Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 26.09.2023 13:03:22
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета химической технологии и биотехнологии

_____ / С.В. Белуков /

« 30 » августа 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Гидравлика и гидравлические машины»

Специальность

18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»

Специализация

«Автоматизированное производство химических предприятий»

Квалификация (степень) выпускника

Специалист

Форма обучения

Очная

Москва 2019 г

1. Цели освоения дисциплины.

К **основным целям** освоения дисциплины «Гидравлика и гидравлические машины» следует отнести:

– формирование знаний о законах и современных математических зависимостях описывающих физические процессы, происходящие в потоках жидкостей и газов, и использование этих законов и зависимостей для решения технических задач;

– формирование знаний о современных гидравлических машинах и физических процессах, происходящих в них, а также использование этих знаний для решения технических задач, в том числе формирование умений применения исследовательских методов гидромеханики в практической деятельности.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Гидравлика и гидравлические машины» следует отнести:

– изучение законов равновесия и движения жидкостей, а также расчетных зависимостей практической гидравлики;

– освоение на базе этих законов и эмпирических зависимостей методов расчета движения жидкости через элементы технических устройств и гидравлические машины;

– изучение устройства и принципов работы гидравлических машин, используемых в автоматизированных производствах химических предприятий.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Гидравлика и гидравлические машины» является одной из общетехнических дисциплин и относится к разделу «Дисциплины по выбору» образовательной программы Блока 1.

Дисциплина «Гидравлика и гидравлические машины» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами ОП.

В базовой части блока Б1:

– Высшая математика;
– Физика;
– Информатика;
– Теоретическая механика;
– Термодинамика и теплопередача;
– Механика;
– Детали машин и основы проектирования;
– Процессы и аппараты химической технологии;
– Проектная деятельность.

В вариативной части блока Б1:

– Конструирование и расчет элементов оборудования;
– Основы проектирования химических предприятий.

В части блока Б1 «Дисциплины по выбору»:

– Газодинамика;
– Технология химического машиностроения.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, 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-16 (1)	способностью проводить математическое моделирование отдельных стадий и всего технологического процесса, с использованием стандартных пакетов автоматизированного расчета и проектирования	**знать:** • основные законы, эмпирические зависимости и методы расчета гидравлики • устройство гидравлических машин и основы проектирования технологических объектов с их использованием **уметь:** • решать теоретические и практические задачи, используя законы и расчетные методы гидромеханики **владеть:** • методами математического моделирования, используя их для проведения анализа процессов, происходящих в гидравлических устройствах • стандартными методами автоматизированного расчета и проектирования

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, на четвертом курсе, т.е. 108 академических часов (из них 36 часов аудиторных занятий и 72 часов самостоятельной работы студентов).

Структура и содержание дисциплины «Гидравлика и гидравлические машины» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1, перечень лабораторных работ приведен в Приложении 2.

Содержание разделов дисциплины:

Введение.

Жидкость и газ. Гидравлика – прикладная часть механики жидкости и газа. Силы, действующие в жидкости и газе. Гидростатическое давление. Свойства жидкостей и газов.

Гидростатика.

Свойства давления. Основной закон гидростатики. Уравнение Эйлера. Способы измерения давления. Сила, действующая на стенки.

Основные законы кинематики и динамики жидкости.

Основные понятия и определения. Уравнение расходов (уравнение неразрывности). Уравнения движения идеальной и реальной жидкости. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости. Способы измерения напоров. Трубка Пито для замера скоростных напоров в потоках жидкости и газа. Уравнение Бернулли для реальной жидкости. Учет потерь энергии. Гидродинамическое подобие потоков жидкости и газа. Режимы течения. Кавитационное течение в жидкости.

Гидравлические сопротивления.

Ламинарное течение. Ламинарное течение в круглых трубах. Ламинарное течение в некруглых трубах. Особые случаи ламинарного течения. Турбулентное течение. Турбулентное течение в гладких и шероховатых трубах. Турбулентное течение в некруглых трубах. Местные сопротивления. Квадратичные сопротивления. Комбинированные сопротивления. Линейные сопротивления. Истечение. Истечение в атмосферу. Истечение под уровень. Истечение при несовершенном сжатии.

Расчет трубопроводов.

Расчет простых трубопроводов. Соединение простых трубопроводов. Сложный трубопровод. Трубопровод с насосной подачей. Гидравлический удар в трубопроводах.

Динамические гидромашины.

Основные понятия и определения. Динамические насосы. Центробежный насос: устройство и принцип работы, Треугольник скоростей. Основное уравнение центробежного насоса (Уравнение Эйлера). Характеристика центробежного насоса. Характеристики других лопастных насосов. Теория подобия лопастных насосов. Лопастные гидродвигатели – гидравлические турбины. Насосы трения: вихревые, дисковые, шнековые, вихревые струйные. Принципы действия, особенности, области применения.

Объемные гидромашины.

Объемные насосы. Принцип действия и общие свойства. Поршневые насосы. Особенности плунжерных и диафрагменных насосов. Неравномерность подачи и способы ее снижения. Роторные насосы Принцип действия и общие свойства. Классификация роторных насосов. Основные разновидности роторных насосов: шестеренные, винтовые, пластинчатые, аксиально-поршневые, радиально-поршневые. Способы регулирования подачи роторных насосов – насосные установки. Характеристики насосов и насосных установок. КПД роторных насосов. Объемные гидравлические двигатели (свойства и классификация).

Гидравлические системы.

Основные понятия и определения. Гидравлические системы подачи жидкости и гидроприводы. Структура и основные элементы гидроприводов. Рабочие жидкости. Гидроприводы вращательного и возвратно-поступательного движения. Способы регулирования гидроприводов. Следящий гидропривод.

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных и внеаудиторных занятий:

– индивидуальное обсуждение хода выполнение лабораторных работ и анализ полученных экспериментальных результатов;
– использования интерпрезентаций, разработанных кафедрой, во внеаудиторной работе (приведены на сайте кафедры);
– индивидуальные консультации и защита выполняемых заданий;
– обсуждение и защита рефератов по дисциплине, разработанных отдельными студентами (по желанию);
– использование текущего контроля в форме бланкового тестирования (разработана серия бланковых тестов, утвержденных на заседаниях кафедры);
– использование итогового контроля в форме компьютерного тестирования (тесты имеются в бланковой форме на кафедре и установлены в центре тестирования университета, ауд. Н-510).

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен важной целью образовательной программы, и в целом по дисциплине составляет 50% контактной работы. Занятия лекционного типа составляют 50% от объема контактной работы.

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

В процессе обучения используются различные оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций.

1. Бланковые тестирования по итогам проведения лабораторных работ (см. Приложение 2) учебного курса. Для данной дисциплины рекомендуются тесты циклов Б-1 и Б-2, утвержденные на заседании кафедры 28.08.2014, протокол №1.

2. Защита трех расчетно-графических работ по следующим темам:
– статические расчеты элементов гидравлических устройств (варианты заданий приведены в пособии, представленном в разделе «методические указания для самостоятельной работы студентов», пункт 1 (глава 1));
– расчеты элементов гидравлических устройств с использованием уравнения Бернулли (варианты заданий приведены в пособии, представленном в разделе «методические указания для самостоятельной работы студентов», пункт 1 (главы 2 и 4));
– расчеты элементов гидравлических устройств с использованием формул истечения (варианты заданий приведены в пособии, представленном в

разделе «методические указания для самостоятельной работы студентов», пункт 2 (глава 2)).

Для самостоятельной работы студентов используются методические указания, разработанные кафедрой и презентации по разделам дисциплины, размещенные на сайте кафедры.

По итогам изучения дисциплины сдается **зачет** с использованием системы тестов. Набор тестовых заданий представлен в Приложении 3.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1.1. Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-16 (1)	способностью проводить математическое моделирование отдельных стадий и всего технологического процесса, с использованием стандартных пакетов автоматизированного расчета и проектирования

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплины (модуля), в соответствии с 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 дисциплине (модулю).

Показатель	Критерии оценивания			
	Неудовлетворительно	**Удовлетворительно**	**Хорошо**	**Отлично**
ПК-16 (1) – способность проводить математическое моделирование отдельных стадий и всего технологического процесса, с использованием стандартных пакетов автоматизированного расчета и проектирования				
знать: основные законы, эмпириче-	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знания или	Обучающийся демонстрирует неполное знание основных	Обучающийся демонстрирует знание основных законов, эмпири-	Обучающийся демонстрирует полное и глубокое знание основ-

ские зависимости и методы расчета гидравлики, а также устройство гидравлических машин и основы проектирования технологических объектов с их использованием	недостаточное знание основных законов, эмпирических зависимостей и методов расчета гидравлики, а также устройства гидравлических машин и основ проектирования технологических объектов с их использованием.	законов, эмпирических зависимостей и методов расчета гидравлики, а также устройства гидравлических машин и основ проектирования технологических объектов с их использованием, проявляет недостаточность знаний ряда физических процессов.	ческих зависимостей и методов расчета гидравлики, а также устройства гидравлических машин и основ проектирования технологических объектов с их использованием, но допускает незначительные ошибки, неточности, затруднения при анализе физических процессов.	ных законов, эмпирических зависимостей и методов расчета гидравлики, а также устройства гидравлических машин и основ проектирования технологических объектов с их использованием и свободно оперирует приобретёнными знаниями.
уметь: решать теоретические и практические задачи, используя законы и расчетные методы гидромеханики	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет решать теоретические и практические задачи, используя законы и расчетные методы гидромеханики.	Обучающийся демонстрирует неполное умение решать теоретические и практические задачи, используя законы и расчетные методы гидромеханики, допускает значительные ошибки при решении теоретических задач.	Обучающийся демонстрирует умение решать теоретические и практические задачи, используя законы и расчетные методы гидромеханики, но допускает незначительные ошибки, неточности при их решении.	Обучающийся в полном объеме демонстрирует умение решать теоретические и практические задачи, используя законы и расчетные методы гидромеханики.
владеть: методами математического моделирования, используя их для проведения анализа процессов, происходящих в гидравлических устройствах, а также стандартными методами автоматизирован-	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами математического моделирования, используя их для проведения анализа процессов, происходящих в гидравлических устройствах, а также стандартными методами автоматизированного расчета и проектирова-	Обучающийся владеет в неполном объеме методами математического моделирования, используя их для проведения анализа процессов происходящих в гидравлических устройствах, а также стандартными методами автоматизированного расчета и проектирования, а также до-	Обучающийся частично владеет методами математического моделирования, используя их для проведения анализа процессов, происходящих в гидравлических устройствах, а также стандартными методами автоматизированного расчета и проектирования, но допускает незначи-	Обучающийся в полном объеме владеет методами математического моделирования, используя их для проведения анализа процессов, происходящих в гидравлических устройствах, а также стандартными методами автоматизированного расчета и проектирования, свободно ис-

ного расчета и проектирования	ния.	пускает значительные ошибки при решении практических задач.	тельные ошибки при решении практических задач.	пользует полученные навыки при решении задач повышенной сложности.

