжатия жидкости определяется по формуле 1) 2) 3) 4)

7. Вязкость жидкости это способность 1) сопротивляться скольжению ее слоев; 2) преодолевать внутреннее трение жидкости; 3) перетекать за минимальное время; 4) преодолевать силу трения жидкости о стенки.

8. Укажите размерность кинематического коэффициента вязкости 1) м2/с; 2) м/с2; 3) с/м2.

9. Укажите размерность динамического коэффициента вязкости 1) Па·с; 2) Па/м; 3) Па/с2

10. Когда вязкость воды в реке больше, летом или осенью перед ледоставом? 1) одинаковая; 2) осенью; 3) летом

11. Как изменяется вязкость жидкости с увеличением скорости ее течения? 1) не изменится; 2) увеличится; 3) уменьшится

12. Вязкость жидкостей измеряют с помощью… 1) ареометров; 2) манометров; 3) вискозиметров; 4) сталагмометров.

13. Идеальной называется жидкость, 1) в которой отсутствует внутреннее трение; 2) наиболее подходящая для применения; 3) способная хорошо сжиматься; 4) существующая только в определенных условиях.

Гидростатика

1. В каких единицах измеряется давление в системе измерения СИ? 1) в паскалях; 2) в атмосферах; 3) в мм ртутного столба; 4) в барах.

2. Какое давление обычно показывает манометр? 1) абсолютное; 2) избыточное; 3) атмосферное; 4) вакуумметрическое.

3. Чему равно атмосферное давление при нормальных условиях? 1) 100 МПа; 2) 100 кПа; 3) 10 ГПа; 4) 1000 Па.

4. Как изменится давление в центре тяжести горизонтальной площадки, если ее повернуть на 30о вокруг оси, проходящей через центр тяжести? 1) уменьшится; 2) увеличится; 3) не изменится

5. Какой закон отражен в основном уравнении гидростатики? 1) Архимеда; 2) Паскаля; 3) Ньютона

6. Абсолютное давление на свободной поверхности равно атмосферному. Чему равно избыточное давление на глубине h? 1) p=po+ρgh; 2) p=ρgh □ po; 3) p=ρgh

7. Абсолютное давление на поверхности воды равно атмосферному (ратм=1 ат). Чему равно избыточное давление на поверхности? 1) 9,81 кПа; 2) 98,1 кПа; 3) 0,0 кПа

8. Абсолютное давление на свободной поверхности жидкости равно 117,72 кПа. Чему равно избыточное давление, если Ра=1 ат? 1) 0; 2) 19,62 кПа; 3) 10 кПа

9. Открытый пьезометр подключен к резервуару с водой на глубине h=1 м. Высота воды в пьезометре Н=3 м. Определить абсолютное давление на поверхности воды в резервуаре. 1) 117,2 кПа; 2) 98,1 кПа; 3) 196,2 кПа

10. Где приложена сила гидростатического давления на наклонную плоскую площадку? 1) в центре тяжести площадки; 2) выше центра тяжести; 3) ниже центра тяжести

11. Укажите правильную зависимость для определения силы гидростатического давления жидкости на плоскую поверхность 1) $P=(p_o+\rho g)\omega$; 2) $P=p_o+\rho gh$; 3) $P=(p_o+\rho gh)\omega$

12. Сила давления жидкости на плоскую наклонную поверхность определяется по зависимости $F=p_oS+\rho ghS$. Где приложена сила poS ? 1) выше центра тяжести площадки; 2) ниже центра тяжести; 3) в центре тяжести

13. Определить горизонтальную силу, действующую на шар (r=0,2 м), находящийся в воде на глубине Н=4,5 м 1) Рг=5,02 кН; 2) Рг=0 кН; 3) Рг=4,85 кН

14. Когда тело давления на криволинейную поверхность является мнимым? 1) если оно расположено на смоченной стороне поверхности; 2) если оно расположено на несмоченной стороне поверхности.

15. Как приложена равнодействующая гидростатического давления относительно центра тяжести прямоугольной боковой стенки резервуара? 1) ниже; 2) выше; 3) совпадает с центром тяжести; 4) смещена в сторону.

16. Относительный покой жидкости устанавливается, когда действующие на нее 1) силы тяжести и инерции постоянны; 2) силы тяжести и инерции переменны; 3) только сила тяжести неизменна; 4) сила тяжести неизменна, а сила инерции изменяется.

17. Основное уравнение гидростатики имеет вид … 1) $p = p_0 + p_a$; 2) $p = p_и - p_a$; 3) $p = p_и - \rho_h$; 4) $p = p_0 + \rho gh$.

18. Высота подъема воды в открытом пьезометре составляет 2 м, а точка его присоединения заглублена на 3 м под уровень воды. Тогда поверхностное абсолютное давление равно … ат. 1) 0,9; 2) 0,3; 3) 0,5; 4) 0,2.