6.1.3. Шкалы оценивания результатов аттестации и их описание.

Форма аттестации: зачет (по итогам изучения дисциплины)**.**

Аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом и рабочей программой 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 «незачтено».

К аттестации (зачету) допускаются студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине (модулю) «Гидравлика и гидравлические машины». К обязательным видам учебной работы относятся:

- лабораторные работы, выполняемые в течение учебного семестра (перечень приведен в приложении 2);
- расчетно-графические работы, выполняемые в течение учебного семестра (перечень РГР приведен в приложении 1).

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине (модулю). Студент демонстрирует знания, умения, навыки, приведенные в таблице показателей (не ниже чем для критерия «удовлетворительно»), оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их для решения практических задач. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Незачтено	Не выполнен один или более обязательных видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой по дисциплине (модулю). Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков, приведенным в таблице показателей (в том числе, для критерия «удовлетворительно»), допускает зна-

	чительные ошибки, проявляет отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей. При этом студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении 4 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Беленкова Ю.А., Лепешкин А.В., Михайлин А.А. Гидравлика и гидропневмопривод. Учебник. – М.: издательский дом «БАСТЕТ», 2013. 406 с.
2. Лепешкин А.В., Михайлин А.А. Гидравлика машиностроительных гидросистем. Учебник. – М.: изд. ЦКТ, 2013. 280 с.
3. Лепешкин А.В., Михайлин А.А., Шейпак А.А. Гидравлика и гидропневмопривод. Гидравлические машины и гидропневмопривод. Учебник. 6-ое изд., испр. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2017. 446 с.

б) дополнительная литература:

1. Шейпак А.А. Гидравлика и гидропневмопривод. Основы механики жидкости и газа. Учебник. 6-ое изд., испр. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2017. 272 с.
2. Беленков Ю.А., Лепешкин А.В. и др. Задачник по гидравлике и гидропневмоприводу. Под ред. Ю.А. Беленкова. – М.: Издательство «Экзамен», 2009. – 286с.
3. Лепешкин А.В., Михайлин А.А., Зыков В. А. Гидравлика и гидромашины: Лабораторные работы. Учебное пособие для вузов. Под ред. Беленкова Ю.А. – М., МГТУ МАМИ**,** 2003. – 48 с.
4. Беленкова Ю.А., Лепешкин А.В., Михайлин А.А., Суздальцев В.Е. Лабораторные работы по курсу «Гидравлика», выполняемые на ПЭВМ. Методическое пособие для студентов высших учебных заведений машиностроительных специальностей. Под ред. Лепешкина А.В. – М., МАМИ, 2014 (в электронном виде). – 37 с.

в) методические указания для самостоятельной работы:

1. Михайлин А.А., Пхакадзе С. Д., Курмаев Р.Х., Строков П.А. Расчет элементов автомобильных гидросистем. Учебное пособие для студентов вузов. Под ред. Лепешкина А.В. – М., изд. МАМИ, 2012. – 87 с.
2. Лепешкин А.В., Михайлин А.А., Пхакадзе С. Д., Курмаев Р.Х., Строков П.А. Гидравлический расчет сложных трубопроводов транспортно-технологических машин. Учебное пособие для студентов вузов. Под ред. Лепешкина А.В. – М., изд. МАМИ, 2013. – 85 с.

г) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Разработана программа моделирования лабораторных работ на ЭВМ, дублирующих натурные лабораторные работы кафедры.

Интернет-ресурсы включают учебники, учебно-методические пособия и презентации.

На сайте университета в разделе: кафедра «Гидравлика» представлены следующие материалы:

– теоретические курсы (презентации по разделам дисциплины);

– лабораторный практикум (методические указания по проведению лабораторных работ и рекомендованные формы протоколов для оформления результатов лабораторных работ);

– пособия для самостоятельной работы (методическое пособие для выполнения расчетно-графических работ).

На сайте университета в разделе: библиотека представлены методические пособия, приведенные в подразделах данной программы «дополнительная литература» и «методические указания для самостоятельной работы».

Все учебники и учебные пособия, приведенные в подразделе основная литература данной программы, имеются на различных сайтах Интернета.

Полезные учебно-методические и информационные материалы по дисциплине представлены на сайтах:

yandex/ru/yandsearch?texst=гидрогазодинамика&lr=213

yandex/ru/yandsearch?texst=гидравлика+лекции&lr=213

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Специализированная лаборатория для выполнения лабораторных работ с соответствующими стендами, оборудованием и приборами (ауд. АВ-1101).

Специализированные компьютерные классы (ауд. АВ-1406 и АВ-1407), оснащенные персональными компьютерами (в каждой по шесть) с установленным программным обеспечением, необходимым для выполнения лабораторных работ по дисциплине.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов.

При подготовке к лабораторным работам, а также при обработке и анализе результатов экспериментальных исследований, студентам рекомендуется использовать методические разработки кафедры [3] или [4], указанные в подпункте 7*б* данной рабочей программы.

При выполнении домашних расчетно-графических работ студентам рекомендуется использовать методическую разработку кафедры [1], указанную в подпункте 7*в* данной рабочей программы.

10. Методические рекомендации для преподавателя.

При подготовке преподавания данной дисциплины рекомендуется использовать литературу, приведенную в пункте 7 данной рабочей программы.

При подготовке к чтению лекций в качестве базового учебника целесообразно использовать учебник [1] подпункта 7*а* данной рабочей программы.

При отработке умения проводить практические расчеты целесообразно использовать задачник [2] подпункта 7*б* данной рабочей программы.

Для проведения лабораторных работ следует использовать методические разработки [3] или [4], указанные в подпункте 7*б*.

При организации самостоятельной работы студентов рекомендуется использовать методическую разработку [1], указанную в подпункте 7*в*.

Для проведения заключительного зачета следует использовать тесты, приведенные в Приложении 3.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по специальности 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий».

Программу составили:

_____ проф., к.т.н. Лепешкин А.В.,
_____ проф., к.т.н. Михайлин А.А.

Программа дисциплины «Гидравлика и гидравлические машины» по специальности 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий» (специализация «Автоматизированное производство химических предприятий») утверждена на заседании кафедры «Гидравлика»

«____»_____20___ г., протокол № _____

Заведующий кафедрой «Гидравлика»
проф., к.т.н. /Лепешкин А.В./

Заведующий кафедрой
«Аппаратурное оформление и
автоматизация технологических производств»
проф., д.т.н. /Генералов М.Б./

Приложение 1.

Структура и содержание дисциплины «**Гидравлика и гидравлические машины**»

Направление подготовки **18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»**

Профиль **«Автоматизированное производство химических предприятий»**

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
1	**Введение.** Жидкость и газ. Гидравлика – прикладная часть механики жидкости и газа. Силы, действующие в жидкости и газе. Гидростатическое давление. Свойства жидкостей и газов.	7	1	1	1		4	+							
2	**Гидростатика.** Свойства давления. Основной закон гидростатики. Уравнение Эйлера. Способы измерения давления. Сила, действующая на стенки. *РГР – Статические расчеты элементов гидравлических устройств.*	7	2	1		1	4	+			+				
3	**Основные законы кинематики и динамики жидкости.** Основные понятия и определения.	7	3	1	1		2	+							

	Уравнение расходов (уравнение неразрывности). Уравнения движения идеальной и реальной жидкости.													
4	**Основные законы кинематики и динамики жидкости.** Уравнение Бернулли для идеальной жидкости. Способы измерения напоров. Трубка Пито для замера скоростных напоров в потоках жидкости и газа. Уравнение Бернулли для реальной жидкости. Учет потерь энергии. *РГР – Расчеты элементов гидравлических устройств с использованием уравнения Бернулли.*	7	4	1		1	4	+			+			
5	**Основные законы кинематики и динамики жидкости.** Гидродинамическое подобие потоков жидкости и газа. Режимы течения. Кавитационное течение в жидкости.	7	5	1	1		4	+						
6	**Гидравлические сопротивления**. Ламинарное течение. Ламинарное течение в круглых трубах. Ламинарное течение в некруглых трубах. Особые случаи ламинарного течения.	7	6	1		1	2	+						
7	**Гидравлические сопротивления**. Турбулентное течение. Турбулентное течение в гладких и шероховатых трубах. Турбулентное течение в некруглых трубах.	7	7	1	1		6	+						
8	**Гидравлические сопротивления**. Местные сопротивления. Квадратичные сопротивления. Комбинированные	7	8	1		1	4	+						

	сопротивления. Линейные сопротивления.														
9	**Гидравлические сопротивления**. Истечение. Истечение в атмосферу. Истечение под уровень. Истечение при несовершенном сжатии.	7	9	1	1		6	+							
10	**Расчет трубопроводов.** Расчет простых трубопроводов. Соединение простых трубопроводов. Сложный трубопровод. Трубопровод с насосной подачей. Гидравлический удар в трубопроводах.	7	10	1		1	4	+							
11	**Динамические гидромашины.** Основные понятия и определения. Динамические насосы. Центробежный насос: устройство и принцип работы, Треугольник скоростей. Основное уравнение центробежного насоса (Уравнение Эйлера).	7	11	1	1		6	+							
12	**Динамические гидромашины.** Характеристика центробежного насоса. Характеристики других лопастных насосов. Теория подобия лопастных насосов. Лопастные гидродвигатели – гидравлические турбины.	7	12	1		1	4	+							
13	**Динамические гидромашины.** Насосы трения: вихревые, дисковые, шнековые, вихревые струйные. Принципы действия, особенности, области применения.	7	13	1	1		6	+							
14	**Объемные гидромашины.** Объемные насосы. Принцип действия и	7	14	1		1	4	+							

	общие свойства. Поршневые насосы. Особенности плунжерных и диафрагменных насосов. Неравномерность подачи и способы ее снижения.														
15	**Объемные гидромашины.** Роторные насосы Принцип действия и общие свойства. Классификация роторных насосов. Основные разновидности роторных насосов: шестеренные, винтовые, пластинчатые, аксиально-поршневые, радиально-поршневые.	7	15	1	1		6	+							
16	**Объемные гидромашины.** Способы регулирования подачи роторных насосов – насосные установки. Характеристики насосов и насосных установок. КПД роторных насосов. Объемные гидравлические двигатели (свойства и классификация). *РГР – построение характеристики насосной установки.*	7	16	1		1	4	+			+				
17	**Гидравлические системы.** Основные понятия и определения. Гидравлические системы подачи жидкости и гидроприводы. Структура и основные элементы гидроприводов. Рабочие жидкости.	7	17	1	1		2	+							
18	**Гидравлические системы.** Гидроприводы вращательного и возвратно-поступательного движения. Способы регулирования гидроприводов. Следящий гидропривод.	7	18	1		1	2	+							
	Итого:			18	9	9	72				3				+

Приложение 2.

Список лабораторных работ дисциплины (модуля)
«**Гидравлика и гидравлические машины**»

Специальность **18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»**

Специализация **«Автоматизированное производство химических предприятий»**

№	Шифр	Название лабораторной работы
1	Г-1	Демонстрация уравнения Бернулли. Построение пьезометрической линии и линии полного напора
2	Г-2	Режимы течения жидкости
3	Г-3	Определение потерь напора на трение по длине и в местных гидравлических сопротивлениях
4	Г-4	Определение коэффициента потерь в местном гидравлическом сопротивлении при нормальном и кавитационном течении
5	Г-5	Определение коэффициента расхода при истечении через отверстие и насадки
6	Г-6	Гидравлический удар в трубопроводе
7	ГМ-1	Испытание центробежного насоса
8	ГМ-2	Испытание шестеренного насоса с переливным клапаном
9	ГМ-3	Испытание радиально-поршневого насоса с автоматическим регулятором подачи

Приложение 3.

Набор тестов для зачета

по дисциплине «**Гидравлика и гидравлические машины**»

Специальность **18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»**

Специализация **«Автоматизированное производство химических предприятий»**

Контрольные тесты (вариант А).

ВНИМАНИЕ! *При проведении вычислений рекомендуется принимать ускорение свободного падения* $g = 10$ *м/с*^{2}*, а плотность жидкости* $\rho = 1000$ *кг/м*^{3}.

1. Чему равняется давление в СИ, если манометр показывает 100 ат (кг/см^2)?

I. p = 10 МПа. **II.** p = 1 МПа. **III.** p = 100 кПа. **IV.** p = 10 кПа.

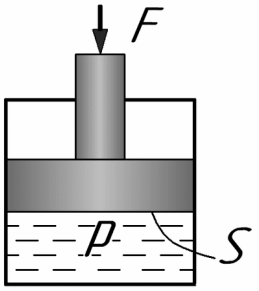
2. Чему равняется избыточное давление, если манометр показывает 0,1 МПа?

I. $p_{абс}$= 0,2 МПа. **II.** p = 0 МПа. **III.** p = –0,1 МПа. **IV.** p = 0,1 МПа.

3. Чему равняется глубина погружения h манометра в воду, если он показывает давление 0,01 МПа?

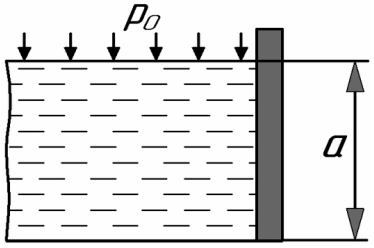
I. h = 100 м. **II.** h = 1 м. **III.** h = 1000 м. **IV.** h = 10 м.

4. Определить давление p под поршнем, если сила, действующая на его штоке F = 100 Н. Принять площадь поршня S = 100 см^2.



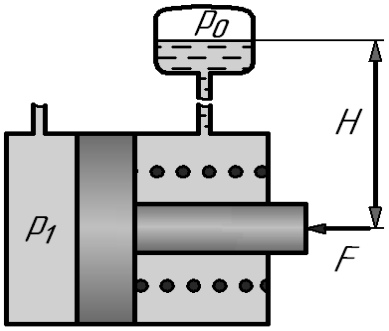
I.	**II.**	**III.**	**IV.**
p = 10 кПа.	p = 10 МПа.	p = 100 кПа.	p = 1 МПа.

5. Чему равняется сила, действующая со стороны воды на плоскую стенку квадратной формы ($a \times a$) с a = 1 м, при величине избыточного давления на свободной поверхности p_0 = 5 кПа?



I.	**II.**	**III.**	**IV.**
F = 10 кН.	F = 20 кН.	F = 25 кН.	F = 15 кН.

6. Определить давление p_1, которое необходимо подвести в левую полость гидроцилиндра, если давление жидкости в бачке поднятом на высоту H = 5 м, p_0 = 0,2 МПа, сила сжатия пружины 250 Н, а сила приложенная к штоку 400 Н. Принять площадь поршня 1000 мм^2, площадь штока 600 мм^2.



I.	**II.**	**III.**	**IV.**
p = 0,25 МПа.	p = 0,5 МПа.	p = 0,75 МПа.	p = 1 МПа.

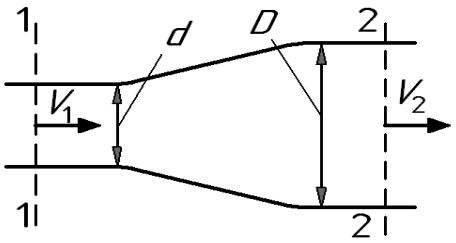
7. Укажите диапазон чисел Рейнольдса, при которых в трубе круглого сечения существует устойчивое ламинарное течение.

I. Re < 2300. **II.** Re > 2300. **III.** Re < 4000. **IV.** Re >4000.

8. Определить расход жидкости Q, если ее средняя скорость в трубе постоянного сечения площадью 2 см^2 составляет 10 м/с.

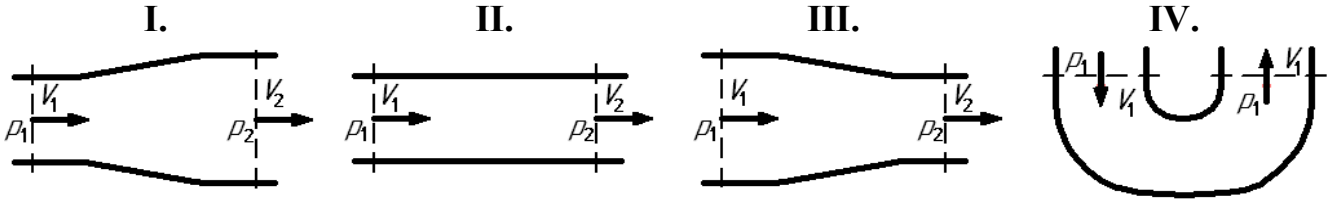
I. Q = 10 л/с. **II.** Q = 5 л/с. **III.** Q = 4 л/с. **IV.** Q = 2 л/с.

9. При начальной скорости V_1 = 4 м/с расширяющегося потока определить его конечную скорость V_2, если диаметр меняется с d = 20 мм до D = 40 мм.



I.	**II.**	**III.**	**IV.**
V_2 = 2 м/с.	V_2 = 8 м/с.	V_2 = 1 м/с.	V_2 = 4 м/с.

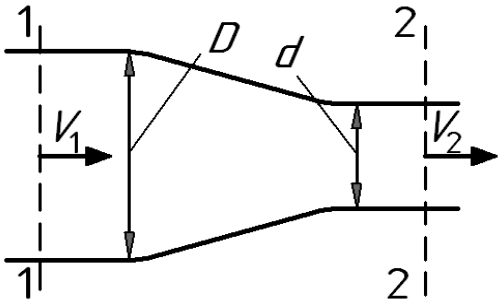
10. Какому потоку идеальной жидкости соответствует неравенство $V_1 > V_2$?