19. Приблизительная сила избыточного гидростатического давления в закрытом сосуде на горизонтальную прямоугольную площадку равна … кН. При условии, что она заглублена в воду на 4 м, длина стенки 3 м, а ширина 6 м. Поверхностное избыточное давление составляет 20 кПа. 1) 360; 2) 180; 3) 720; 4) 1080.

20. Поверхность в жидкости, во всех точках которой давление одинаково, называется 1) свободной; 2) статической; 3) поверхностью покоя; 4) поверхностью уровня.

21. Определить осадку понтона, загруженного песком на высоту h1=2м, плотность песка ρ=2000 кг/м3. Размеры понтона b=8 м, l=40 м. Вес самого понтона 0,6 МН, g=10 м/с2. 1) h=4,3 м; 2) h=3,5 м; 3) h=4,5 м

22. Два деревянных бруска весом 20 Н (ρ1=400 кг/м3, ρ2=500 кг/м3) плавают. У которого объем надводной части будет больше? 1) одинаковые; 2) у первого; 3) у второго

23. Два бруска одного веса (10 кН) железный и деревянный (ρж=7800 кг/м3, ρд=400 кг/м3) помещены в воду. Один из них тонет, а другой плавает. На который из них действует наибольшая выталкивающая сила? 1) на железный; 2) на деревянный; 3) равные

24. Бетонная плита весит в воздухе 117,6 кН, а в воде 68,6 кН. Определить плотность бетона 1) ρ=2800 кг/м3; 2) ρ=2400 кг/м3; 3) ρ=1940 кг/м3

25. Два шара из чугуна и дерева, с равными объемами, полностью погружены в воду. На который из них будет действовать наибольшая выталкивающая сила? 1) на деревянный; 2) на чугунный; 3) одинаковые 27. Плавающий пароход неустойчив, что следует загрузить? 1) трюм; 2) палубу

Гидродинамика

1. Как называется часть движущейся жидкости, ограниченная трубкой тока? 1) поток; 2) линия тока; 3) элементарная струйка

2. Как называется поток, окруженный со всех сторон газовой средой? 1) напорный поток; 2) струя; 3) безнапорный поток

3. Как изменится смоченный периметр в трубе с уменьшением ее диаметра в 2 раза? 1) увеличится в 2 раза; 2) уменьшится в 2 раза; 3) не изменится

4. Определение расхода объемным методом предполагает измерение 1) скорости и площади потока; 2) площади и уклона водотока; 3) времени наполнения сосуда; 4) напора перед сужающим устройством.

5. При установившемся течении диаметр трубы увеличивается в 2 раза. Как изменится расход? 1) не изменится; 2) увеличится в 2 раза; 3) уменьшится в 2 раза

6. Укажите правильную формулу для определения объемного расхода Q 1) Q=ωV; 2) Q=ω/V; 3) Q=V/ω

7. Какая труба является короткой? 1) труба длиной менее 100 м; 2) потери в трубе равны 0; 3) потери в трубе на местные сопротивления соизмеримы с потерями по длине.

8. Когда пьезометрическая линия совпадает с напорной? 1) давление меньше атмосферного; 2) удельная энергия положения равна 0; 3) скорость течения равна 0

9. Скорость на оси трубы в ламинарном потоке увеличилась в 4 раза. Как изменится расход? 1) не изменится; 2) увеличится в 2раза; 3)увеличится в 4 раза; 4) увеличится в 8 раз

10. Какой параметр будет одинаковым для параллельно соединенных участков трубопровода? 1) потери напора; 2) расход; 3) коэффициент трения.

цилиндрического насадка? 1) ε=0,64; 2) ε=1; 3) ε=0,82.

11. При установившемся течении диаметр трубы уменьшается в 2 раза. Как изменится скорость? 1) увеличится в 8 раз; 1) увеличится в 4 раза; 2) увеличится в 2 раза; 3) не изменится

12. Какому виду течения соответствует наличие в потоке уклона дна и свободной поверхности? 1) напорному; 2) неустановившемуся; 3) безнапорному; установившемуся.

13. Как изменяется пьезометрическая линия вдоль потока? 1) повышается; 2) может и подышаться, и понижаться; 3) понижается

14. Укажите правильную зависимость для определения коэффициента гидравлического трения λ в квадратичной зоне турбулентного режима. 1) λ=64/Re; 2) λ=8g/C2; 3) λ=0,3164/Re0,25

15. Определить расход жидкости в трубе диаметром d=200 мм, длиной l=100 м, если потери по длине hдл=2,5 м, коэффициент гидравлического трения λ=0,025, g=10 м/с2. 1) Q=62,8 дм3/с; 2) Q=31,4 дм3/с; 3) Q=94,2 дм3/с

16. Укажите, в какой зоне турбулентного режима находится поток, если Re=20100, абсолютная шероховатость Δэ=1,2 мм, а диаметр трубы d=100 мм. 1) гидравлически гладкой; 2) квадратичной; 3) переходной

17. Определить потери по длине в трубе длиной l=100 м и диаметром d=200 мм, если расход в ней Q=0,0628 м3/с, а коэффициент трения λ=0,025. 1) hдл=1,5 м; 2) hдл=2,5 м; 3) hдл=1,25 м