11. Определить давление в конечном сечении горизонтальной трубы постоянного диаметра, если в начальном сечении оно было p_1 = 0,6 МПа, а потеря напора при движении жидкости от начального сечения до конечного составило 30 м.

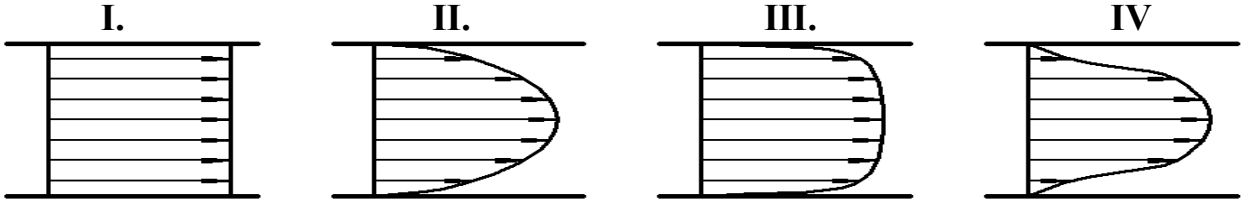
I. p_2 = 400 кПа. **II.** p_2 = 200 кПа. **III.** p_2 = 300 кПа. **IV.** p_2 = 100 кПа.

12. Определить потерю напора $h_{пот}$ в горизонтальной сужающейся трубе, если скорость и давление в начальном сечении составили соответственно V_1 = 4 м/с и p_1 = 0,4 МПа, а давление в конечном сечении – p_2 = 80 кПа. При решении принять D/d = 2. Течение считать турбулентным.



I. $h_{пот}$ = 40 м. **II.** $h_{пот}$ = 30 м. **III.** $h_{пот}$ = 20 м. **IV.** $h_{пот}$ = 10 м.

13. На рисунке приведены некоторые эпюры распределения скоростей по сечению потоков. Укажите рисунок, который соответствует обычному ламинарному течению жидкости в круглой трубе.



14. Чему равен коэффициент Дарси λ для круглой трубы при течении жидкости с числом Рейнольдса $Re = 10^4$? Трубу считать гидравлически гладкой.

I. λ = 0,022. **II.** λ = 0,0316. **III.** λ = 0,05. **IV.** λ = 0,011.

15. Укажите наиболее возможное численное значение коэффициента Дарси λ при турбулентном течении жидкости в круглой трубе.

I. 0,5. **II.** 1. **III.** 0,8. **IV.** 0,03.

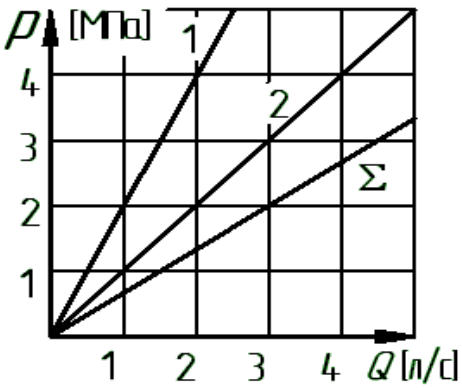
6. Во сколько раз увеличатся потери напора в местном сопротивлении, если расход увеличится в 2 раза? Считать, что потери вызваны вихреобразованием.

I. В 4 раза. **II.** В 2 раза. **III.** В 0,5 раза. **IV.** В ~3,5 раза.

17. Определить потерю давления Δp при движении жидкости с расходом Q = 0,0314 л/с через дросселирующее отверстие диаметром d = ¼ см. Принять коэффициент расхода отверстия μ = 0,8.

I. Δp = 24 кПа **II.** Δp = 8 кПа **III.** Δp = 32 кПа **IV.** Δp = 16 кПа

18. Сложный трубопровод, состоит из двух параллельно соединенных труб (1 и 2), характеристики которых приведены на рисунке. Определить давление в конечном сечении сложного трубопровода p_2 и суммарный расход жидкости Q_Σ. Заданы: давление в начальном сечении сложного трубопровода p_1 = 5 МПа и расход жидкости во второй трубе Q_2 = 2 л/с.



I.	**II.**	**III.**	**IV.**
p_2 = 2 МПа, Q_Σ = 2 л/с.	p_2 = 2 МПа, Q_Σ = 3 л/с.	p_2 = 3 МПа, Q_Σ = 3 л/с.	p_2 = 3 МПа, Q_Σ = 4 л/с.

19. Определить напор $H_н$ и потребляемую мощность N насоса, если его подача Q = 1 л/с, давления: на выходе – p_2 = 1 МПа, на входе – p_1 = 0,1 МПа, а полный КПД – η = 0,9. Диаметры всасывающего и напорного трубопроводов одинаковы.

I. $H_н$ = 100 м, N = 1,0 кВт. **II.** $H_н$ = 90 м, N = 1,0 кВт. **III.** $H_н$ = 100 м, N = 0,9 кВт. **IV.** $H_н$ = 90 м, N = 0,9 кВт.

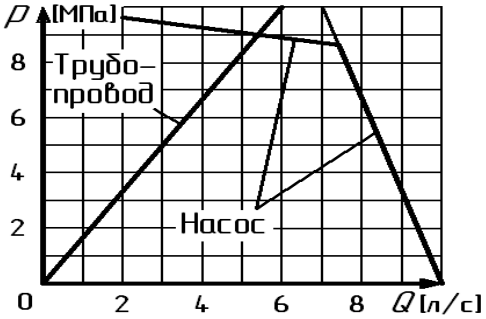
20. Определить полный КПД η насоса, если его частные КПД составляют: объемный – $\eta_о$ = 0,9, гидравлический – $\eta_г$ = 0,8 и механический – $\eta_м$ = 0,9. После проведения расчетов результат следует округлить до целых процентов.

I. 65 %. **II.** 72 %. **III.** 75 %. **IV.** 80 %.

21. Определить рабочий объем роторного гидромотора W, который должен обеспечить крутящий момент на валу M = 18 Н·м. Принять перепад давления на гидромоторе p = 3,14 МПа, а его механический КПД $\eta_м$ = 0,9.

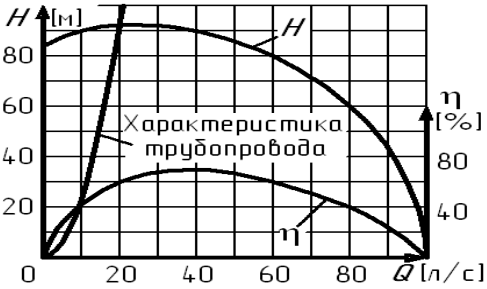
I. W = 20 см^3. **II.** W = 60 см^3. **III.** W = 80 см^3. **IV.** W = 40 см^3.

22. На рисунке приведена характеристика насосной установки, а также – характеристика трубопровода. С использованием графика определить ее подачу Q при уменьшении частоты вращения насоса на 40%.



I.	**II.**	**III.**	**IV.**
Q = 3 л/с.	Q = 4 л/с.	Q = 8 л/с.	Q = 5 л/с.

23. На рисунке представлены характеристики центробежного насоса и трубопровода. С использованием графика определить КПД насоса η при его работе с данным трубопроводом.



I.	**II.**	**III.**	**IV.**
η = 50 %.	η = 60 %.	η = 70 %.	η = 40 %.

24. Во сколько раз изменится напор $H_{нас}$ центробежного насоса при изменении его частоты вращения в n 2 раза и работе с новой частотой на подобном режиме?

I. В 4 раза **II.** Практически не изменится **III.** В 8 раз **IV.** В 2 раза

Контрольные тесты (вариант Б).

ВНИМАНИЕ! *При проведении вычислений рекомендуется принимать ускорение свободного падения* $g = 10\ м/с^2$, *а плотность жидкости* $\rho = 1000\ кг/м^3$.

1. Чему равняется давление в СИ, если манометр показывает 10 ат (кг/см^2)?

I. p = 10 МПа. **II.** p = 1 МПа. **III.** p = 100 кПа. **IV.** p = 10 кПа.

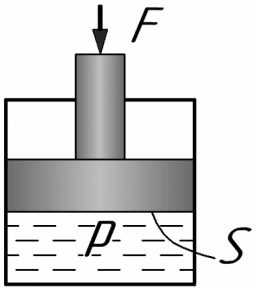
2. Чему равняется абсолютное давление, если манометр показывает 0,1 МПа?

I. $p_{абс}$= 0,2 МПа. **II.** p = 0 МПа. **III.** p = –0,1 МПа. **IV.** p = 0,1 МПа.

3. Чему равняется глубина h погружения манометра в воду, если он показывает давление 0,1 МПа?

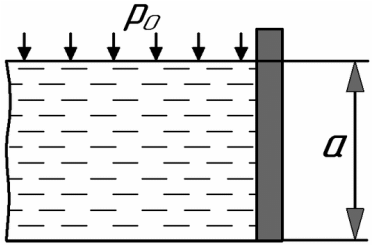
I. h = 100 м. **II.** h = 1 м. **III.** h = 1000 м. **IV.** h = 10 м.

4. Определить давление p под поршнем, если сила, действующая на его штоке F = 1 кН. Принять площадь поршня S = 100 см^2.



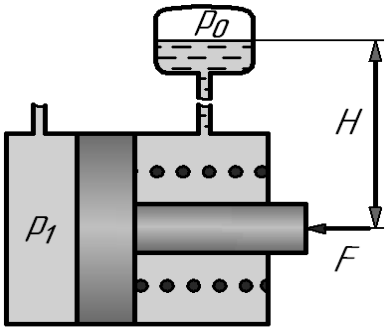
I.	**II.**	**III.**	**IV.**
p = 10 кПа.	p = 10 МПа.	p = 100 кПа.	p = 1 МПа.

5. Чему равняется сила, действующая со стороны воды на плоскую стенку квадратной формы ($a\times a$) с a = 1 м, при величине избыточного давления на свободной поверхности p_0 = 10 кПа?



I.	**II.**	**III.**	**IV.**
F = 10 кН.	F = 20 кН.	F = 25 кН.	F = 15 кН.

6. Определить давление p_1, которое необходимо подвести в правую полость гидроцилиндра, если давление жидкости в бачке поднятом на высоту H = 5 м, p_0 = 0,1 МПа, сила сжатия пружины 90 Н, а сила приложенная к штоку 100 Н. При решении принять площадь поршня 1000 мм^2, площадь штока 600 мм^2.



I.	**II.**	**III.**	**IV.**
p = 0,25 МПа.	p = 0,5 МПа.	p = 0,75 МПа.	p = 1 МПа.

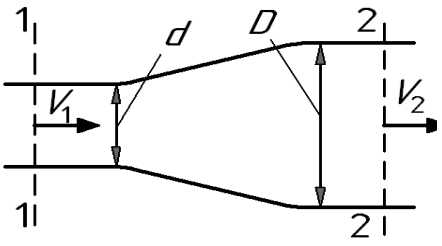
7. Укажите (наиболее полно) диапазон чисел Рейнольдса, при которых в трубе круглого сечения не может существовать устойчивого ламинарного течения.

I. Re < 2300. **II.** Re > 2300. **III.** Re < 4000. **IV.** Re >4000.

8. Определить расход жидкости Q, если ее средняя скорость в трубе постоянного сечения площадью 4 см^2 составляет 10 м/с.

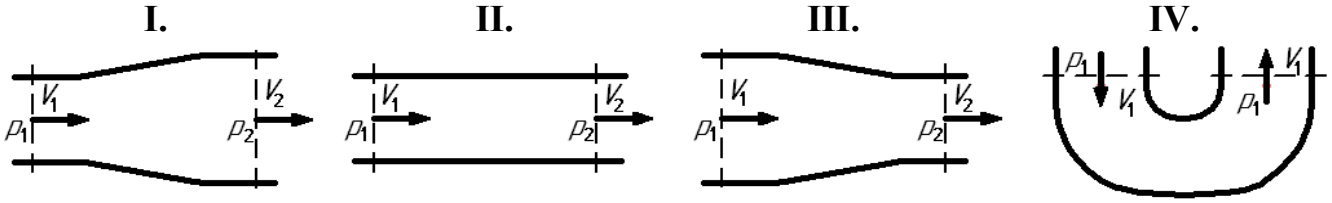
I. Q = 10 л/с. **II.** Q = 5 л/с. **III.** Q = 4 л/с. **IV.** Q = 2 л/с.

9. При известной скорости V_1 = 8 м/с расширяющегося потока определить его конечную скорость V_2, если диаметр меняется с d = 20 мм до D = 40 мм.



I.	**II.**	**III.**	**IV.**
V_2 = 2 м/с.	V_2 = 8 м/с.	V_2 = 1 м/с.	V_2 = 4 м/с.

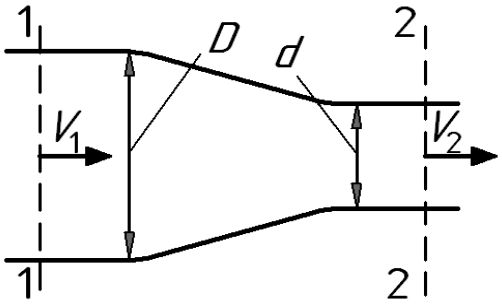
10. Какому потоку идеальной жидкости соответствует неравенство $p_1 > p_2$?



11. Определить давление в конечном сечении горизонтальной трубы постоянного диаметра, если в начальном сечении оно было p_1 = 0,6 МПа, а потеря напора при движении жидкости от начального сечения до конечного составило 20 м.

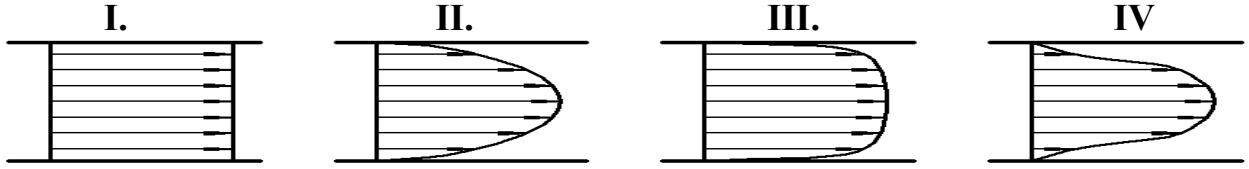
I. p_2 = 400 кПа. **II.** p_2 = 200 кПа. **III.** p_2 = 300 кПа. **IV.** p_2 = 100 кПа.

12. Определить потерю напора $h_{пот}$ в горизонтальной сужающейся трубе, если скорость и давление в начальном сечении составили соответственно V_1 = 2 м/с и p_1 = 0,2 МПа, а давление в конечном сечении – p_2 = 70 кПа. При решении принять D/d = 2. Течение считать турбулентным.



I. $h_{пот}$ = 40 м. **II.** $h_{пот}$ = 30 м. **III.** $h_{пот}$ = 20 м. **IV.** $h_{пот}$ = 10 м.

13. На рисунке приведены некоторые эпюры распределения скоростей по сечению потоков. Укажите рисунок, который соответствуют ламинарному течению жидкости в круглой трубе при охлаждении её стенок.



14. Чему равен коэффициент Дарси λ для круглой трубы при течении жидкости с числом Рейнольдса $Re = 10^5$? Считать, что труба имеет эквивалентную шероховатость 0,096 мм и диаметр 100 мм.

I. λ = 0,022. **II.** λ = 0,0316. **III.** λ = 0,05. **IV.** λ = 0,011.

15. Укажите возможное значение коэффициента расхода μ при истечении воды через внешний цилиндрический насадок с закругленной входной кромкой.

I. 0,5. **II.** 1. **III.** 0,8. **IV.** 0,03.

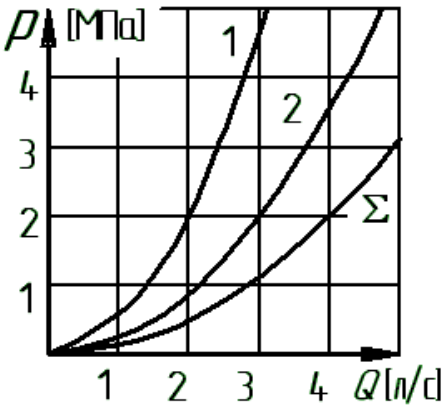
16. Во сколько раз увеличатся потери напора при ламинарном течении жидкости в круглой трубе постоянного диаметра, если расход увеличится в 2 раза?

I. В 4 раза. **II.** В 2 раза. **III.** В 0,5 раза. **IV.** В ~3,5 раза.

17. Определить потерю давления Δp при движении жидкости в круглой прямой трубе длиной l = 20 м и диаметром d = 2 см с расходом Q = 0,314 л/с. Принять коэффициент Дарси λ = 0,032. а течение считать турбулентным.

I. Δp = 24 кПа **II.** Δp = 8 кПа **III.** Δp = 32 кПа **IV.** Δp = 16 кПа

18. Сложный трубопровод, состоит из двух параллельно соединенных труб (1 и 2), характеристики которых приведены на рисунке. Определить давление в конечном сечении сложного трубопровода p_2 и суммарный расход жидкости Q_Σ. Заданы: давление в начальном сечении сложного трубопровода p_1 = 5 МПа и расход жидкости в первой трубе Q_1 = 2 л/с..



I.	**II.**	**III.**	**IV.**
p_2 = 2 МПа, Q_Σ = 2 л/с.	p_2 = 2 МПа, Q_Σ = 3 л/с.	p_2 = 3 МПа, Q_Σ = 3 л/с.	p_2 = 3 МПа, Q_Σ = 4 л/с.

19. Определить напор $H_н$ и полезную мощность N гидродвигателя, если расход Q = 1 л/с, давления: на входе – p_2 = 1 МПа и на выходе – p_2 = 0 МПа, а полный КПД – η = 0,9. Диаметры всасывающего и напорного трубопроводов одинаковы.

I. $H_н$ = 100 м, N = 1,0 кВт. **II.** $H_н$ = 90 м, N = 1,0 кВт. **III.** $H_н$ = 100 м, N = 0,9 кВт. **IV.** $H_н$ = 90 м, N = 0,9 кВт.

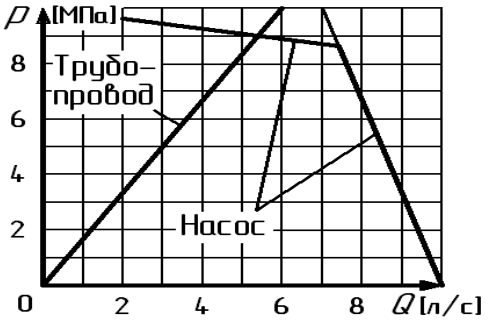
20. Определить полный КПД насоса η на новом режиме работы, если его объемный КПД изменился с η_o = 0,7 до η_o = 0,9. Принять полный КПД насоса на исходном режиме работы η = 0,56, а гидравлическим КПД пренебречь ($\eta_г$ = 1).

I. 65 %. **II.** 72 %. **III.** 75 %. **IV.** 80 %.

21. Определить рабочий объем роторного насоса W, который должен обеспечить подачу жидкости Q = 1,8 л/с. Принять частоту вращения вала насоса n = 2000 об/мин, а его объемном КПД η_o = 0,9.