18. Определить потерю напора на входе в трубу при расходе Q=62,8 дм3/с, диаметр трубы d=200 мм, ζвх=0,4, ускорение силы тяжести принять равным 10 м/с2. 1) hвх=15 см; 2) hвх=8 см; 3) hвх=12 см

19. Определить высоту водонапорной башни для подачи воды с расходом Q=20 дм3/с по горизонтальному водоводу длиной l=800 м. Расходная характеристика трубы К=100 дм3/с. 1) Н=15 м; 2) Н=32 м; 3) Н=22 м

20. Средние скорости потока жидкости при плавно изменяющемся и параллельноструйном движении в соответствии с уравнением неразрывности … 1) обратно пропорциональны площадям живых сечений; 2) прямо пропорциональны площадям живых сечений потока; 3) постоянны вдоль потока; 4) зависят от времени

21. Величина $V^2/2g$ в энергетической интерпретации уравнения Бернулли для установившегося движения невязкой жидкости при действии сил тяжести и сил давления называется … напором. 1) скоростным; 2) гидродинамическим; 3) пьезометрическим; 4) гидростатическим.

22. Движение жидкости, при котором отсутствуют изменения (пульсации) местных скоростей, приводящих к перемешивания жидкости, называют … 1) кавитационным; 2) турбулентным; 3) переходным; 4) ламинарным.

23. Общие потери напора в случае последовательного соединения участков при расчете длинного трубопровода определяются как сумма … 1)

потерь на любом из участков; 2) потерь на всех участках; 2) всех потерь по длине; 4) всех местных потерь.

24. Из бака прямоугольной формы вытекает вода через малое донное отверстие. Как изменится время опорожнения бака, если площадь его дна уменьшить в 2 раза. 1) возрастет в 2 раза; 2) возрастет в 4 раза; 3) снизится в 2 раза; 4) снизится в 4 раза.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАЧЕТА

1. Гидрогазодинамика как наука и связь ее с другими дисциплинами.
2. Основные физические свойства жидкости.
3. Понятие об идеальной жидкости.
4. Силы, действующие на жидкость.
5. Гидростатическое давление и его свойства.
6. Основное уравнение гидростатики.
7. Закон Паскаля.
8. Некоторые случаи применения уравнения Бернулли.
9. Абсолютное и избыточное давление. Вакуум.
10. Приборы для измерения давления.
11. Зависимость давления от глубины погружения. Эпюры давления.
12. Сила давления жидкости на плоские поверхности.
13. Сила давления жидкости на криволинейные поверхности.
14. Плавание тел. Закон Архимеда.
15. Основные понятия и определения кинематики и динамики жидкости.
16. Уравнение неразрывности для потока жидкости.
17. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.
18. Энергетическая интерпретация уравнения Бернулли.
19. Геометрический смысл уравнения Бернулли.
20. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости.
21. Режимы движения жидкости. Число Рейнольдса.
22. Уравнение Бернулли для потока идеальной жидкости. Пьезометрический уклон
24. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.
25. Геометрический смысл уравнения Бернулли для потока жидкости.
26. Распределение скоростей по сечению потока при ламинарном режиме. Закон Стокса. Максимальное и среднее значение скорости потока.
27. Распределение скоростей по сечению потока при турбулентном режиме. Максимальное и осредненное значение скорости потока.
28. Интенсивность турбулентности, масштаб турбулентности и турбулентная вязкость потока.
28. Общая характеристика ламинарного движения жидкости.

29. Турбулентное движение жидкости. Пульсация и осредненная скорость.

30. Структура турбулентного потока в трубе.

31. Физическая природа гидравлических сопротивлений.

32. Потери напора по длине в трубах.

33. Физическая природа местных потерь напора.

34. Формула Ю. Вейсбаха для определения местных потерь напора. Коэффициент местных сопротивлений.

35. Местные сопротивления и их влияние на величину напора насоса.

36. Расчет потерь напора в трубопроводах с различными сопротивлениями.

37. Элементы теории подобия. Критерий Рейнольдса.

38. Элементы теории подобия. Критерий Фруда.

39. Элементы теории подобия. Критерий Вебера.

40. Элементы теории подобия. Критерий Эйлера.

41. Производные или зависимые критерии Галилея и Архимеда.

42. Истечение жидкости через отверстия в боковой поверхности.

43. Истечение жидкости из донного отверстия при постоянном уровне.

44. Истечение жидкости из донного отверстия при переменном уровне.

45. Гидравлический удар.

46. Принципы измерения скорости и расхода жидкости.

47. Аэродинамика. Физические свойства газов.

48. Статика газов. Статическое давление, эпюры давления на поверхность. Приведенное статическое давление газов.

49. Динамика газов. Уравнение неразрывности потока. Приведенное полное давление. Уравнение Бернулли для газов.

50. Понятия разность давлений и потеря давления для газов. Режимы движения газов. Аэродинамика инженерных сетей.

51. Расчет систем с естественной тягой.