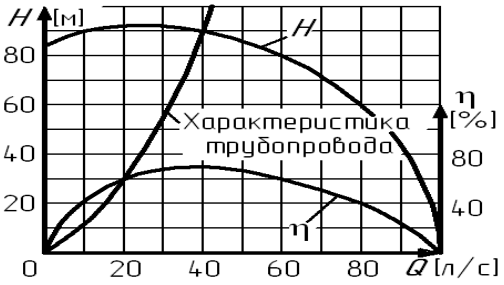
I. W = 20 см^3. **II.** W = 60 см^3. **III.** W = 80 см^3. **IV.** W = 40 см^3.

22. На рисунке приведена характеристика насосной установки, а также – характеристика трубопровода. С использованием графика определить подачу насосной установки Q при уменьшении сопротивления трубопровода в 2 раза.



I.	**II.**	**III.**	**IV.**
Q = 3 л/с.	Q = 4 л/с.	Q = 8 л/с.	Q = 5 л/с.

23. На рисунке представлены характеристики центробежного насоса и трубопровода. С использованием графика определить КПД насоса η при его работе с данным трубопроводом.



I.	**II.**	**III.**	**IV.**
η = 50 %.	η = 60 %.	η = 70 %.	η = 40 %.

24. Во сколько раз изменится полезная мощность $N_{пол}$ центробежного насоса при изменении его частоты вращения в n 2 раза и работе с новой частотой на подобном режиме?

I. В 4 раза **II.** Практически не изменится **III.** В 8 раз **IV.** В 2 раза

Контрольные тесты (вариант В).

ВНИМАНИЕ! *При проведении вычислений рекомендуется принимать ускорение свободного падения* $g = 10\ м/с^2$, *а плотность жидкости* $\rho = 1000\ кг/м^3$.

1. Чему равняется давление в СИ, если манометр показывает 1 ат (кг/см^2)?

I. p = 10 МПа. **II.** p = 1 МПа. **III.** p = 100 кПа. **IV.** p = 10 кПа.

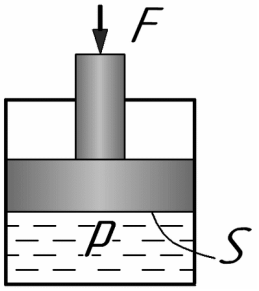
2. Чему равняется абсолютное давление, если вакуумметр показывает 0,1 МПа?

I. $p_{абс}$= 0,2 МПа. **II.** p = 0 МПа. **III.** p = –0,1 МПа. **IV.** p = 0,1 МПа.

3. Чему равняется глубина h погружения манометра в воду, если он показывает давление 1 МПа?

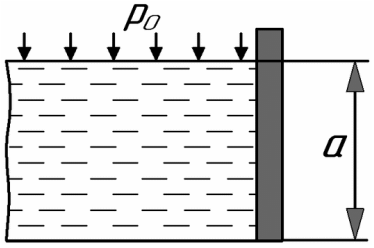
I. h = 100 м. **II.** h = 1 м. **III.** h = 1000 м. **IV.** h = 10 м.

4. Определить давление p под поршнем, если сила, действующая на его штоке F = 1 кН. Принять площадь поршня S = 10 см^2.



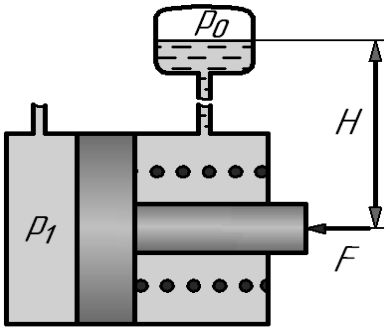
I. p = 10 кПа. **II.** p = 10 МПа. **III.** p = 100 кПа. **IV.** p = 1 МПа.

5. Чему равняется сила, действующая со стороны воды на плоскую стенку квадратной формы ($a \times a$) с a = 1 м, при величине избыточного давления на свободной поверхности p_0 = 15 кПа?



I. F = 10 кН. **II.** F = 20 кН. **III.** F = 25 кН. **IV.** F = 15 кН.

6. Определить давление p_1, которое необходимо подвести в правую полость гидроцилиндра, если давление жидкости в бачке поднятом на высоту H = 5 м, p_0 = 0,65 МПа, сила сжатия пружины 400 Н, а сила приложенная к штоку 280 Н. При решении принять площадь поршня 1000 мм^2, площадь штока 600 мм^2.



I. p = 0,25 МПа. **II.** p = 0,5 МПа. **III.** p = 0,75 МПа. **IV.** p = 1 МПа.

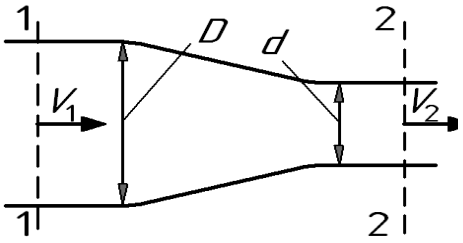
7. Укажите (наиболее полно) диапазон чисел Рейнольдса, при которых в трубе круглого сечения не может существовать устойчивого турбулентного течения.

I. Re < 2300. **II.** Re > 2300. **III.** Re < 4000. **IV.** Re >4000.

8. Определить расход жидкости Q, если ее средняя скорость в трубе постоянного сечения площадью 5 см^2 составляет 10 м/с.

I. Q = 10 л/с. **II.** Q = 5 л/с. **III.** Q = 4 л/с. **IV.** Q = 2 л/с.

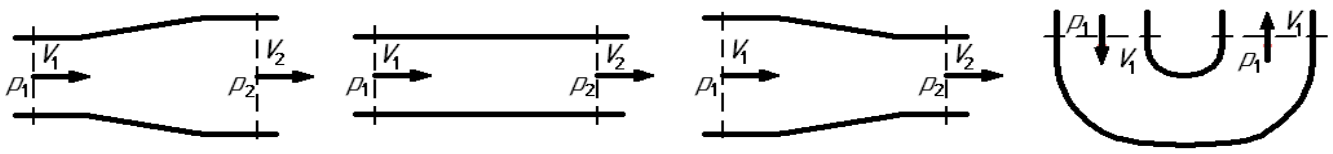
9. При известной скорости V_1 = 1 м/с сужающегося потока определить его конечную скорость V_2, если диаметр меняется с D = 40 мм до d = 20 мм.



I. V_2 = 2 м/с. **II.** V_2 = 8 м/с. **III.** V_2 = 1 м/с. **IV.** V_2 = 4 м/с.

10. Какому потоку идеальной жидкости соответствует неравенство $V_1 < V_2$?

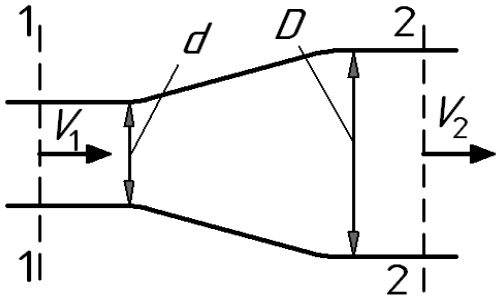
I. **II.** **III.** **IV.**



11. Определить давление в конечном сечении горизонтальной трубы постоянного диаметра, если в начальном сечении оно было p_1 = 0,4 МПа, а потеря напора при движении жидкости от начального сечения до конечного составило 30 м.

I. p_2 = 400 кПа. **II.** p_2 = 200 кПа. **III.** p_2 = 300 кПа. **IV.** p_2 = 100 кПа.

12. Определить потерю напора $h_{пот}$ в горизонтальной расширяющейся трубе, если скорость и давление в начальном сечении составили соответственно V_1 = 16 м/с и p_1 = 0,3 МПа, а давление в конечном сечении – p_2 = 20 кПа. При решении принять D/d = 2. Течение считать турбулентным.

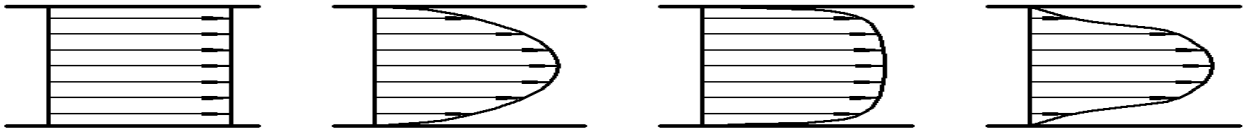


I. **II.** **III.** **IV.**

$h_{пот}$ = 40 м. $h_{пот}$ = 30 м. $h_{пот}$ = 20 м. $h_{пот}$ = 10 м.

13. На рисунке приведены некоторые эпюры распределения скоростей по сечению. Укажите рисунок, который соответствуют турбулентному течению жидкости.

I. **II.** **III.** **IV**



14. Чему равен коэффициент Дарси λ для круглой трубы при течении жидкости с большими числами Рейнольдса $Re \to \infty$? Считать, что труба имеет эквивалентную шероховатость 0,005 мм и диаметр 50 мм.

I. λ = 0,022. **II.** λ = 0,0316. **III.** λ = 0,05. **IV.** λ = 0,011.

15. Укажите возможное значение коэффициента местного сопротивления ζ в случае весьма существенного сужения турбулентного потока, например, при выходе трубы из бака больших размеров.

I. 0,5. **II.** 1. **III.** 0,8. **IV.** 0,03.

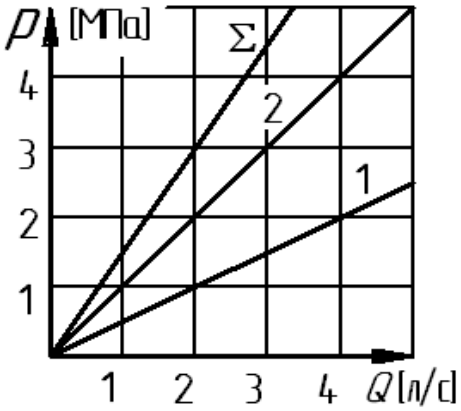
16. Во сколько раз увеличатся потери напора при турбулентном течении жидкости в круглой трубе постоянного диаметра, если расход увеличится в 2 раза, а течение происходит при больших числах Рейнольдса $Re \to \infty$?

I. В 4 раза. **II.** В 2 раза. **III.** В 0,5 раза. **IV.** В ~3,5 раза.

17. Определить потерю давления Δp при движении жидкости в круглой прямой трубе длиной l = 10 м и диаметром d = 2 см с расходом Q = 0,314 л/с. Принять вязкость жидкости **ν** = 0,1 Ст, а течение считать ламинарным.

I. Δp = 24 кПа **II.** Δp = 8 кПа **III.** Δp = 32 кПа **IV.** Δp = 16 кПа

18. Сложный трубопровод, состоит из двух последовательно соединенных труб (1 и 2), характеристики которых приведены на рисунке. Определить давление в конечном сечении сложного трубопровода p_2 и расход жидкости Q_Σ. Заданы: давление в начальном сечении сложного трубопровода $p_1 = 5$ МПа и потери давления в первой трубе $\Delta p_1 = 1$ МПа.



I.	**II.**	**III.**	**IV.**
$p_2 = 2$ МПа, $Q_\Sigma = 2$ л/с.	$p_2 = 2$ МПа, $Q_\Sigma = 3$ л/с.	$p_2 = 3$ МПа, $Q_\Sigma = 3$ л/с.	$p_2 = 3$ МПа, $Q_\Sigma = 4$ л/с.

19. Определить напор $H_н$ и потребляемую мощность N гидродвигателя, если расход жидкости составляет $Q = 1$ л/с, полезная мощность $N_{пол} = 0{,}9$ кВт, давление на выходе – $p_2 = 0$ МПа, а полный КПД – $\eta = 0{,}9$. Диаметры всасывающего и напорного трубопроводов одинаковы.

I. $H_н = 100$ м, $N = 1{,}0$ кВт. **II.** $H_н = 90$ м, $N = 1{,}0$ кВт. **III.** $H_н = 100$ м, $N = 0{,}9$ кВт. **IV.** $H_н = 90$ м, $N = 0{,}9$ кВт.

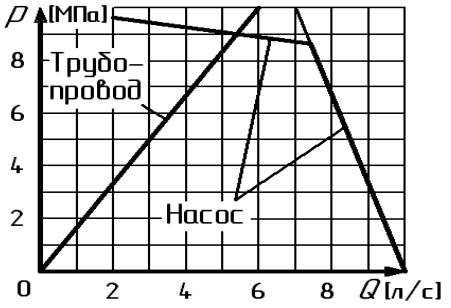
20. Определить гидравлический КПД $\eta_г$ насоса, если его другие КПД составляют: объемный – $\eta_о = 0{,}9$, механический – $\eta_м = 0{,}8$, полный – $\eta = 0{,}54$. При проведении расчетов конечный результат округлить до целых чисел процентов.

I. 65 %. **II.** 72 %. **III.** 75 %. **IV.** 80 %.

21. Определить рабочий объем роторного гидромотора W, который должен обеспечить частоту вращения вала $n = 2700$ об/мин. Принять расход жидкости через гидромотор $Q = 1$ л/с, а его объемный КПД $\eta_о = 0{,}9$.

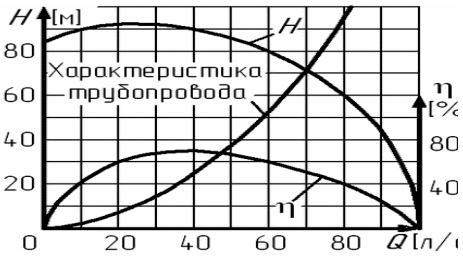
I. $W = 20$ см^3. **II.** $W = 60$ см^3. **III.** $W = 80$ см^3. **IV.** $W = 40$ см^3.

22. На рисунке приведена характеристики насосной установки и трубопровода. С использованием графика определить подачу насосной установки Q при уменьшении вязкости рабочей жидкости в 2 раза (Характеристика трубопровода не изменилась).



I.	**II.**	**III.**	**IV.**
$Q = 3$ л/с.	$Q = 4$ л/с.	$Q = 8$ л/с.	$Q = 5$ л/с.

23. На рисунке представлены характеристики центробежного насоса и трубопровода. С использованием графика определить КПД насоса η при его работе с данным трубопроводом.



I.	**II.**	**III.**	**IV.**
$\eta = 50$ %.	$\eta = 60$ %.	$\eta = 70$ %.	$\eta = 40$ %.

24. Во сколько раз изменится полный КПД η центробежного насоса при изменении его частоты вращения в n 2 раза и работе с новой частотой на подобном режиме?

I. В 4 раза **II.** Практически не изменится **III.** В 8 раз **IV.** В 2 раза

Контрольные тесты (вариант Г).

ВНИМАНИЕ! *При проведении вычислений рекомендуется принимать ускорение свободного падения* $g = 10\ м/с^2$, *а плотность жидкости* $\rho = 1000\ кг/м^3$.

1. Чему равняется давление в СИ, если манометр показывает 0,1 ат (кг/см^2)?

I. p = 10 МПа. **II.** p = 1 МПа. **III.** p = 100 кПа. **IV.** p = 10 кПа.

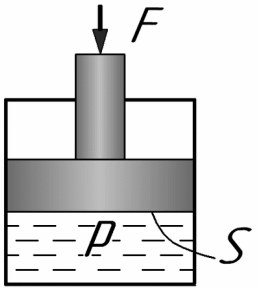
2. Чему равняется избыточное давление, если вакуумметр показывает 0,1 МПа?

I. $p_{абс}$= 0,2 МПа. **II.** p = 0 МПа. **III.** p = –0,1 МПа. **IV.** p = 0,1 МПа.

3. Чему равняется глубина h погружения манометра в воду, если он показывает давление 10 МПа?

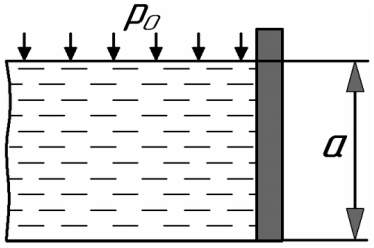
I. h = 100 м. **II.** h = 1 м. **III.** h = 1000 м. **IV.** h = 10 м.

4. Определить давление p под поршнем, если сила, действующая на его штоке F = 10 кН. Принять площадь поршня S = 10 см^2.



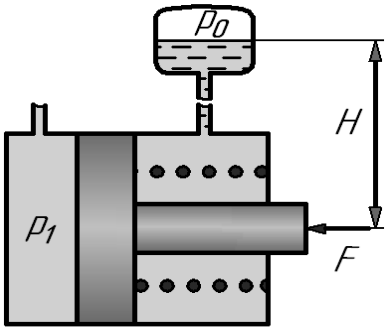
I. p = 10 кПа. **II.** p = 10 МПа. **III.** p = 100 кПа. **IV.** p = 1 МПа.

5. Чему равняется сила, действующая со стороны воды на плоскую стенку квадратной формы ($a \times a$) с a = 1 м, при величине избыточного давления на свободной поверхности p_0 = 20 кПа?



I. F = 10 кН. **II.** F = 20 кН. **III.** F = 25 кН. **IV.** F = 15 кН.

6. Определить давление p_1, которое необходимо подвести в левую полость гидроцилиндра, если давление жидкости в бачке поднятом на высоту H = 5 м, p_0 = 0,25 МПа, сила сжатия пружины 100 Н, а сила приложенная к штоку 280 Н. При решении принять площадь поршня 1000 мм^2, площадь штока 600 мм^2.



I. p = 0,25 МПа. **II.** p = 0,5 МПа. **III.** p = 0,75 МПа. **IV.** p = 1 МПа.

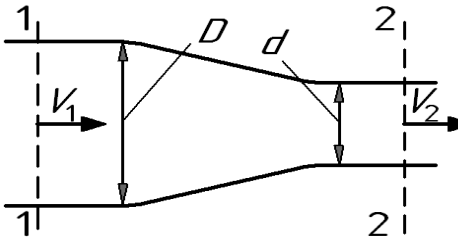
7. Укажите диапазон чисел Рейнольдса, при которых в трубе круглого сечения существует устойчивое турбулентное течение.

I. Re < 2300. **II.** Re > 2300. **III.** Re < 4000. **IV.** Re >4000.

8. Определить расход жидкости Q, если ее средняя скорость в трубе постоянного сечения площадью 20 см^2 составляет 5 м/с.

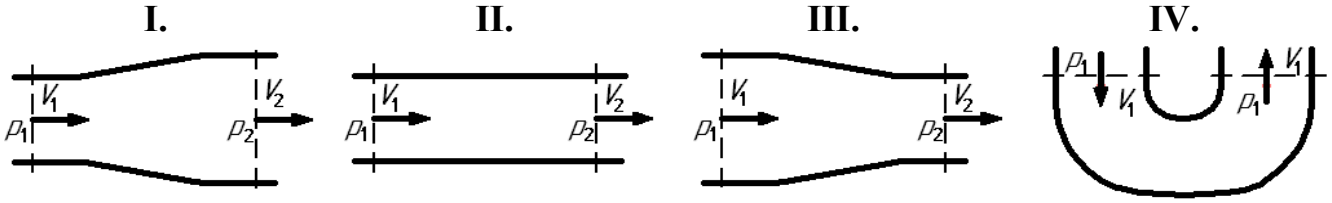
I. Q = 10 л/с. **II.** Q = 5 л/с. **III.** Q = 4 л/с. **IV.** Q = 2 л/с.

9. При начальной скорости V_1 = 2 м/с сужающегося потока определить его конечную скорость V_2, если диаметр меняется с D = 40 мм до d = 20 мм.



I. V_2 = 2 м/с. **II.** V_2 = 8 м/с. **III.** V_2 = 1 м/с. **IV.** V_2 = 4 м/с.

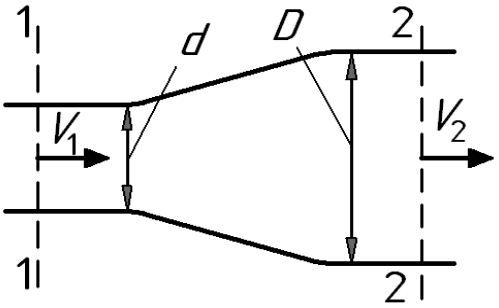
10. Какому потоку идеальной жидкости соответствует неравенство $p_1 < p_2$?



11. Определить давление в конечном сечении горизонтальной трубы постоянного диаметра, если в начальном сечении оно было p_1 = 0,6 МПа, а потеря напора при движении жидкости от начального сечения до конечного составило 40 м.

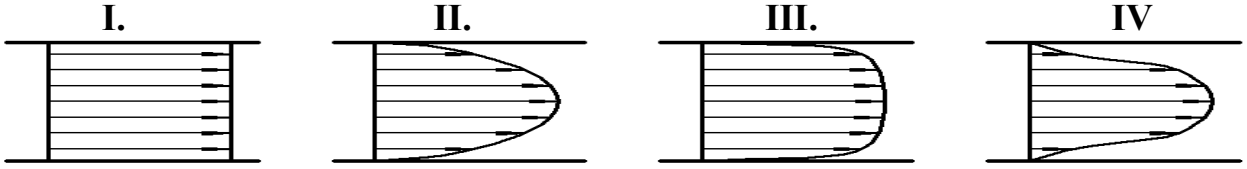
I. p_2 = 400 кПа. **II.** p_2 = 200 кПа. **III.** p_2 = 300 кПа. **IV.** p_2 = 100 кПа.

12. Определить потерю напора $h_{пот}$ в горизонтальной расширяющейся трубе, если скорость и давление в начальном сечении составили соответственно V_1 = 8 м/с и p_1 = 0,3 МПа, а давление в конечном сечении – p_2 = 30 кПа. При решении принять D/d = 2. Течение считать турбулентным.



I. $h_{пот}$ = 40 м. **II.** $h_{пот}$ = 30 м. **III.** $h_{пот}$ = 20 м. **IV.** $h_{пот}$ = 10 м.

13. На рисунке приведены некоторые эпюры распределения скоростей по сечению потоков. Укажите рисунок, который соответствуют течению идеальной жидкости в круглой трубе.



14. Чему равен коэффициент Дарси λ для круглой трубы при течении жидкости с числом Рейнольдса Re = 1280?

I. λ = 0,022. **II.** λ = 0,0316. **III.** λ = 0,05. **IV.** λ = 0,011.

15. Укажите возможное численное значение коэффициента местного сопротивления ζ в случае весьма существенного расширения турбулентного потока, например, при подводе жидкости к баку больших размеров.

I. 0,5. **II.** 1. **III.** 0,8. **IV.** 0,03.

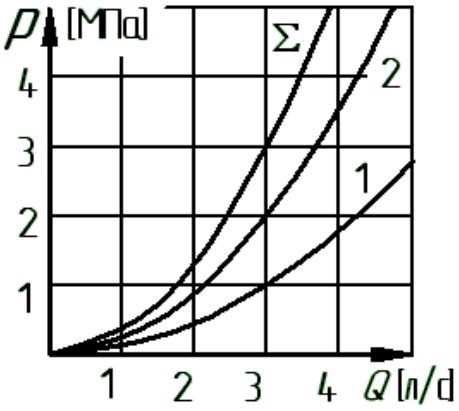
16. Во сколько раз увеличатся потери при турбулентном течении жидкости , если расход увеличится в 2 раза, а трубу можно считать гидравлически гладкой?

I. В 4 раза. **II.** В 2 раза. **III.** В 0,5 раза. **IV.** В ~3,5 раза.

17. Определить потерю давления Δp при движении жидкости с расходом Q = 0,314 л/с через местное сопротивление, установленное в трубе диаметром d = 2 см. Принять коэффициент местного сопротивления ζ = 48.

I. Δp = 24 кПа **II.** Δp = 8 кПа **III.** Δp = 32 кПа **IV.** Δp = 16 кПа

18. Сложный трубопровод, состоит из двух последовательно соединенных труб (1 и 2), характеристики которых приведены на рисунке. Определить давление в конечном сечении сложного трубопровода p_2 и расход жидкости Q_Σ. Заданы: давление в начальном сечении сложного трубопровода $p_1 = 5$ МПа и потери давления во второй трубе $\Delta p_2 = 2$ МПа..



I.	**II.**	**III.**	**IV.**
$p_2 = 2$ МПа, $Q_\Sigma = 2$ л/с.	$p_2 = 2$ МПа, $Q_\Sigma = 3$ л/с.	$p_2 = 3$ МПа, $Q_\Sigma = 3$ л/с.	$p_2 = 3$ МПа, $Q_\Sigma = 4$ л/с.

19. Определить напор $H_н$ и полезную мощность N насоса, если его подача $Q = 1$ л/с, потребляемая мощность $N_{потр} = 1$ кВт, давление на входе – $p_1 = 0$ МПа, а полный КПД – $\eta = 0{,}9$. Диаметры всасывающего и напорного трубопроводов одинаковы.

I. $H_н = 100$ м, $N = 1{,}0$ кВт. **II.** $H_н = 90$ м, $N = 1{,}0$ кВт. **III.** $H_н = 100$ м, $N = 0{,}9$ кВт. **IV.** $H_н = 90$ м, $N = 0{,}9$ кВт.

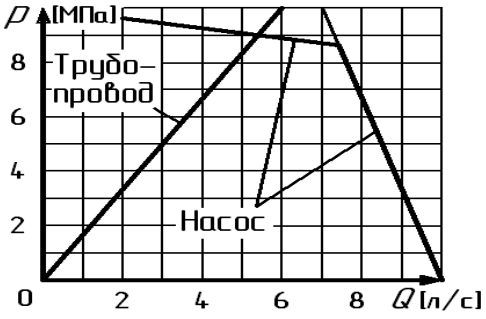
20. Определить механический КПД $\eta_м$ насоса, если его полный КПД составляет $\eta = 0{,}72$. При проведении расчетов принять объемный КПД насоса $\eta_о = 0{,}9$, а гидравлическим КПД пренебречь ($\eta_г = 1$).

I. 65 %. **II.** 72 %. **III.** 75 %. **IV.** 80 %.

21. Определить рабочий объем роторного насоса W, который должен обеспечить давление $\Delta p = 6{,}28$ МПа. Принять крутящий момент на валу насоса $M = 80$ Н·м, а его механический КПД $\eta_м \approx 1{,}0$.

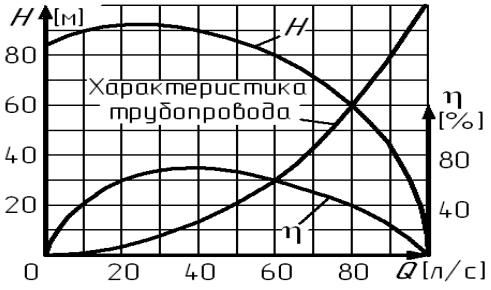
I. $W = 20$ см^3. **II.** $W = 60$ см^3. **III.** $W = 80$ см^3. **IV.** $W = 40$ см^3.

22. На рисунке приведена характеристика насосной установки, а также – характеристика трубопровода. С использованием графика определить расход Q на утечки и перетечки через зазоры насоса при нулевой подаче установки.



I.	**II.**	**III.**	**IV.**
$Q = 3$ л/с.	$Q = 4$ л/с.	$Q = 8$ л/с.	$Q = 5$ л/с.

23. На рисунке представлены характеристики центробежного насоса и трубопровода. С использованием графика определить КПД насоса η при его работе с данным трубопроводом.



I.	**II.**	**III.**	**IV.**
$\eta = 50$ %.	$\eta = 60$ %.	$\eta = 70$ %.	$\eta = 40$ %.

24. Во сколько раз изменится подача Q центробежного насоса при изменении его частоты вращения в n 2 раза и работе с новой частотой на подобном режиме?

I. В 4 раза **II.** Практически не изменится **III.** В 8 раз **IV.** В 2 раза

Ответы на тесты для контроля знаний студентов

№	А	Б	В	Г
1	I	II	III	IV
2	IV	I	II	III
3	II	IV	I	III
4	I	III	IV	II
5	I	IV	II	III
6	III	I	IV	II

№	А	Б	В	Г
7	I	II	III	IV
8	IV	III	II	I
9	III	I	IV	II
10	I	III	III	I
11	III	I	IV	II
12	III	IV	I	II

№	А	Б	В	Г
13	II	IV	III	I
14	II	I	IV	III
15	IV	III	I	II
16	I	II	I	IV
17	III	IV	II	I
18	III	IV	I	II

№	А	Б	В	Г
19	II	III	I	IV
20	I	II	III	IV
21	IV	II	I	III
22	II	III	IV	I
23	II	III	I	IV
24	I	III	II	IV